

Bewertung innovativer 380 kV-Freileitungsmastsysteme





Bewertung innovativer 380 kV- Freileitungsmastsysteme

**bezüglich deren rechtlicher Zulässigkeit sowie
Landschaftsbildauswirkungen
in unterschiedlichen Einsatzgebieten**

**Thomas Schomerus
Karsten Runge
Wolfgang Marthen
Heinrich Pohlmann
Christian Butzeck
Julian Lauer
Melanie Griem
Lotte Lutz
Patrick Sattler**



Titelbild: Visualisierungen und GIS-Abbildung: eigene, Foto fliegender Gänse: creative commons license
<https://www.flickr.com/photos/olycandimko/26779102851/>

Adresse(n) der Autorinnen und Autoren / Herausgeberinnen und Herausgeber:

Prof. Dr. Thomas Schomerus Scharnhorststraße 1
21335 Lüneburg
schomerus@leuphana.de

Fachbetreuung im BfN:

Friedhelm Igel Fachgebiet II 4.3 Naturschutz und Erneuerbare Energien
Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 3514823600 wurde mit Mitteln des UFOPLAN 2014 gefördert.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzungen des Projekts.....	2
1.2	Beteiligte.....	2
1.3	Aufbau des Berichts.....	3
2	Technisches Arbeitspaket	6
2.1	Stand der Technik.....	7
2.2	Entwicklungen in Europa	9
2.3	Neue Konzepte	11
2.3.1	Isolatoren.....	12
2.3.2	Stahltragseile.....	13
2.3.3	Phasenseile / Bündelkonfigurationen	14
2.3.4	Erdseile	15
2.3.5	Phasenordnungen	15
2.3.6	Mastbauformen	20
2.3.7	Erdseile bzw. Luftpfeiler	21
2.3.8	Mitführen von 110-kV-Stromkreisen auf optimierten kompakten Freileitungen	21
2.4	Kompakte 110-kV-Freileitungen	21
2.5	Praktische Erprobungen	21
2.5.1	Lastumlagerungsversuche an der Sternkette.....	21
2.5.2	Lastumlagerungsversuche an asymmetrischer V-Kette	23
2.6	Erste Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit.....	24
2.7	Einsatzmöglichkeiten	25
2.7.1	Allgemein.....	25
2.7.2	380-kV-Ersatzneubau.....	25
2.7.3	380-kV-Gleichstrom.....	25
2.7.4	110-kV-Wechselstrom	25
2.7.5	380-kV / 110-kV-Gemeinschaftsgestänge.....	25
2.7.6	Einsatzgrenzen.....	26
3	Einleitung in das Naturschutzfachliche Arbeitspaket.....	28
3.1	Anlass und Aufgabenstellung	28
3.2	Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch Freileitungen	28
3.2.1	Auswirkungen auf das Landschaftsbild während der Bauphase	28
3.2.2	Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch Anlage und Betrieb	29
4	Analyse und Bewertung der Auswirkungen des innovativen Freileitungskonzepts auf das Landschaftsbild	30
4.1	Untersuchungsmethodik	30
4.1.1	Methodische Anforderungen	30
4.1.2	Verfahren der leitungsbezogenen Landschaftsbildanalyse	30
4.1.3	Im Vorhaben gewählter Ansatz der Landschaftsbildanalyse.....	41
4.1.4	Höhenabhängige Wirkzonen	43
4.1.5	Untersuchte Mastformen und Auswirkungen auf die Ausdehnung der höhenabhängigen Wirkzonen.....	43
4.1.6	Grundlagen der Visualisierung	45
4.2	Bestandserfassung und Bewertung der einzelnen Landschaftsbildeinheiten.....	48

4.2.1	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer küstennahen Landflächen der Nordsee (1.1).....	48
4.2.2	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer Waldlandschaft mit einem Waldanteil über 70 % (2.1)	57
4.2.3	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (3.6)	69
4.2.4	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer gehölz- bzw. waldreichen ackergeprägten Kulturlandschaft (3.7).....	76
4.2.5	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer Obstbaulandschaft (3.12)	84
4.2.6	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (4.1).....	92
4.2.7	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (4.2).....	104
4.2.8	Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (6)	113
4.3	Zusammenfassende Bewertung der Wirkung der Freileitungsmastsysteme auf das Landschaftsbild	125
4.3.1	Schlussfolgerungen für die unterschiedlichen Landschaftstypen.....	125
4.3.2	Zusammenfassende Schlussfolgerungen für den Vergleich der drei untersuchten innovativen 380 kV-Mastsysteme mit konventionellen Masten	131
4.3.3	Zusammenfassende Schlussfolgerungen für den Vergleich innovativer Mastsysteme mit konventionellen 110 kV-Leitungen.....	133
4.4	Planungsempfehlungen	133
5	Auswirkungen innovativer Mastsysteme auf die Avifauna	139
5.1	Ausgangspunkt und Methode	139
5.1.1	Ausgangsvoraussetzungen für den Vogelschlag	140
5.1.2	Habitatentwertung	141
5.2	Brutvögel.....	141
5.2.1	Vogelschlag.....	141
5.2.2	Habitatentwertung	143
5.2.3	Schlussfolgerungen in Bezug auf innovative Mastsysteme.....	144
5.3	Gastvögel.....	144
5.3.1	Vogelschlag.....	144
5.3.2	Habitatentwertung	147
5.3.3	Schlussfolgerungen in Bezug auf innovative Mastsysteme.....	147
5.4	Vogelzug.....	148
5.4.1	Vogelschlag.....	148
5.4.2	Habitatentwertung	149
5.4.3	Schlussfolgerungen in Bezug auf innovative Mastsysteme.....	149
5.5	Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen der innovativen 380 kV-Freileitungssysteme auf die Avifauna	149
5.6	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen	152
5.7	Weitere Planungsempfehlungen.....	155
6	Rechtliche Einordnung und Bewertung	162
6.1	Anlass und Aufgabenstellung	162
6.1.1	Fragestellung: Bündelung von Verteil- und Übertragungsnetz.....	164

6.1.2	Fragestellung: Berücksichtigung technischer Aspekte auf Ebene der Bundesfachplanung	164
6.1.3	Vorgehen	165
6.2	Bestehender Rechtsrahmen für Freileitungen	165
6.3	Implikationen im Bereich Bündelung / gemeinsame Nutzung von Trassen.....	166
6.3.1	Einleitung.....	166
6.3.2	Rechtliche Grundlagen der Bündelung von Leitungsvorhaben	167
6.3.3	Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers zum Umbau und zur Überlassung des Mastgestänges an den Übertragungsnetzbetreiber.....	173
6.3.4	Schaffung einer Verpflichtungsermächtigung.....	186
6.4	Implikationen im Bereich Planung – Berücksichtigung technischer Aspekte auf Ebene der Bundesfachplanung	193
6.4.1	Einleitung.....	193
6.4.2	Technische Regelungen im EnWG	193
6.4.3	Möglichkeit der Berücksichtigung technischer Aspekte auf der Ebene der Bundesfachplanung	194
6.4.4	Endergebnis	198
6.5	Handlungsempfehlungen / de lege ferenda.....	198
6.5.1	Vorschläge de lege ferenda	198
6.5.2	Handlungsempfehlungen	200
7	Anhang Tabellen.....	207
8	Anhang Abbildungen	228

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Typische Mastbauformen für Hochspannungsfreileitungen	7
Abb. 2:	Abstände in der Freileitung	9
Abb. 3:	Erläuterung Trassenbreite und Schutzstreifen	9
Abb. 4:	Italien (Quelle: Dutton, verändert). Die Leitung ist vom gleichen Architekten wie Beispiel a.) und ist seit 2014 in Betrieb. c.) Mastkonzept für National Grid, UK (Quelle: Bystrup, verändert). Eine Testleitung wurde 2015 errichtet. d.) WinTrack-Maste in den Niederlanden (Quelle: TenneT, verändert).....	10
Abb. 5:	Visualisierung einer Leitung mit Abhängung am Erdseil	11
Abb. 6:	Schematische Seitenansicht eines Phasenbündels	12
Abb. 7:	Beispiel für einen Kompositisolator	13
Abb. 8:	Technische Daten und Seilaufbau für Stahltragseile mit 36 und 26 mm Durchmesser (Quelle: Fatzer AG).....	13
Abb. 9:	Mast mit Ein-Ebenen Anordnung	16
Abb. 10:	Mast mit Dreiecksanordnung und "Stern-Isolatorenkette".....	17
Abb. 11:	Mast mit Y- Traverse und asymmetrischen –V-Isolatorenketten.....	18
Abb. 12:	Tonnenmastbild mit Isoliertraversen -Mast aus zwei Rohren.....	19
Abb. 13:	Beispiel für einen Gittermast als Tragmast in Ein-Ebenen Anordnung	20
Abb. 14:	Lastumlagerungsversuch Sternkette vor (a.) und nach (b.) der Auslösung des Bruchs. Das Bündel rechts oben nutzt ein Zweifachtragseil, das Bündel unten ein Einfachtragseil. Auch nach dem Bruch wird der Isolator durch das Dämpfungselement nahezu in seiner Position gehalten.	22
Abb. 15:	Asymmetrische Kette mit horizontalem Druckstab vor (a.) und nach (b.) dem Versuch.	23
Abb. 16:	Asymmetrische Kette mit geneigtem Druckstab vor (a.) und nach (b.) dem Versuch.	24
Abb. 17:	Ermittlung der Landschaftsbildqualität aus verschiedenen Bewertungskomponenten (FLECKENSTEIN et al. 1996).	33
Abb. 18:	Innovative Masttypen (Einebenenmast, links; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, rechts) mit den jeweiligen Höhenangaben und der Breite).....	44
Abb. 19:	Übersicht der acht untersuchten und bewerteten Standorte mit den Landschaftstypennummern (nach BFN).....	47
Abb. 20:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der Marschlandschaft (Landschaftstyp 1.1) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.....	48

Abb. 21:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 1.1) der drei trassenparallelen Wirkzonen von Donaumasten (links) und Y-Masten (rechts) im Untersuchungsraum.....	53
Abb. 22:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 1.1; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Y-Masten (unten).....	56
Abb. 23:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums des Waldstandortes (Landschaftstyp 2.1) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.....	57
Abb. 24:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 2.1) der drei trassenparallelen Wirkzonen vom konventionellen Tonnenmast (A) sowie den drei innovativen Mastsystemen (Einebenenmast (B), Y-Mast (C) und Sternkettenmast (D)).	60
Abb. 25:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 2.1; Trasse mit konventionellen Tonnenmasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).	66
Abb. 26:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 2.1; Trasse mit innovativen Y-Masten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).	67
Abb. 27:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.6) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.	69
Abb. 28:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 3.6) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen 110 kV-Einebenenmasten (links) und innovativen Einebenenmasten (rechts).....	72
Abb. 29:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 3.6; 110 kV-Trasse mit konventionellen Einebenenmasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).	75
Abb. 30:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der gehölz- bzw. waldreichen ackergeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.7) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.	76
Abb. 31:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 3.7) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen 110 kV-Donaumasten (links) und Sternkettenmasten (rechts) im Untersuchungsraum.	80
Abb. 32:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 3.7; Trasse mit konventionellen 110 kV-Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).	83
Abb. 33:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der Obstbaulandschaft (Landschaftstyp 3.12) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.....	84
Abb. 34:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 3.12) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen Donaumasten (links) und Sternkettenmasten (rechts) im Untersuchungsraum.....	88

Abb. 35:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 3.12; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).	91
Abb. 36:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.1) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.	92
Abb. 37:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 4.1) der drei trassenparallelen Wirkzonen vom konventionellen Donaumast (A) sowie den drei innovativen Mastsystemen (Einebenenmast (B), Y-Mast (C) und Sternkettenmast (D)).	97
Abb. 38:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 4.1; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).	102
Abb. 39:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 4.1; Trasse mitmodellierten innovativen Y-Masten (oben) und innovativen Sternkettenmasten (unten).	103
Abb. 40:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.2) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.	104
Abb. 41:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 4.2) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen Donaumasten (links) und innovativen Einebenenmasten (rechts) im Untersuchungsraum.....	109
Abb. 42:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 4.2; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).	112
Abb. 43:	Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (Landschaftstyp 6) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.	113
Abb. 44:	Vergleich der räumlichen Ausdehnung (6) der drei trassenparallelen Wirkzonen vom konventionellen Donaumast (A) sowie den drei innovativen Mastsystemen (Einebenenmast (B), Y-Mast (C) und Sternkettenmast (D)).	117
Abb. 45:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 6; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).	122
Abb. 46:	Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 6; Trasse mit modellierten Y-Masten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).	123
Abb. 47:	Kollisionspotential durch Habitatfragmentierung (APLIC 2012).	146
Abb. 48:	Verschattung der Freileitungsmasten bei geringerer Masthöhe durch die Vegetation (aus APLIC 2012).	150
Abb. 49:	Vogelschutzmarkierung mit hohem Kontrast (BuWa o.J.).....	154
Abb. 50:	Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; links) und für die innovativen Y-Masten (rechts) der Marschlandschaft (Landschaftstyp 1.1) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und	

denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	228
Abb. 51: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Tonnenmasten; oben links), sowie für die innovativen Einebenenmasten (oben rechts), für die Y-Masten (unten links) und Sternkettenmasten (unten rechts) der Waldlandschaft (Landschaftstyp 2.1) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	229
Abb. 52: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des Betrachtungsraums für die konventionellen Einebenenmasten (links) und für den gesamten Betrachtungsraum mit den innovativen Einebenenmasten (rechts) der gehölz- bzw. walddreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.6) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	230
Abb. 53: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des Betrachtungsraums für die konventionellen Donaumasten (links) und für den gesamten Betrachtungsraum mit den innovativen Sternkettenmasten (rechts) der gehölz- bzw. walddreichen ackergeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.7) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	231
Abb. 54: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; links) und für die innovativen Sternkettenmasten (rechts) der Obstbaulandschaft (Landschaftstyp 3.12) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	232
Abb. 55: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; oben links), sowie für die innovativen Einebenenmasten (oben rechts), für die Y-Masten (unten links) und Sternkettenmasten (unten rechts) der grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.1) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	233
Abb. 56: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; links) und für die innovativen Einebenenmasten (rechts) der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.2) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).	234
Abb. 57: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; oben	

links), sowie für die innovativen Einebenenmasten (oben rechts), für die Y-Masten (unten links) und Sternkettenmasten (unten rechts) der Landschaft mit einer hohen Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (Landschaftstyp 6) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtsverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche)..... 235

Abb. 58: Visueller Vergleich der innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Tonnenmasten im Landschaftstyp 2.1 (Einebenenmast, oben; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, unten). 236

Abb. 59: Visueller Vergleich der innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Donaumasten im Landschaftstyp 4.1 (Einebenenmast, oben; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, unten). 237

Abb. 60: Visueller Vergleich der innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Donaumasten im Landschaftstyp 6 (Einebenenmast, oben; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, unten). 238

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Mögliche Bündelkonfigurationen (Quelle: Eigene Darstellung)	14
Tab. 2:	Zugkräfte der Phasenbündel und Senkrechtlasten am Tragpunkt ohne und mit Eislast	23
Tab. 3:	Abgrenzung der Wirkzonen für verschiedene Leitungstypen bei FLECKSTEIN et al. (1996) (in Anlehnung an NOHL 1993).....	33
Tab. 4:	Bewertungsmaßstäbe des NLT für Landschaftsbildveränderungen durch Freileitungsbau (Quelle: NLT 2011, S. 42).	37
Tab. 5:	Schematische Matrix zur Bestimmung der Gesamtbewertung des Landschaftsbildes. Dabei ist zu beachten, dass der Übersichtlichkeit halber in der Matrix nicht alle möglichen Bewertungskombinationen der dreistufigen Teilkriterien zur Bestimmung der Eigenart (fünfstufig) dargestellt sind.....	41
Tab. 6:	Übersicht über die höhenabhängigen Wirkzonen der untersuchten Masttypen unterteilt in Nah-, Mittel- sowie Fernzone.	45
Tab. 7:	Übersicht und Definition der berücksichtigte Landschaftstypen nach BFN (2007).....	46
Tab. 8:	Bestandsbewertung für sieben abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Marschlandschaft (Landschaftstyp 1.1).	52
Tab. 9:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 1.1 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	54
Tab. 10:	Bestandsbewertung für drei abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Waldlandschaft (Landschaftstyp 2.1).....	59
Tab. 11:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 2.1 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.....	62
Tab. 12:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 2.1 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.....	63
Tab. 13:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 2.1 durch Sternkettenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.....	64
Tab. 14:	Bestandsbewertung für drei abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.6).....	71

Tab. 15:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 3.6 durch innovative Einebenenmasten gegenüber konventionellen 110 kV-Einebenenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	73
Tab. 16:	Bestandsbewertung für vier abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der gehölz- bzw. walddreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.7).	79
Tab. 17:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 3.7 durch Sternkettenmasten gegenüber konventionellen 110 kV-Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	81
Tab. 18:	Bestandsbewertung für fünf abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Obstbaulandschaft (Landschaftstyp 3.12).	87
Tab. 19:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 3.12 durch Sternkettenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	89
Tab. 20:	Bestandsbewertung für sechs abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.1).	95
Tab. 21:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.1 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	98
Tab. 22:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.1 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	99
Tab. 23:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.1 durch Sternkettenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	100
Tab. 24:	Bestandsbewertung für sechs abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.2).	107
Tab. 25:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.2 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.	110

Tab. 26:	Bestandsbewertung für sechs abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (Landschaftstyp 6).....	116
Tab. 27:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 6 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.....	119
Tab. 28:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 6 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.....	120
Tab. 29:	Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 6 durch Sternkettenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.....	121
Tab. 30:	Brutvogelarten, die nach dem vMGI einer sehr hohen bzw. hohen Gefährdung durch den Leitungsanflug mit Freileitungen ausgesetzt sind (nach BERNOTAT & DIERSCHKE 2015).....	143
Tab. 31:	Gastvogelarten, die nach dem vMGI einer sehr hohen bzw. hohen Gefährdung durch den Leitungsanflug mit Freileitungen ausgesetzt sind (nach BERNOTAT & DIERSCHKE 2015).....	145
Tab. 32:	Vergleich der Effektivität von Markierungsmaßnahmen (nach BERNSHAUSEN & RICHARZ 2013).....	153
Tab. 33:	Tabelle des Wahrnehmungskoeffizienten w für mastartige Eingriffe in Abhängigkeit von Wirkzonen und Eingriffsobjekt (NOHL 1993).....	207
Tab. 34:	Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 1.1, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast/ innovativer Y-Mast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	208
Tab. 34:	(Fortsetzung).....	209
Tab. 35:	Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 2.1 (Ergänzung in der sich anschließenden Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Tonnenmast und innovativer Einebenenmast, der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	210
Tab. 36:	Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 2.1 (Ergänzung der vorherigen Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (innovativer Y-Mast und innovativer Sternkettenmast),	

der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	211
Tab. 37: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 3.6, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller 110 kV-Einebenenmast/ innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	212
Tab. 38: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 3.7, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller 110 kV-Donaumast/ innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	214
Tab. 38: (Fortsetzung).....	215
Tab. 39: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 3.12, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast/ innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	216
Tab. 39: (Fortsetzung).....	217
Tab. 40: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 4.1 (Ergänzung in der sich anschließenden Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast und innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln. 218	218
Tab. 40: (Fortsetzung).....	219
Tab. 41: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 4.1 (Ergänzung der vorherigen Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (innovativer Y-Mast und innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	220

Tab. 41: (Fortsetzung).....	221
Tab. 42: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 4.2, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast/ innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	222
Tab. 42: (Fortsetzung).....	223
Tab. 43: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 6 (Ergänzung in der sich anschließenden Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast und innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	224
Tab. 43: (Fortsetzung).....	225
Tab. 44: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 6 (Ergänzung der vorherigen Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (innovativer Y-Mast und innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.	226
Tab. 44: (Fortsetzung).....	227

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
ARegV	Anreizregulierungsverordnung
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BaylplG	Bayerisches Landesplanungsgesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundeministerium für Wirtschaft und Energie
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
BR-Drucks.	Bundesratsdrucksache
BT-Drucks.	Bundestagsdrucksache
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
DGM	Digitales Geländemodell
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EOK	Erdoberkante
FNN	Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
GG	Grundgesetz
H	Bauwerkshöhe
HDÜ	Höchstspannungsdrehstromübertragung
HGÜ	Höchstspannungsgleichstromübertragung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
kA	Kiloampere

kN	Kilonewton
kV.....	Kilovolt
LAG VSW	Länderarbeitsgemeinschaft der Staatlichen Vogelschutzwarten
LSG.....	Landschaftsschutzgebiet
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
NLT	Niedersächsischer Landkreistag
NOVA-Prinzip	Netz-Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau
NSG	Naturschutzgebiet
ROG.....	Raumordnungsgesetz
StromNEV.....	Stromnetzentgeltverordnung
StromNZV	Stromnetzzugangsverordnung
SUP	Strategische Umweltprüfung
TÖB	Träger öffentlicher Belange
UBA	Umweltbundesamt
UG	Untersuchungsgebiet
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V
vMGI	vorhabentypspezifischer Mortalitäts-Gefährdungs-Index
VwVfG.....	Verwaltungsverfahrensgesetz
WEA.....	Windenergieanlage
WP	Windpark

Zusammenfassung

Im Kern der Energiewende steht der Zubau an elektrischer Erzeugungskapazität aus erneuerbaren Energien. Das EEG 2014 strebt für deren Anteil am Bruttostromverbrauch eine Steigerung auf 40 - 45 Prozent bis zum Jahr 2025 und 55 - 60 Prozent bis 2035 an. Aus erneuerbaren Energien erzeugter Strom wird in der Regel aber nicht dort verbraucht, wo er erzeugt wird. Zur Sicherung der Energieversorgung Deutschlands ist daher ein zeit- und bedarfsgerechter Ausbau der Übertragungsnetze unabdingbar. Durch Novellierungen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), des Energieleitungsausbaugesetzes (EnLAG) sowie des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes (NABEG) wurden wesentliche gesetzliche Grundlagen für diesen Ausbau geschaffen. Auf einer Länge von etlichen tausend Kilometern werden im Bundesbedarfsplangesetz (Stand 2015) in insgesamt 43 Einzelvorhaben Netzverstärkungen und -optimierungen vorhandener Trassen sowie der Netzneubau festgelegt. Nach Einschätzung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) erfolgt der Netzausbau gegenwärtig nicht in ausreichender Geschwindigkeit. Die Ursachen hierfür liegen u. a. in der Umsetzung planerischer Anforderungen begründet, die aufgrund von Bürgerprotesten und politischen Willensbekundungen innerhalb der Verfahrensabläufe nochmals geändert wurden. So wurde z. B. für mehr Trassen als ursprünglich vorgesehen der Erdkabelvorrang gesetzlich fixiert. Neben Bedenken zur menschlichen Gesundheit werden von Anwohnerinnen und Anwohnern auch Belange des Arten- und Landschaftsschutzes gegen die Umsetzung von Freileitungsvorhaben vorgebracht.

Eine höhere Akzeptanz und damit eine Beschleunigung des Netzausbaus kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. In diesem Bericht wird ein innovatives Freileitungssystem vorgestellt, das in seinen Abmessungen deutlich kleiner und schmaler ist als konventionelle Höchstspannungsleitungen. Die geringeren Maße lassen aufgrund der besseren Integrationsmöglichkeit in die Landschaft geringere Auswirkungen auf das Landschaftsbild erwarten, was nicht nur zur Steigerung der Akzeptanz, sondern auch zur Minderung der Auswirkungen auf Natur und Landschaft beiträgt. Damit kann der Ausbau des Übertragungsnetzes vereinfacht und evtl. zeitlich beschleunigt werden. Im Rahmen dieses interdisziplinären Forschungsprojekts wurde das System konstruktiv entwickelt sowie aus naturschutzfachlicher und juristischer Perspektive untersucht. Im Folgenden werden die drei Schwerpunkte vorgestellt und die wichtigsten Ergebnisse skizziert.

Technischer Schwerpunkt

Im Rahmen dieses Schwerpunkts wurde ein kompaktes Freileitungssystem konstruktiv entwickelt und beschrieben. Über eine Optimierung der Seilsysteme wird eine Verringerung der Masthöhe und der Trassenbreite ermöglicht. Dabei werden die stromführenden Leiterseile in regelmäßigen Abständen an einem straff gespannten Stahlseil aufgehängt. Diese Seilführung sorgt dafür, dass die stromführenden Leiterseile im Vergleich zu konventionellen Mast- und Leitungssystemen einen geringeren Durchhang aufweisen. Somit sind auch die mechanischen Belastungen wie z. B. durch Wind oder Eisabwurf und das damit verbundene Schwingungsverhalten geringer. Aufgrund dieser mechanischen Eigenschaften der Leiterseilbündel kann die Masthöhe des innovativen Systems im Vergleich zum konventionellen Freileitungssystem reduziert werden. Die hier betrachteten Mastvarianten sind zwischen 27 m und 36 m hoch. Die Trassenbreite kann deutlich verringert werden. Damit ermöglicht das innovative Freileitungssystem, Höchstspannungsleitungen in bestehenden Trassen der 220-kV- oder 110-kV-Ebene zu errichten und den Bau zusätzlicher Trassen zu vermeiden.

Die mechanischen Eigenschaften des innovativen Systems – der geringe Durchhang und das träge Schwingungsverhalten – werden durch hohe Zugspannungen ermöglicht, die etwa vier- bis sechsmal so hoch sind wie bei konventionellen Freileitungen. Diese Kräfte müssen von den Masten getragen werden, die deshalb massiver gefertigt sind. Die Masten können sowohl als Gitterfachwerk als auch als Vollwandmast realisiert werden. Allerdings wurden innerhalb dieses Vorhabens nur die Vollwandmasten betrachtet. Wenn die Leitung keinem geraden Verlauf folgen kann, müssen besonders kräftige Abspannmasten eingesetzt werden, welche die hohen Zugspannungen der Seilsysteme auch über einen Winkel tragen können. Diese sind aufgrund des erhöhten Materialbedarfs sehr kostenintensiv. Das gleiche gilt für die Endmasten. Daher ist es aus Kostengründen empfehlenswert, das innovative Freileitungssystem auf langen, geraden Strecken einzusetzen.

Naturschutzfachlicher Schwerpunkt

Der naturschutzfachliche Forschungsschwerpunkt analysiert und bewertet das innovative Freileitungssystem in Hinblick auf dessen Auswirkungen auf (1) das Landschaftsbild und (2) die Avifauna und nutzt dazu den Vergleich mit den konventionellen Mastsystemen (Donau-, Einebenen- u. Tonnenmast).

(1) Zur visuellen Bewertung werden das innovative sowie das konventionelle Freileitungssystem als 3D-Projektionen visualisiert und in Fotografien unterschiedlicher Landschaftstypen eingesetzt. Durch eine Landschaftsbildbewertung (nach KÖHLER und PREISS) werden beide Systeme in verschiedenen Landschaftstypen verglichen.

Die Visualisierungen haben gezeigt, dass die drei betrachteten innovativen Freileitungssysteme aus der Nähe massiver wirken als konventionelle Systeme. Dies beruht einerseits auf den Mastkonstruktionen, die in den Untersuchungen als Vollwandmaste visualisiert wurden. Eine Umsetzung des innovativen Systems durch Gittermasten würde voraussichtlich filigraner und vertrauter wirken. Des Weiteren treten die Leiterseile deutlicher hervor, da diese räumlich enger geführt werden und in relativ geringen Abständen Leiterseilbündel aufweisen. Derartige negative Effekte wirken allerdings schon bei mittleren Abständen nicht mehr dominanter als bei konventionellen Mastsystemen. Vielmehr hat die Landschaftsbildbewertung gezeigt, dass das innovative System aufgrund seiner geringeren Höhe eine geringere Fernwirkung der Sichtbarkeit aufweist und dadurch visuelle Beeinträchtigungen in der Landschaft reduziert werden.

(2) Die Auswirkungen des innovativen Freileitungssystems auf die Avifauna wurden literaturbasiert beurteilt. Dieses System ist noch nicht realisiert worden, so dass keine empirischen Untersuchungen durchgeführt werden konnten. Da sich das innovative System in der Phase des Baus in seiner Wirkung auf die Avifauna vermutlich nicht grundsätzlich von konventionellen Freileitungen unterscheidet, konzentriert sich die Bearbeitung auf die Betriebsphase. Betrachtet werden jeweils das Risiko des Vogelschlags und der Habitatbeeinträchtigung für Brut- und Gastvögel und beim Vogelzug. Die geringen Masthöhen werden insoweit positiv bewertet, auch weil durch sie u.a. häufiger eine Verschattung der Leitung durch Vegetation oder Infrastruktur möglich ist. Auch die kompakte Führung der Leiterseile in Bündeln wird als positiv eingeschätzt, da dies die visuelle Wahrnehmbarkeit der Leitungen für Groß- und Wasservögel erhöht. Darüber hinaus wird das Erdseil im Vergleich zu konventionellen Systemen näher an den Leitenseilen geführt, auch dies reduziert das Kollisionsrisiko.

Juristischer Schwerpunkt

Die juristische Untersuchung beschränkt sich auf NABEG-Vorhaben, da diese für den großräumigen Übertragungsnetzausbau vor allem relevant sind. Bei einer Umsetzung des innovativen Freileitungssystems ergeben sich zwei wesentliche juristische Fragestellungen.

Vor dem Hintergrund, dass innovative Höchstspannungsleitungen aus technischer Sicht in Trassen des Verteilernetzes geführt werden können, wird überprüft, wie eine Bündelung von Übertragungs- und Verteilnetz geregelt werden kann. Dabei ist zu beachten, dass bestehende konventionelle Leitungen nicht auf den innovativen Masten mitgeführt werden können. Stattdessen müssen sowohl die Verteilnetz- als auch Übertragungsnetzleitungen ausgetauscht werden. Aus den bisherigen Regelungen zum Freileitungsrecht ergibt sich keine Möglichkeit, den Verteil- oder Übertragungsnetzbetreiber zum Neubau von Masten zum Zweck der Mitführung der Leiterseile des anderen Netzbetreibers und damit zur Durchführung einer Bündelung von Trassen zu verpflichten. Eine solche Regelung könnte jedoch geschaffen werden. Um dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz und der Eigentumsfreiheit nach Art. 14 GG dabei genüge zutun müsste die Regelung eine finanzielle Ausgleichsklausel enthalten.

Zum anderen wird untersucht, inwieweit bereits auf Ebene der Bundesfachplanung technische Aspekte berücksichtigt werden können bzw. müssen. Innerhalb der Bundesfachplanung erfolgt eine grobe, aber verbindliche Festlegung des späteren Trassenkorridors. Dabei enthält der § 6 NABEG bislang keine Vorgaben bezüglich technischer Aspekte des Vorhabens. Aus praktischer Sicht kann dies ein Problem darstellen, wenn im weiteren Verlauf der Planung offensichtlich wird, dass innerhalb der verbindlich festgelegten Planungsellipse keine Leitung realisiert werden kann. Daher wird eine Regelung *de lege ferenda* vorgeschlagen. Der § 6 NABEG kann dahingehend geändert werden, dass schon im Antrag Angaben technischer Art, wie z. B. zur Bauweise, Höhe und Breite des Mastes enthalten sein müssen. So könnten diese Daten bereits frühzeitig Eingang in die Strategischen Umweltprüfung (SUP) finden, und damit ggf. eine konkretere Prüfung ermöglichen.

Die Energiewende erfordert den Neubau von Freileitungen. Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt zeigt, dass dafür in Zukunft neben den konventionellen auch innovative Freileitungskonzepte zur Verfügung stehen können. Das hier vorgestellte innovative Freileitungskonzept bietet aus naturschutzfachlicher Sicht einige Vorteile im Vergleich zu konventionellen Freileitungen, und kann damit gleichzeitig die Akzeptanz für den Netzausbau erhöhen.

Summary

Innovative overhead power lines (380 kV) – technical design and assessment from nature conservation and law perspectives

In the course of the German energy transition, the share of electricity from renewable energies is steadily increasing. The Renewable Energy Act (EEG) of 2014 sets corridors of 40 - 45 per cent by 2025 and 55 – 60 per cent by 2035 for electricity from renewable energies. Generally speaking, electricity from renewable energy sources is not consumed where it is produced. To ensure a reliable supply of electricity in Germany, a timely and demand-orientated expansion of the transmission net becomes obligatory. Two laws concerning transmission lines of local interest (ENLAG) and of national interest (NABEG) respectively, create the legal basis for this undertaking. Encompassing several thousand kilometres of high voltage grid, the Federal Demand Plan (“Bundesbedarfsplan”) includes a total of 43 individual projects including grid reinforcement, optimization of existing routes, and the construction of new energy routes. According to the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, grid expansion is not proceeding at an adequate rate. The generally low acceptance by the general public of the construction of new energy routes has been identified (REF) as one of the causes.

Greater acceptance towards new transmission lines and, thereby, an increased rate of grid expansion can be achieved by different means. This report presents an innovative overhead power line, which needs significantly smaller and slimmer energy routes compared to the conventional system. Due to the smaller size, we expect better visual integration of the innovative system into the landscape, thus leading to an increased public acceptance and eventually to the facilitation of the power grid expansion.

This interdisciplinary research project contributes to the technical design and engineering of the innovative system. Moreover, it presents research on the impact of the innovative overhead power line from two perspectives. From the nature conservation aspect effects of the innovative system on scenery and avifauna are analysed and assessed, in comparison to the conventional system. From a law perspective, prevalent legal and regulatory conditions related to using this system are analysed and suggestions made as to the adaptation of existing regulations. The three research foci are introduced in the following sections.

Technical work package

Within the scope of the technical work package, a compact design for overhead power lines has been created and is described here. The main optimisation, compared to the conventional system, is how the conductors run between the poles. To achieve this, the conductors are suspended at regular intervals of e.g. 100 m to a steel cable taut between the poles. These bundles of conductors only display a sag of 8 m compared to a sag of more than 20 m in the conventional system (both spanning 420 m).

The innovative system is less susceptible to movement caused by the mechanical stress from wind or ice-shedding. These mechanical properties allow the system design to work with lower poles and a narrower span compared to conventional systems. Extra high voltage lines of 380 kV can therefore also run in existing routes originally designed for power lines of 110 kV or 220 kV.

The mechanical properties and the smaller size of the innovative system are made possible by very high tension of the steel cables to which the conductors are attached. These can be 4 to 6-fold higher compared to conventional systems. The poles must withstand this mechanical force

and be extremely robust. They can take the form of lattice-grid steel constructions or solid pylons made from steel and concrete.

If power lines need to turn through an angle, the poles must be very strong and very material intensive. The same applies for the terminating poles at both ends of the line. From an economic perspective, the innovative system is therefore best suitable for long, straight stretches.

Nature conservation work package

In this work package, the impacts of the innovative system on (1) scenery and (2) avifauna are analyzed in comparison to conventional 380 kV overhead power lines.

(1) The innovative system, including poles, conductors, isolators, steel cables, and all other parts, are visualized in 3D and superimposed onto photos of nine different landscape types. The effect of the infrastructure on the scenery is assessed for each landscape type (“Landschaftsbildbewertung” according to KÖHLER and PREISS), and impacts of the conventional and the innovative systems are compared.

In the visualizations, the innovative system appears more massive from close up. This is partly due to the power poles, which appear as solid constructions. It can be assumed that a lattice-grid construction seems more delicate and also more familiar. However, compared to the conventional system, the conductors and cables look more dominant, because they stand closer together at shorter distances apart. From further away, this negative visual effect diminishes. The scenery assessment shows that the relative advantages of the innovative system become more and more apparent as the distance to the power line grows. Its lower height means that the innovative system is less visible from a distance than the conventional system; thus, its visual impacts on the scenery is less intense.

(2) The effects of the innovative system on the avifauna has not been analysed empirically because the system has not yet been realized. In its place, a review of the rich body of literature on the impacts of overhead power lines on birds is given. The assessment focuses on the relevant differences of the innovative system in comparison the conventional system. These being the overall height of the system, the arrangement of conductors and steel cables in up to three levels, and the high visibility of the close proximity (bundling) of conductors and cables.

It is to be presumed that the systems do not differ strongly in the construction phase with respect to their impact on avifauna which is why the analysis focuses on the operation phase. The risk of bird strikes and habitat devaluation are analyzed for breeding and resting birds respectively during the bird migration. Lower overhead circuits are deemed preferable as they facilitate a shading of the power line by vegetation or other infrastructures. The bundling of cables is deemed positive since it increases visual perceptibility even for large and water birds.

Legal work package

The legal analysis focuses on NABEG projects, which are of national interest for a large-scale expansion of the transmission grid. The innovative overhead power line raises two legal questions. Firstly, the regulation of the bundling of transmission and distribution grids is analyzed. From an engineer’s point of view, the innovative overhead power-line can be constructed within the distribution grid routes, rendering planning and construction of new routes unnecessary. This undertaking would require removing the existing conventional poles and conductors of the distribution grid in order to combine power-lines of different voltage levels. Both, the transmission and the distribution grid, must be reconstructed to be conform with the innovative system. Current German legislation does not regulate responsibilities and (financial) duties of the parties, the

transmission and the distribution grid operators, for this case. This needs to be created. According to article 14 of the German constitution, some kind of financial adjustment is necessary.

The second legal question is how technical aspects of a power line can or must already be addressed during the federal planning (“Bundesfachplanung”) phase. The federal planning roughly defines a legally binding corridor in which the envisioned power-line must run. To-date, technical information regarding, for example, the nature of the poles, is neither required nor considered at this stage of the planning process. This can lead to problems in the planning process, in the case that a power-line cannot be constructed within this defined corridor. An amendment of the existing legislation seems necessary to address this issue.

The energy transition needs new construction of overhead power lines. This research and development project presents an innovative alternative to the conventional system, which offers, from the perspective of nature conservation, a range of advantages. This can enhance the acceptance towards new overhead power lines and thereby speed up the process.

1 Einleitung

Im Zuge der Energiewende findet in Deutschland ein Zubau an elektrischer Kapazität aus Erneuerbaren Energien statt. Nach § 1 Abs. 2 des am 1.8.2014 in Kraft getretenen Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) 2014 ist für deren Anteil am Bruttostromverbrauch eine Steigerung von 40 - 45 Prozent bis zum Jahr 2025 und 55 - 60 Prozent bis 2035 vorgesehen. Ein Großteil der erneuerbaren Energien wird fernab der Stromverbrauchszentren gewonnen, so dass ein Leistungstransport über große Entfernungen notwendig ist (Umweltbundesamt (UBA) 2014). Demnach ist zur Sicherung der Energieversorgung Deutschlands ein zeit- und bedarfsgerechter Ausbau der Übertragungsnetze unabdingbar. Durch das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) vom 21.8.2009 sowie das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) vom 28.7.2011 wurden wesentliche gesetzliche Grundlagen geschaffen. Im Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) in der Fassung vom 21.12.2015 werden insgesamt 43 Einzelvorhaben genannt und damit Netzverstärkungen und -optimierungen vorhandener Trassen sowie Neuverlegungen auf einer Länge von etlichen tausend Kilometern festgelegt. Trotzdem erfolgt der Netzausbau nach Einschätzung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gegenwärtig nicht in ausreichender Geschwindigkeit (BMWi 2014).

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die Mehrheit der Bevölkerung (63%) die Energiewende für richtig hält. Nur 7% der Befragten lehnen die Energiewende ab. Allerdings ist der Ausbau von Übertragungsleitungen mit Abstand die landschaftsverändernde Maßnahme im Zusammenhang der Energiewende, die am wenigsten von der Bevölkerung unterstützt wird (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) & Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2016, S 56ff). Der Widerstand gegen Ausbauvorhaben von Übertragungsfreileitungen in den vergangenen Jahren hat gezeigt, dass Freileitungen weniger Akzeptanz finden als Erdkabel (Deutsche Umwelthilfe Forum Netzintegration 2012). Hierbei spielen neben gesundheitlichen Bedenken auch Beeinträchtigungen der Avifauna und des Landschaftsbildes eine Rolle (statista 2016). Vor diesem Hintergrund ist bei den oben genannten umfangreichen Netzausbauvorhaben mit größeren Verzögerungen zu rechnen, und der Netzausbau wird zum „Engpass der Energiewende“ (BMWi 2016), den es zu überwinden gilt.

Ende 2015 haben Bundestag und Bundesrat durch eine Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) eine Vorrangregelung für Erdkabel beim Bau der Höchstspannungsgleichstrom-Übertragungstrassen (HGÜ) beschlossen. Diese Regelung greift allerdings nur bei fünf der 43 Ausbauvorhaben des Bundesbedarfsplans. Für den weitaus größeren Anteil, nämlich die 34 Drehstromvorhaben, gilt weiterhin der Freileitungsvorrang des EnWG. In vier dieser Ausbauvorhaben können zwar nach § 4 BBPIG unter bestimmten Voraussetzungen auch Erdkabel getestet werden (OTTE 2016). Dies betrifft allerdings allenfalls einzelne Teilstrecken, die als Pilotprojekte gelten. Der Ausbau des Übertragungsnetzes, namentlich der des Drehstromnetzes, wird also maßgeblich auf der Basis von Freileitungen erfolgen – hier gilt es anzusetzen.

Freileitungen für die Höchstspannungsebene werden in Deutschland in der Regel als Donaumastsysteme realisiert (vgl. Abschnitt 2.1). In anderen Ländern gibt es andere technischen Ausführungen (vgl. Abschnitt 2.2), die jedoch mit anderen technischen Voraussetzungen geplant wurden. Dieser Projektbericht stellt eine mögliche Alternative zu den konventionellen Freileitungen für den Netzausbau in Deutschland vor. Das im Folgenden thematisierte innovative Freileitungssystem ist weniger hoch und breit als konventionelle Freileitungssysteme.

teme in Deutschland und benötigt deutlich geringere Trassenbreiten. Dadurch könnte mit dem innovativen Freileitungssystem eine Höchstspannungsübertragung in bestehenden Trassen des Hochspannungsnetzes (220 kV- und 110 kV-Ebene) realisiert werden (mehr dazu in Kapitel 2).

Die Eigenschaften des innovativen Freileitungssystems bergen im Hinblick auf einen natur- und landschaftsverträglichen Ausbau der Übertragungsleitungen großes Potential. Daher wurde die Entwicklung, Untersuchung und Bewertung dieses Systems im Rahmen des Themenschwerpunkts Naturschutz und erneuerbare Energien des Bundesamtes für Naturschutz (www.natur-und-erneuerbare.de) gefördert. Dieser wachsende Themenschwerpunkt umfasst zur Zeit (Mai 2016) etwa 30 Forschungsvorhaben, die vom BfN aus Mitteln des Ressortforschungsplans des Bundesumweltministeriums gefördert werden. Dabei stehen Schutz und Erhalt der Artenvielfalt ebenso auf dem Programm wie die mögliche Veränderung des Landschaftsbildes im Zuge der Energiewende.

1.1 Zielsetzungen des Projekts

Im Rahmen des Projektes wird ein innovatives Freileitungssystem für die Höchstspannungsübertragung (380kV) konstruktiv beschrieben. Die Eigenschaften des Systems, seine Eignung für verschiedene Trassenverläufe sowie eine erste Abschätzung der Wirtschaftlichkeit werden präsentiert und diskutiert.

Das innovative Freileitungssystem wird als dreidimensionale Visualisierung konstruiert und in Fotografien verschiedener Landschaftstypen dargestellt. Das System wurde bislang noch nicht realisiert. Mit diesen Darstellungen ist daher eine erste optische Einschätzung möglich. Die Auswirkungen des innovativen Freileitungssystems auf das Landschaftsbild werden in einer vergleichenden Analyse gegenüber dem konventionellen Freileitungssystem untersucht und bewertet.

Ebenso werden mittels einer Literaturanalyse dessen Auswirkungen auf die Avifauna untersucht und bewertet.

Weiter wird die Einpassung des innovativen Freileitungssystems in den bestehenden Rechtsrahmen des NABEG untersucht, und es werden gegebenenfalls notwendige Rechtsanpassungen entwickelt. Da das innovative System auch in bestehenden Trassen des Verteilnetzes verlaufen kann, liegt ein Schwerpunkt bei der rechtlichen Zulässigkeit und Umsetzbarkeit der Bündelung von Übertragungs- und Versorgungsleitungen. In einem zweiten Schwerpunkt wird die Berücksichtigung technischer Aspekte auf Ebene der Bundesfachplanung beleuchtet.

1.2 Beteiligte

Das interdisziplinäre Projekt vereint die Bereiche Rechtswissenschaften, Landschaftsbildbewertung, Artenschutz und Ingenieurwesen. Durch das Projektdesign war es möglich, die konstruktive Entwicklung des innovativen Freileitungssystems aus naturschutzfachlicher Sicht zu begleiten und naturschutzfachliche Aspekte in der Gestaltung zu berücksichtigen.

Leuphana Universität Lüneburg

Professur für öffentliches Recht, insbesondere Energie- und Umweltrecht

Scharnhorststraße 1, 21335 Lüneburg

schomerus@leuphana.de

Univ.-Prof. Dr. Thomas Schomerus, Projektleitung

Julian Lauer, Bearbeitung juristischer Fragestellungen

Lotte M. Lutz, Projektkoordination

Sarah Kresse, studentische Hilfskraft

Leo Reutter, studentische Hilfskraft

OECOS GmbH

Bellmannstraße 36, 22607 Hamburg

mail@oecos.com

apl. Prof. Dr. Ing. habil. Karsten Runge, Leitung naturschutzfachliche Untersuchungen

Dr. Christian Butzeck, Landschaftsbildbewertung

Melanie Griem, Untersuchungen zur Avifauna

Noah Schöningh, studentische Hilfskraft

SAG GmbH

Versuchs- und Technologiezentrum Leitungsbau

Pittlerstraße 44, 63225 Langen

info@sag.eu

Wolfgang Marthen, Leiter des VTZ Leitungsbau

Dr. Heinrich Pohlmann, konstruktive Entwicklung und Prüfung

Ludwig Schliephake, konstruktive Entwicklung und Zeichnung

Patrick Sattler, mechanische und elektrische Prüfung

1.3 Aufbau des Berichts

Das zweite Kapitel enthält die technische Beschreibung des innovativen Freileitungssystems. Nach einer Einordnung in den Stand der Technik in Deutschland sowie international wird das innovative System dargestellt und seine Eigenschaften bewertet. Die Eignung des Systems für verschiedene Anwendungsgebiete und seine Wirtschaftlichkeit werden in Abschnitt 2.2 bewertet. Kapitel 3 enthält die Einführung in das naturschutzfachliche Arbeitspaket. In Kapitel 4 werden die Visualisierung des innovativen Freileitungssystems präsentiert und seine Landschaftsbildauswirkungen in neun Landschaftstypen analysiert und bewertet. Die Methodik wird in Abschnitt 4.1 ausführlich dargestellt, und die Ergebnisse der einzelnen Analysen werden in Abschnitt 4.3 präsentiert. Daraus resultierende Planungsempfehlungen werden in Abschnitt 4.4 diskutiert. In Kapitel 5 werden die Auswirkungen des innovativen Freileitungssystems

systems auf die Avifauna auf Basis einer Literaturanalyse diskutiert. Auf dieser Grundlage erfolgen praktische Empfehlungen für den Vogelschutz. Kapitel 6 enthält die rechtliche Analyse im Rahmen des Projekts. Dazu wird in Abschnitt 6.3 die Bündelung von Übertragungs- und Verteilnetzleitungen untersucht. Abschnitt 6.4 thematisiert die Berücksichtigung technischer Aspekte auf Ebene der Bundesfachplanung.

Die verwendete Literatur ist jeweils am Ende des Kapitels im Literaturverzeichnis aufgeführt. Die Rechtsnormen und Rechtsprechungen, auf die im Bericht Bezug genommen wird, sind vor dem Anhang in separaten Verzeichnissen genannt.

Literaturverzeichnis

- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2016): Naturbewusstsein 2015. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt. Berlin, Bonn.
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/naturbewusstseinstudie_2015_bf.pdf (letzter Zugriff 27.05.2016)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2014): Energie der Zukunft. Vierter Monitoring-Bericht zur Energiewende.
<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiewende/monitoring-prozess.html> (letzter Zugriff 27.05.2016)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2016): Die Energiewende kommt voran.
<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiewende/gesamtstrategie.html> (letzter Zugriff 27.05.2016)
- DEUTSCHE UMWELTHILFE FORUM NETZINTEGRATION (2012): Himmel und Erde – Freileitungen und Erdkabel. Wie soll der Strom der Zukunft übertragen werden? http://www.forum-netzintegration.de/uploads/media/DUH_Factsheet_Erdkabel-oder-Freileitung_03.pdf (letzter Zugriff 27.05.2016)
- OTTE, M. (2016): Bundesfachplanung für Gleichstromvorhaben mit gesetzlichem Erdkabelvorrang.
http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Veranstaltungen/2016/Methodenkonferenz/Otte.pdf?__blob=publicationFile (letzter Zugriff 27.05.2016)
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Netzausbau. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/netzausbau> (letzter Zugriff 27.05.2016).
- STATISTA (2016): Grundsätzliche Einstellung zu Freileitungen und Erdkabeln in Deutschland.
<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/200536/umfrage/grundsaeztliche-einstellung-zu-freileitungen-und-erdkabeln-in-deutschland/> (letzter Zugriff 27.05.2016).

2 Technisches Arbeitspaket

Im Zuge der Energiewende wird sich die Landschaft der Energieerzeugung in den nächsten Jahren stark verändern. Durch Abschaltung von Kernkraftwerken, Rückbau von Kohlekraftwerken und Umstellung auf erneuerbare Energien, wie Windkraft- und Solartechnik, wird eine Umstrukturierung der Übertragungs- und Verteilnetze für elektrische Energie erforderlich. (BUNDESNETZAGENTUR 2014) Durch die neuen, dezentralen Erzeugungsstandorte steigt die Entfernung zwischen Erzeugern und Verbrauchern. Die Dezentralität und die schwankenden Einspeisemengen führen zu veränderten Lastflüssen. Energie wird nicht mehr nur aus dem Kraftwerk durch das Übertragungsnetz (380 kV und 220 kV) in das Verteilnetz (110 kV) und von dort zum Verbraucher transportiert, sondern auch in umgekehrter Richtung: aus vielen kleinen Erzeugungseinheiten fließt Energie über das Verteilnetz durch das Übertragungsnetz zu weiter entfernten Verbrauchern. (BUNDESNETZAGENTUR 2016) Es gibt ein großes Gefälle zwischen Erzeugung im Norden und Verbrauchern im Süden. (BUNDESNETZAGENTUR 2014) Das existierende Netz muss hierfür umgestaltet werden. Das bestehende Netz stößt bereits jetzt an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit. (Ebd.)

Viele Freileitungen, die schon etliche Jahrzehnte in Betrieb sind, müssten in der Zukunft höhere Übertragungskapazitäten aufweisen, um die gestiegenen Anforderungen an die Übertragungskapazität erfüllen zu können. Die vorhandenen Stromkreise sind aber für diese Anforderungen nicht ausgelegt. Eine Aufrüstung von bestehenden Freileitungen erfordert eine Auslegung nach aktuellen Normen mit höheren Lastanforderungen – ähnlich einer Nachrüstpflicht für Brandschutz in Gebäuden bei einer Nutzungsänderung. Eine Sanierung von bestehenden Freileitungen ist oftmals technisch schwer realisierbar und wirtschaftlich nicht sinnvoll, so dass Ersatzneubauten in den vorhandenen Trassen und auch neue Strecken für die erhöhte Energieübertragung erforderlich werden.

Neue Freileitungen bedürfen eines Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahrens. Hierbei gilt die Prämisse- „Netz-Optimierung vor Verstärkung vor Neubau“ (NOVA-Prinzip). Zur Optimierung der Nutzung vorhandener Leitungen wird der witterungsabhängige Betrieb von Leitungen durch Monitoring eingesetzt, bei dem aus meteorologischen Messdaten eine zulässige Strombelastung der Leitungen abgeleitet wird. Die verwendeten Aluminium- / Stahl-Leiter dürfen nur bis zu einer Temperatur von 80°C betrieben werden, oberhalb dieser Temperatur verändern sich die mechanischen Eigenschaften der Aluminiumdrähte. Die Temperatur des Leiters ist einerseits abhängig von der erzeugten Wärme durch den Stromfluss sowie von der Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung, und andererseits von der Abkühlung durch die Umgebungsluft, die von der Umgebungstemperatur, Windgeschwindigkeit und –richtung beeinflusst wird. Gegenüber den früher angesetzten, starren Strombelastungsgrenzen, die auf Worst Case-Annahmen beruhten, lassen sich so einige Verbesserungen der Übertragungskapazität erzielen, z.B. im Bereich der Erzeugung durch Windkraft (TENNET 2010).

In vielen Fällen wird durch Einsatz anderer Werkstoffe für die stromtransportierenden Leiter (Hochtemperaturleiter mit geringem Durchhang - HTLS) die Übertragungskapazität in begrenztem Maß erhöht. Engpässe für Extremsituationen (Ausfall eines Stromkreises z.B. wegen Wartungsarbeiten) lassen sich so entschärfen. Die hohe Leitertemperatur bedeutet letzten Endes wesentlich höhere Leitungsverluste. Daher ist diese Technik kein genereller Lösungsansatz zur Vermeidung von Neubauten (SCHMID 2014) Es wird jedoch ein nicht unerheblicher Neubaubedarf erforderlich.

Bei den Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren sieht der Gesetzgeber vor, dass die Bevölkerung und Träger öffentlicher Belange (TÖB) (z.B. Naturschutzverbände, Landwirtschaft, etc.) entsprechend beteiligt werden. Das zukünftige Verbundnetz wird als vermaschtes Netz mit 380-kV-Höchstspannungsdrehstromübertragung (HDÜ) betrieben. Einzelne Verbindungen können auch als Höchstspannungsgleichstromübertragung realisiert werden (HGÜ) (siehe auch Einleitung).

Hierbei werden von verschiedenen Gruppen in der Bevölkerung und der Politik vielfach Kabelsysteme als Wechselstrom- und Gleichstromverbindung favorisiert. Für die Freileitung sprechen langjährige Betriebserfahrungen, geringere Kosten und kürzere Reparaturdauern. Kritisch wird in der Bevölkerung der optische Eindruck, der Flächenverbrauch für neue Trassen und die Wirkung von elektrischen und magnetischen Feldern in der Nähe betrachtet. Dies führt zu erheblichen Auseinandersetzungen in Bereichen geplanter Leitungsneu- und -umbauten. (STEYER 2010)

2.1 Stand der Technik

Seit den späten 1920er Jahren werden Freileitungen in Deutschland mit symmetrisch konstruierten Stahlgittermasten gebaut. Beiderseits des Mastchaftes wird mindestens je ein Stromkreis, der technisch bedingt aus drei Phasen besteht, installiert. Die jeweils drei Phasen können nebeneinander auf einem Querträger (Ein-Ebenen-Anordnung), übereinander auf drei Querträgern (Tonnen-Anordnung) oder im sogenannten Donaumastbild mit zwei Phasen auf dem unteren und einer Phase auf dem oberen Querträger angeordnet sein. Die Anordnung hat Einfluss auf die Höhe der Maste (der Tonnenmast ist der höchste und schmalste) und auf die Breite der Trasse (der Ein-Ebenen Mast ist der niedrigste, aber breiteste). Zwischen den Masten sind die stromführenden Leiter an Isolatoren aufgehängt. An der Mastspitze oder auf einem weiteren Querträger (Erdseiltraverse) befinden sich sog. Erdseile, die der Erdung der Maste und dem Schutz der Phasenleiter vor Blitzeinschlag dienen. (KIEßLING, NEFZGER, KAINZKYK 2001)

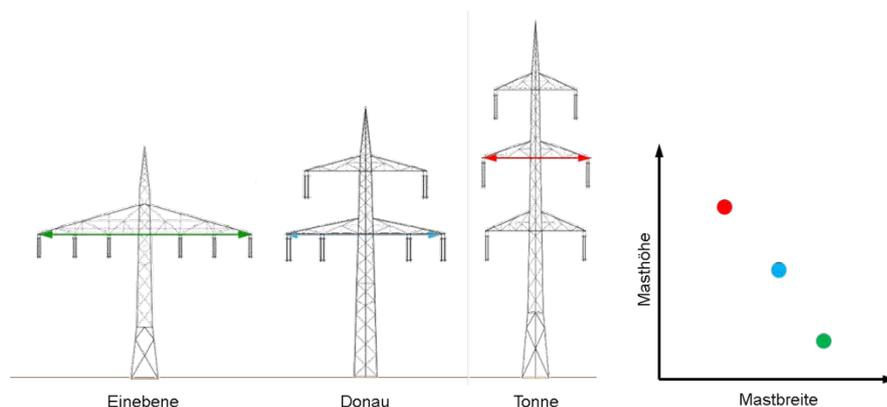


Abb. 1: Typische Mastbauformen für Hochspannungsfreileitungen

Da die Zugkraft, mit der die Leiter gespannt werden können, begrenzt ist, ergibt sich ein bogenförmiger Verlauf zwischen den Masten (Kettenlinie). Als Durchhang wird der größte, senkrechte Abstand der bogenförmigen Seilkurve zu einer Geraden zwischen den Aufhängepunkten des Leiters bezeichnet. Er ist abhängig von dem Gewicht des Leiters und der Zugkraft, mit der dieser gespannt ist. Die in der Freileitung verwendeten Leiter bestehen aus

Aluminiumdrähten für eine gute elektrische Leitfähigkeit und im Kern aus Stahldrähten, die einen großen Teil der Zugbelastung aufnehmen. Die Zugbelastungen der Leiter lassen sich nicht höher einstellen als dies zur Zeit gehandhabt wird, da andernfalls starke Schwingungen durch Windanströmung auftreten – ähnlich wie bei der Saite einer Gitarre, die ab einer gewissen Spannung sehr leicht zu Schwingungen angeregt werden kann. (KIEBLING, NEFZGER, KAJNTZYK 2001)

Der Durchhang der Leiter ist zudem nicht immer gleich. Er ändert sich mit der Temperatur des Leiters und ggf. beim Auftreten von zusätzlichen Lasten, wie z.B. Eisansatz. Für die statische Auslegung der Zugspannung und des Durchhangs von Freileitungen müssen nach der DIN EN 50341-2-4 im Wesentlichen folgende Situationen betrachtet werden:

- 10° Leitertemperatur (Mittelzugspannung)
- 80° Leitertemperatur (max. Betriebstemperatur – möglicherweise größter Durchhang)
- +5° C, max. Windstaudruck
- -5° C, ½ max. Windstaudruck und Eisansatz
- -20° C ohne Eis (tiefste Betriebstemperatur)

Die Größe des Durchhangs ist überproportional abhängig vom Abstand der Masten, d.h. bei eng zusammenstehenden Masten, z.B. 200 m, beträgt er 5 m, bei weiter entfernten Masten, z.B. 300 m, beträgt er 12 m, und überbrücken die Leitung einen Abstand von 380 m zwischen den Masten, beläuft er sich auf 21 m. Je weniger Masten verwendet werden, desto höher müssen diese dementsprechend gebaut werden.

Wegen der hohen elektrischen Spannung müssen die Leiter so aufgehängt werden, dass unter allen Betriebsbedingungen ausreichender Abstand zum Boden, zu Fahrzeugen und neben der Leitung stehenden Bäumen oder Bauwerken eingehalten wird. Für eine 380-kV-Leitung liegt der erforderliche Bodenabstand nach EN 50341-2-4 bei ca. 8 m, wobei viele Netzbetreiber den Abstand wegen großer Landwirtschaftsgeräte auf 12,5 m auslegen. (DIN EN 50341-2-4; 50HERTZ o. J.)

Durch starken Seitenwind werden die Leiter und die Isolatoren zur Seite ausgelenkt. Auch diese Bewegungen müssen bei der Planung der Freileitung berücksichtigt werden. Den Bereich unterhalb der Leiter bezeichnet man als Schutzstreifen, der über das Grundbuch zu sichern ist. Die Ausdehnung senkrecht zur Leitung wird als Trassenbreite definiert. Die Trassenbreite ist abhängig von der Spannfeldlänge, der Mastbreite, dem erforderlichen Bodenabstand und dem Durchhang sowie der Betriebsspannung. (DIN EN 50341-2-4) Aus dem erforderlichen Bodenabstand und dem Durchhang der Leiter ergeben sich somit die Abmessungen des Mastes und Schutzstreifens.

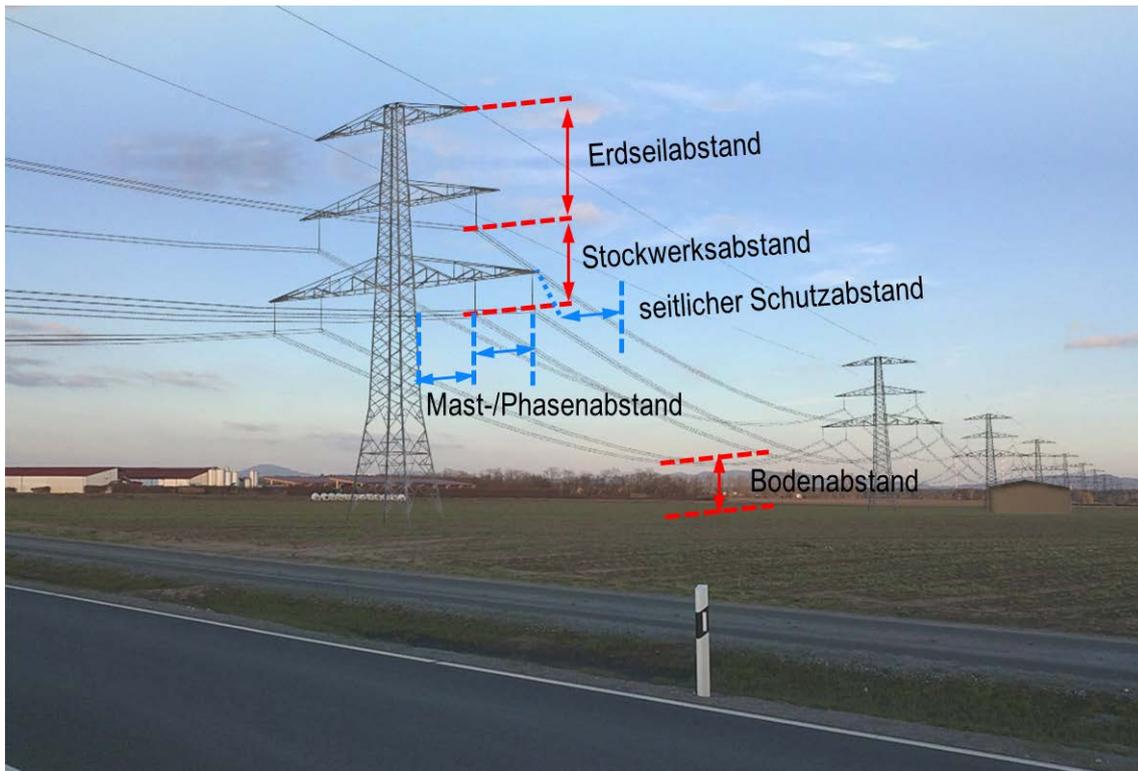


Abb. 2: Abstände in der Freileitung

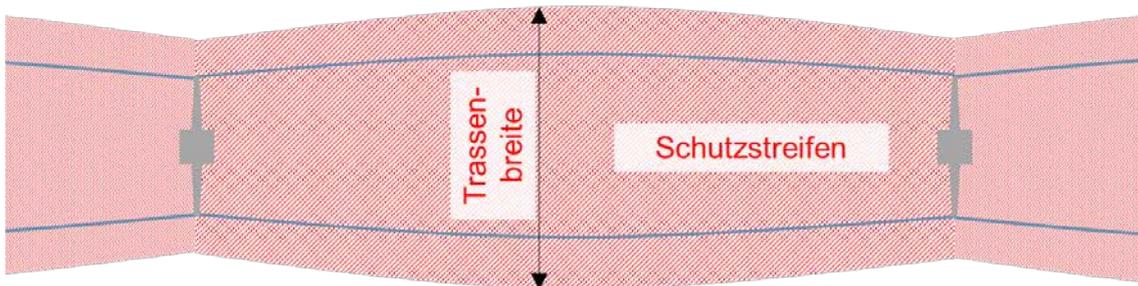


Abb. 3: Erläuterung Trassenbreite und Schutzstreifen

2.2 Entwicklungen in Europa

In verschiedenen Ländern Europas wird nach anderen Bauformen für Freileitungen gesucht, in der Hoffnung damit die Akzeptanz für Freileitungen zu erhöhen. Hier bildet häufig das Mastdesign den innovativen Ansatz, das in Richtung einer Skulptur in der Landschaft verändert wird. Die Durchhänge der Leiter entsprechen dabei der bisher üblichen Technik. Diese Maste sind stark von architektonischen Bestrebungen geprägt, wobei für die Instandhaltung komplett neue Konzepte erforderlich werden.

Nachfolgend einige Beispiele ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

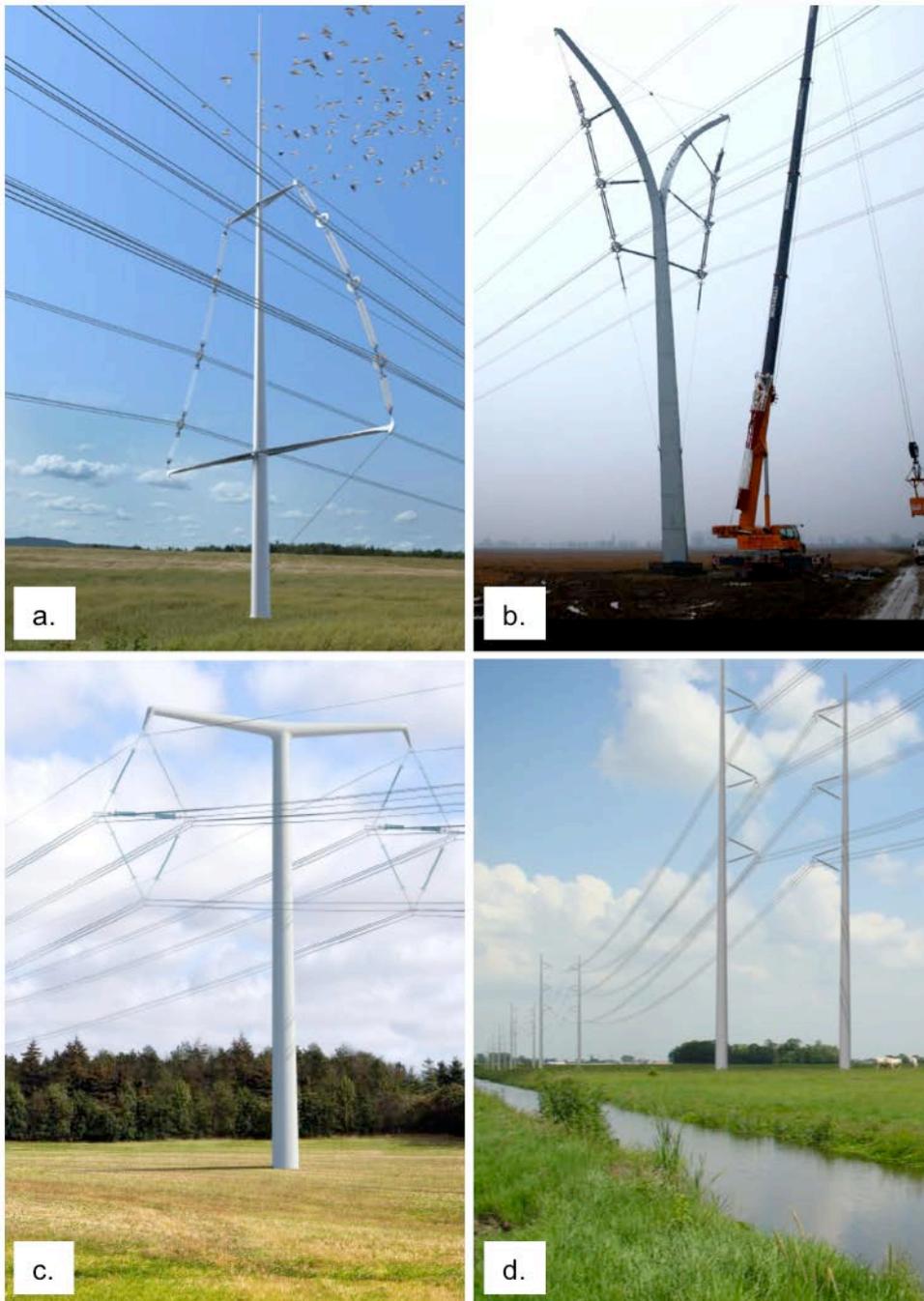


Abb. 4: Italien (Quelle: Dutton, verändert). Die Leitung ist vom gleichen Architekten wie Beispiel a.) und ist seit 2014 in Betrieb. c.) Mastkonzept für National Grid, UK (Quelle: Bystrup, verändert). Eine Testleitung wurde 2015 errichtet. d.) WinTrack-Maste in den Niederlanden (Quelle: TenneT, verändert).

WinTrack-Maste in den Niederlanden werden seit 2010 gebaut. Das Konzept soll für größere Maste und Maste mit mehreren Systemen erweitert werden. Je Standort werden zwei Maste errichtet, an denen die Leiter mit so genannten Isoliertraversen befestigt sind. Bei dieser Bauweise gibt es keine Querträger (Traverse), die Isolatoren ergänzen die Maststruktur.

2.3 Neue Konzepte

Die SAG verfolgte bei der Entwicklung eines neuen Konzepts für die Stromübertragung mit Freileitungen das Ziel, die Durchhänge der stromführenden Leiter zwischen den Masten zu reduzieren zu können. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die bisherigen Leiterkomponenten modifiziert und ein neuartiges Seilsystem entwickelt. Dieses verfolgte die Idee, das Seilsystem zwischen den Masten unter sehr hohe Zugspannung zu setzen und auf diese Weise die Durchhänge zwischen den Masten zu reduzieren. Eine Herausforderung dabei ist jedoch, dass die üblicherweise verwendeten Leiterseile aus Aluminium der mechanischen Belastung, die mit einer hohen Zugspannung einhergehen, nicht standhalten. Daher werden die Leiter mit Stahlseilen kombiniert, die die Zugspannung aufnehmen. Diese Ziel verfolgen die unter 2.2 vorgestellten Freileitungen nicht, diese verwenden alle die konventionelle Leiterzugspannung.

Die erste Entwicklung lief darauf hinaus, dass oberhalb der Phasenseile zwischen den Masten je Stromkreis (bestehend aus drei Phasen) ein sehr dickes Stahlseil als Erdseil gespannt wird. In regelmäßigen Abständen, z.B. alle 100 m, werden die stromführenden Leiter aus Aluminium mit langen Isolatoren an das Stahlseil angehängt. Es ergibt sich eine flachere Durchhangskurve, die sich aus dem Durchhang des Stahlseiles und den kleineren Durchhängen der Aluminiumseile zwischen den Aufhängepunkten zusammensetzt – ähnlich wie bei einer Girlande. Durch eine geeignete Wahl des Stahlseiles und der Isolatoren lässt sich der Durchhang im Vergleich zur üblichen Aufhängung halbieren.



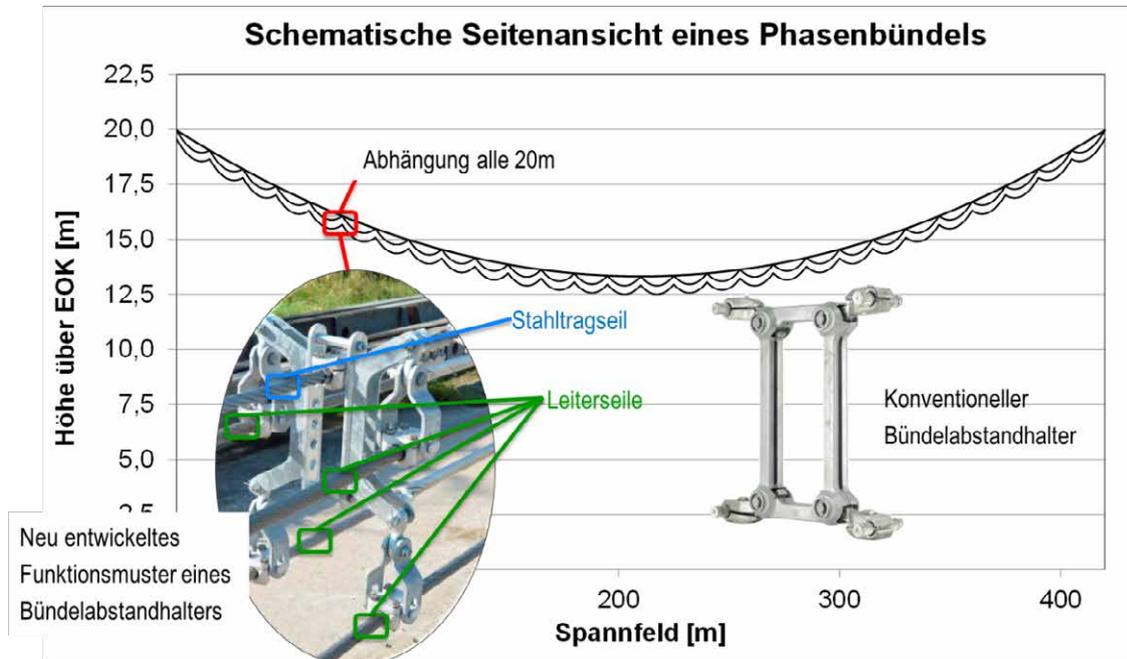
Abb. 5: Visualisierung einer Leitung mit Abhängung am Erdseil

Eine weitere Entwicklung wurde vorangetrieben, bei der in jeder Phase ein zusätzliches Stahltragseil installiert werden soll. Dieses Stahlseil befindet sich auf elektrischem Potential,

d.h. ein kleiner Teil des Stromes fließt durch dieses Seil, und die stromtragenden Aluminiumleiterbündel werden in regelmäßigen Abständen (alle 15 bis 30 m) angehängt. Diese Technologie erweist sich gegenüber der anfangs beschriebenen Technik als wirtschaftlicher, da die aufzubringenden Kräfte und Biegemomente an den Masten geringer sind.

compactLINE

Neuentwicklung einer raumoptimierten Freileitung



26

Abb. 6: Schematische Seitenansicht eines Phasenbündels

Im Rahmen eines vom BMWI geförderten Forschungsprojekts und einem von dem Übertragungsnetzbetreiber 50Hz Transmission beauftragten Untersuchungsprogrammes wurde dieses System in Bezug auf Praxistauglichkeit geprüft. Hierfür mussten Isolatoren, Bündelabstandhalter und Montagetechnologien entwickelt und erprobt werden. Es wurden Systeme mit ein oder zwei Stahltragseilen und angehängtem Leiterbündel sowie mit unterschiedlichen Isolatorenanordnungen entwickelt. Auf einem ca. 1 km langen Prüffeld wurde das Verhalten auch bei extremen Belastungen untersucht. Beispielsweise wurden Eislastabwurfversuche durchgeführt.

Die zur Verfügung stehenden Techniken und die sich hieraus ergebenden möglichen Mastkonfigurationen werden nachfolgend beschrieben.

2.3.1 Isolatoren

Seit einigen Jahrzehnten sind Kompositisolatoren auf dem Markt, deren Isolierkörper aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht, der mit einem Mantel aus Silikon mit angeformten Schirmen besteht. Die mechanische Befestigung erfolgt durch Metallkappen, die an den Enden angebracht werden. Diese Isolatoren weisen eine sehr hohe Zugfestigkeit bei geringem Gewicht auf und werden in großer Stückzahl in den Freileitungsnetzen eingesetzt. Der Glas-

faserkern hat bei diesen Isolatoren einen Durchmesser von 25 mm bis 35 mm. Um bei Druckbelastungen das Ausknicken zu verhindern, werden auch Kompositisolatoren mit wesentlich stärkerem Glasfaserkern hergestellt, derzeit bis zu 170 mm Durchmesser. Die Zugbelastbarkeit der Kompositisolatoren liegt mittlerweile bei 1320 kN.



Abb. 7: Beispiel für einen Kompositisolator

2.3.2 Stahltragseile

Es werden sog. vollverschlossene Stahlseile als Tragseile verwendet. Die äußeren Lagen bestehen hierbei aus Z-förmigen Profildrähten, die sich miteinander verkrallen und so einen sehr geschlossenen Seilverbund ermöglichen. Als Korrosionsschutz wird ein dicker Zinküberzug verwendet, der einen langen, wartungsfreien Betrieb ermöglicht.

Die Fertigung und Erfahrungen mit solchen Stahltragseilen können aus dem Seilbahn- und Brückenbau entnommen werden. Hier liegen auch Technologien zur Befestigung der Stahlseile mit entsprechenden Klemmen vor.

Seilnennendurchmesser	36.0 mm	Seilnennendurchmesser	26.0 mm
Theor. Seildurchmesser	36.15 mm	Theor. Seildurchmesser	26.07 mm
Seilkonstruktion	VV2 25Z+21Z+12+6+1]	Seilkonstruktion	VV1 20Z+[12+6F+6+1]
Metall. Querschnitt	891 mm ²	Metall. Querschnitt	462 mm ²
Seilmasse	7.40 kg/m	Seilmasse	3.84 kg/m
Mindestbruchkraft	1296 kN	Mindestbruchkraft	690 kN
Drehmoment	0.84 x S [kN]	Drehmoment	1.149 x S [kN]

Abb. 8: Technische Daten und Seilaufbau für Stahltragseile mit 36 und 26 mm Durchmesser (Quelle: Fatzer AG)

2.3.3 Phasenseile / Bündelkonfigurationen

Die Phasenseile werden mit wesentlich geringerer Zugspannung als in den üblichen Leitungen an den Stahltragseilen befestigt. Hieraus resultiert eine positive schwingungsdämpfende Wirkung für die Phasenseile und auch für die Stahltragseile. Der Stahlanteil in den Phasenseilen kann demzufolge gering sein, und es können andere, weniger sichtbare Bündelanordnungen verwendet werden.

Die aufgeführte Tabelle zeigt für fünf verschiedene stromführende Leiterbündel die jeweils erforderlichen Eigenschaften der Stahltragseile. Die Angaben beziehen sich jeweils auf eine Spannfeldlänge von 420 m und einen Durchhang von 8 m. Für die Varianten 1 bis 4 werden Aluminium-Stahlseile verwendet, für die Variante 5 reine Aluminiumseile. Die Bezeichnungen beziehen sich auf die Flächenanteile von Aluminium / und Stahldrähten und die Nomenklatur entspricht der üblicherweise im Leitungsbau verwendeten Schreibweise. Die Aluminium-Stahl-Leiter in Variante 1 und 2 entsprechen weitestgehend den bisher verwendeten Standardtypen, Variante 3 weist einen geringeren Stahlanteil auf). Der Stahlquerschnitt wird bei den angehängten Leitern jedoch nicht benötigt, so dass auch Leiter mit reduziertem Stahlanteil (Variante 3 und 4) oder ohne Stahlanteile (Variante 5) verwendet werden könnten. Die technischen Angaben zu den Stahltragseilen entstammen dem Katalog der Fa. Fatzer, die Angaben zu den Al/St Leitern der Din EN 50182.

Man erkennt, dass je nach benötigter Übertragungskapazität – hier dargestellt durch die Strombelastbarkeit je Phase – unterschiedliche Bündelkonfigurationen zum Einsatz kommen können.

Tab. 1: Mögliche Bündelkonfigurationen (Quelle: Eigene Darstellung)

Variante	1	2	3	4	5
Leiterbündel	4x265/35	4x435/55	4x570/40	2x1045/55	3x800-Al1
Strombelastbarkeit [A]/ Phase	2720	3600	4000	3160	4020
Anz. Stahltragseile	1	2	2	1	1
∅ Stahltragseil mm	30	26	28	32	36
Stahlquerschnitt gesamt [mm ²]	633	924	1094	723	891
Gewicht Stahlseile [N/m]	51,99	73,56	87,3	59,06	73,77
Zugkraft je Stahlseil [kN]	516	375	404	562	723
Mindestbruchkraft je Stahltragseil [kN]	920	690	805	1040	1296
Gewicht Al/St Seile [N/m]	39,04	64,4	74,04	63,73	63,86
∅ Al/St Seile (Einzelleiter) [mm]	22,4	28,8	32,3	43,0	36,9

2.3.4 Erdseile

Die Erdseile müssen elektrisch in der Lage sein, den Kurzschlussstrom einer Freileitung über einen gewissen Zeitraum – bis zum Öffnen der Leistungsschalter – ohne Schädigung oder Festigkeitsreduzierung fließen zu lassen. Typischerweise sind das 40 kA bis 50 kA für ca. 1 Sekunde. Parallel dazu muss ein Faserbündel aus Lichtwellenleiter mitgeführt werden, das zu internen und externen Nachrichtenübertragung verwendet wird. Die Erdseile in der kompakten Freileitung müssen auf einen gleichen Durchhang wie die Stahltragseile der Phasen reguliert werden können, d.h. auch hier sind hohe Zugkräfte zu beherrschen.

Hierfür können zwei Lösungen eingesetzt werden:

- in einem Stahltragseil wird ein Draht durch ein Röhrchen, in dem die Glasfasern liegen, ersetzt – dies ist die übliche Technik im Seilbahnbau
- an ein Stahltragseil wird ein konventionelles Erdseil mit innen liegenden Glasfasern angehängt

2.3.5 Phasenordnungen

Eine Möglichkeit der Phasenordnung am Mast besteht in der Anordnung der drei Phasen auf gleicher Höhe. Bei dieser Technik wird das Leiterbündelsystem an einem Isolator angehängt. Mittels eines schräg angeordneten zweiten Isolators wird die Seitenauslenkung des Seilaufhängepunktes bei Windbelastung fixiert. Bei der Dimensionierung des Tragseilsystems können die Tragseile so ausgelegt werden, dass der Durchhang gegenüber dem konventionellen Leiterbündel auf die Hälfte reduziert wird. Diese geringen Durchhänge und die Seitenauslenkung der äußeren Phasen bei Windauslenkung führen bei einem Abstand der Maste von 420 m zu einer Trassenbreite von 50 m. Bei einem Mindestbodenabstand für die 380-kV-Spannungsebene von 12,5 m in Spannfeldmitte beträgt die Masthöhe bei diesen Spannfeldlängen ca. 28 m. Diese Leiteranordnung benötigt eine Trassenbreite von 55 m.

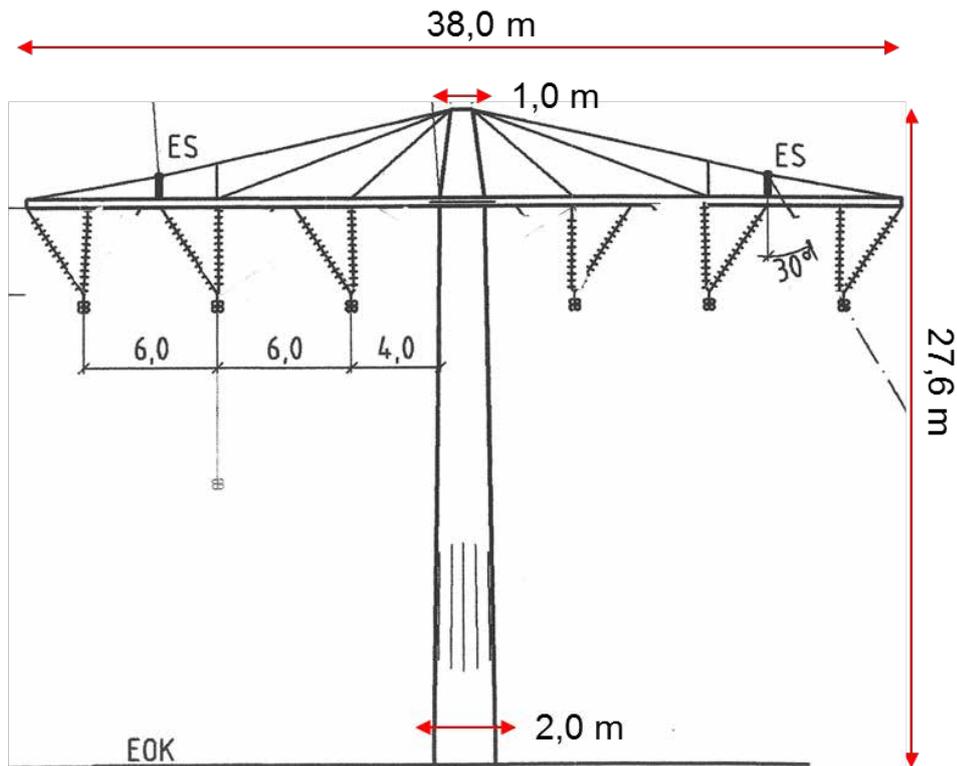


Abb. 9: Mast mit Ein-Ebenen Anordnung

Zur Verringerung von elektromagnetischen Feldern können die Anordnungen der drei Phasen wie ein Dreieck aufgebaut werden. Zwei nebeneinander befindliche Phasen werden mit je einem senkrechten sowie mit je einem nach links und rechts schräg angeordneten Isolator gehalten. An diesen beiden Aufhängepunkten der Phasen wird eine große V-förmige Isolatorenkette angehängt, an der am unteren Punkt die dritte Phase befestigt wird. Diese sogenannte Sternkette erfüllt alle Anforderungen in Bezug auf statische Belastungen und ist im Versagensfall eines Isolatorenstranges in der Lage, die Leiterbündel sicher zu tragen. Bei dieser Seilanordnung (umgekehrtes Donaumastbild) befinden sich die Phasen anordnungen in zwei Ebenen. Hierdurch wird der Mast gegenüber der Ein-Ebenen Anordnung um ca. 7 bis 8 m höher. Der Abstand zwischen den äußeren Phasen fällt kleiner aus, so dass sich die Trassenbreite auf 50 m verengt.

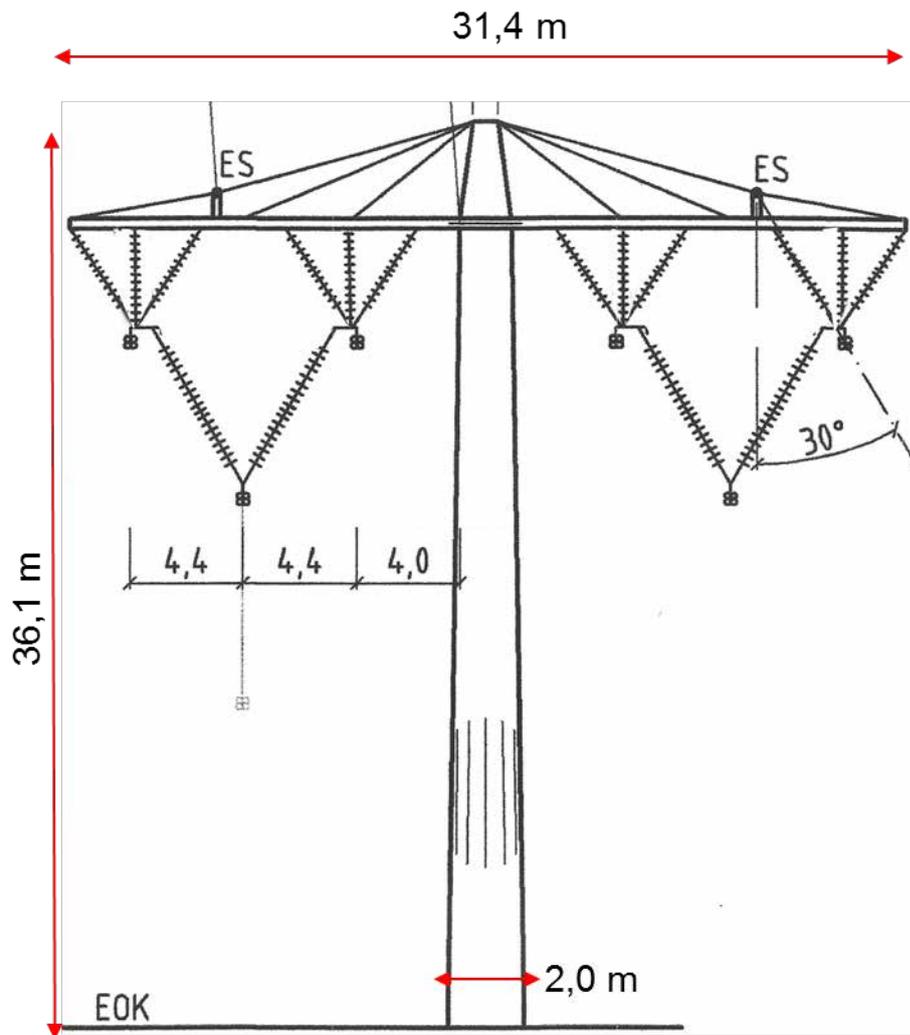


Abb. 10: Mast mit Dreiecksanordnung und "Stern-Isolatorenkette"

Als eine weitere Anwendung in engen Trassen, z.B. Waldschneisen, kann ein Mastgestänge mit einer Y-Form Vorteile bringen. Der untere Mastkörper ist als Rohr ausgelegt, und die oberen Traversen gehen Y-mäßig bzw. V-förmig auseinander. Die seitlich angeordneten Isolatorenketten sind für alle Phasen gleich aufgebaut. In der jeweiligen asymmetrischen V-Kette wird der obere Isolatorenstrang aus zwei dünnen, parallel verlaufenden Kompositisolatoren realisiert. Der Strunkdurchmesser beträgt ca. 35 mm. Der untere Isolatorenstrang wird auf Druck belastet und wird aus einem Glasfaserstab mit ca. 170 mm Strunkdurchmesser gefertigt.

Die Lastumlagerungsversuche waren bei dieser und auch bei allen anderen hier gezeigten Kettenanordnungen erfolgreich.

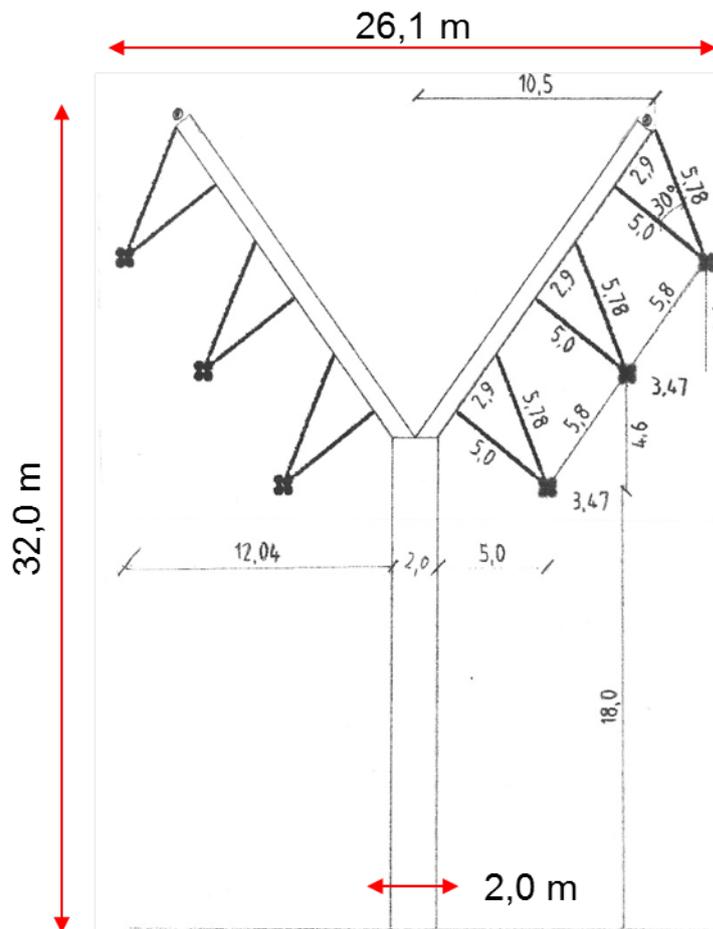


Abb. 11: Mast mit Y-Traverse und asymmetrischen –V-Isolatorenketten

Durch die geometrische Anordnung des Y-Mastes kann ein günstiges Schneisenmanagement umgesetzt werden. Je dichter die Bäume sich zur Leitungsachse befinden, desto kleiner muss die Baumwuchshöhe sein. Dieser gestufte Seitenbewuchs des Waldes ist vorteilhaft bei Sturmbelastungen für den dahinter befindlichen hohen Baumbestand. Die Kubaturen in Bezug auf Masthöhe und Mastbreite sind für Schneisen sehr günstig. Die erforderliche Trassenbreite bei dieser Mastbauform beträgt ca. 48 m.

Die oben gezeigten drei Mastvarianten verdeutlichen gut die Bandbreite der möglichen technischen Lösungen und wurden daher von der OECOS GmbH für die Visualisierungen in diesem Projekt ausgewählt. Als Beispiele für weitere Ideen sind nachfolgend zwei weitere Mastvarianten dargestellt.

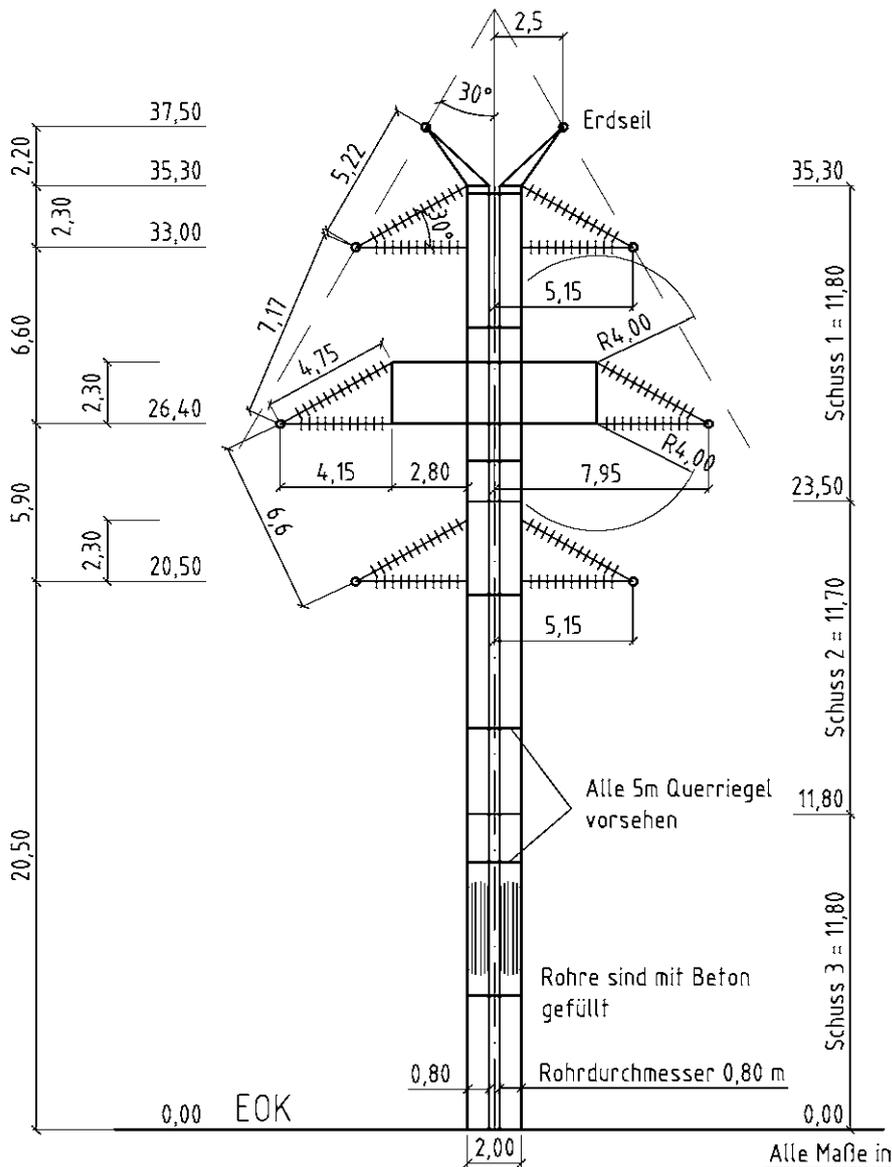


Abb. 12: Tonnenmastbild mit Isoliertraversen -Mast aus zwei Rohren

Bei dieser Bauweise besteht ein Tragmast aus einem stärkeren Mastschaft oder aus zwei dünneren Mastschäften (Rohren), die nebeneinander und rechtwinklig zum Leitungsverlauf angeordnet sind. Mit einer Isoliertraverse, bei der der untere Isolator als Druckstab ausgelegt wird, hat dieser Isolator einen Durchmesser von 170 mm. Der Zugisolatorenstrang besteht aus zwei parallel angeordneten GFK-Isolatoren mit einem Strunkdurchmesser von 35 mm. Diese Mastanordnung mit dem Tonnenmastbild hat drei Phasen übereinander angeordnet und weist das schlanke Mastbild und die geringste Trassenbreite auf.

Diese Kettenanordnung (Isoliertraverse) erfüllt die Anforderungen hinsichtlich der Lastumlagerungen. Die zwei weiteren Phasen werden jeweils 6 m höher an den Mastschaft mittels Isoliertraverse befestigt. Um auch die Normen unterschiedlicher EU-Länder mit zu berücksichtigen, wird die mittlere Phase um mindestens 60 cm nach außen versetzt. Damit können z.B. unzulässige Annäherungen zwischen den Phasen nach einem Eislastabwurf vermieden

werden. Die Isoliertraverse kann auch im Bereich von Kreuzungen mit anderen Infrastrukturen (Straße, Bahn etc.) eingesetzt werden, da bei den Eislastabwurfversuchen mit den Stahltragseilen im Seilbündel eine maximale Horizontalverschiebung der Tragklemme von 40 cm stattfand. Diese geringen axialen Auslenkungen bei Differenzseilzug sind den hohen Stahlseilkräften geschuldet, d.h. die hohen Rückstellkräfte im eisfreien Spannungsfeld geben dem Tragpunkt die axiale Stabilität. Die erforderliche Trassenbreite bei dieser Mastbauform beträgt ca. 40 m.

2.3.6 Mastbauformen

Prinzipiell können bei den Trag- und Abspannmasten Gitterfachwerke aus Stahlprofilen gefertigt werden. Alternativ können zylindrische oder konische zulaufende Stahlvollwandmaste verwendet werden. Bei den Stahlvollwandmasten, insbesondere bei den Abspann- bzw. Endabspannmasten, werden hohe Stahlgewichte benötigt. Dieses führt zu einem verstärkten Wegebau bei der Installation.

Bei der Gegenüberstellung eines 380-kV-Tragmastes in Gittermastfertigung oder Stahlvollwandmastfertigung weisen beide Mastbauformen annähernd das gleiche Stahlgewicht auf. Im EOK (Erdoberkante) weist hierbei der Stahlvollwandmast einen Durchmesser von 2 m und der Stahlgittermast einen Abstand der Eckstiele von 3,80 m auf. Die beigefügte Mastzeichnung verdeutlicht einen Stahlgittermast für das Stahltragseilssystem.

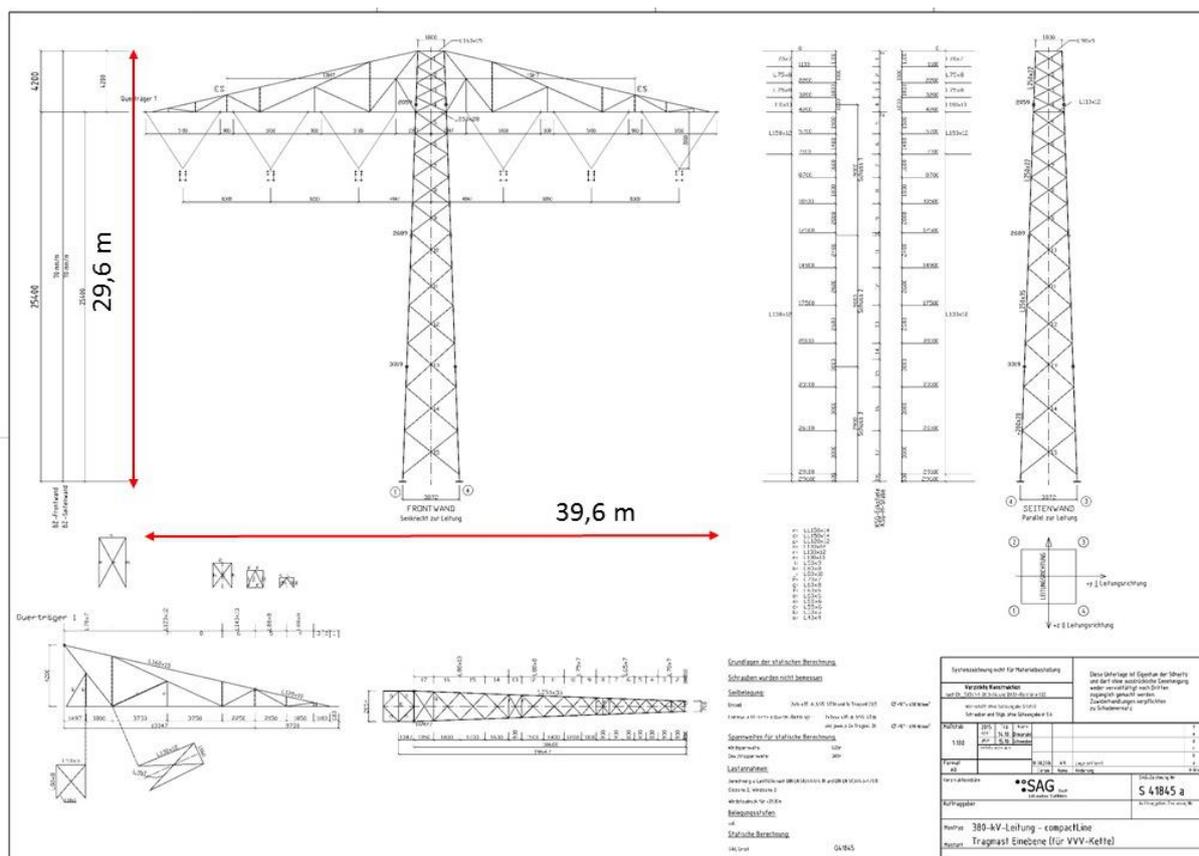


Abb. 13: Beispiel für einen Gittermast als Tragmast in Ein-Ebenen Anordnung

2.3.7 Erdseile bzw. Luftkabel

Die bis jetzt am Markt befindlichen Luftkabel können bei diesen Freileitungen mit straff gespannten Phasenseilbündeln nicht eingesetzt werden, weil sie einen zu großen Seildurchhang aufweisen. Auch das Erdseil bzw. Luftkabel muss durchhangsgleich mit dem Phasenseilsystem installiert werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

Zum einen kann wie beim 110-kV-System ein Stahltragseil mit angehängtem Aluminiumseil und innenliegenden Glasfasern (Luftkabel) verwendet werden. Auch können andere Seilsysteme, die mit einem hohen Stahlanteil und einem Glasfaserröhrchen bestückt sind, Anwendung finden.

2.3.8 Mitführen von 110-kV-Stromkreisen auf optimierten kompakten Freileitungen

Werden auf Grund von Bündelungen in einer 380-kV-Freileitung mit Stahltragseilen auch 110-kV-Stromkreise mitgeführt, so wird für diese Spannungsebene eine weitere Traverse mit drei Phasen in Einebenanordnung installiert. Die jeweilige Phase wird durchhangsgleich zu den 380-kV-Seilsystemen konstruiert und ausgelegt. Beispielsweise kann an einem 16 mm Durchmesser-Stahltragseil ein 380 mm²-Aluminiumseil angehängt werden. Auch dieses stromführende Aluminiumseil wird alle 20 bis 30 m mittels einer Klemme angehängt. Diese Variante wurde experimentell nicht untersucht.

2.4 Kompakte 110-kV-Freileitungen

Die oben beschriebenen Techniken für die Transportleitung (380 kV) lassen sich auch auf 110-kV-Systeme übertragen. So haben Berechnungen gezeigt, dass in der 110-kV-Spannungsebene mit dem eingangs erwähnten Seilsystem für ein Stahltragseil und ein angehängtes Aluminiumseil der gleiche Tragmastkörper verwendet werden kann, wobei bei 2-facher Eislast 325 m und bei einfacher Eislast 385 m Mastabstände (Spannfeldlängen) gewählt werden könnten.

2.5 Praktische Erprobungen

In dem Versuchsaufbau in Faulbach wurden Versuche zur mechanischen Belastbarkeit von zwei Systemen durchgeführt.

- Stern-Kette
- Asymmetrische horizontale V-Kette / Schwenktraverse

Aus vorhergehenden Untersuchungen liegen positive Erfahrungen für die abgespannten Seilsysteme bei dem Szenario des Abwurfs von Eiswalzen vor, so dass diese Vorgänge nicht erneut untersucht wurden.

2.5.1 Lastumlagerungsversuche an der Sternkette

Im Rahmen dieses Projektes wurden Lastumlagerungsversuche durchgeführt. Bei dieser Prüfung wird der Bruch eines Isolatorenstranges in einer Mehrfachisolatorenkette simuliert und die Reaktion der verbliebenen Isolatoren untersucht. Hierbei darf kein weiterer Bruch auftreten und die Leiter müssen am Mast gehalten werden.

Diese Versuche verliefen positiv und sind unten näher beschrieben. Vor einer praktischen Verwendung wären jedoch noch elektrische Prüfungen für das Verhalten beim Auftreten ho-

her Spannungen und hoher Ströme (Kurzschlussversuche) unter Verwendung möglichst seriennaher Komponenten und Schutzarmaturen durchzuführen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Sternkette. In der Tabelle sind die Belastungsszenarien dargestellt, für die die Lastumlagerung durchgeführt wurde.

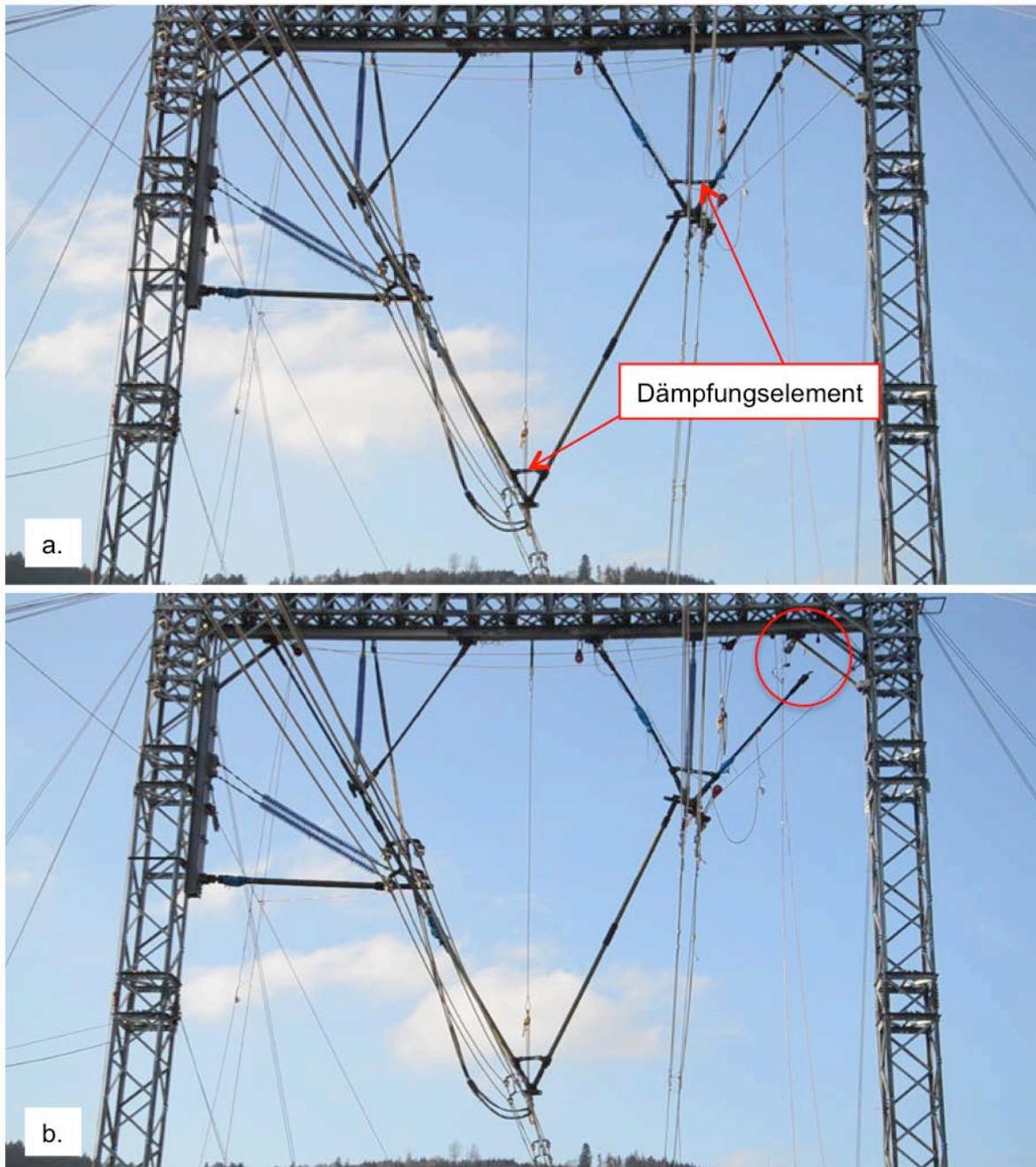


Abb. 14: Lastumlagerungsversuch Sternkette vor (a.) und nach (b.) der Auslösung des Bruchs. Das Bündel rechts oben nutzt ein Zweifachtragseil, das Bündel unten ein Einfachtragseil. Auch nach dem Bruch wird der Isolator durch das Dämpfungselement nahezu in seiner Position gehalten.

Tab. 2: Zugkräfte der Phasenbündel und Senkrechtlasten am Tragpunkt ohne und mit Eislast

Belastung	Zugkraft des Phasenbündels (Einfachtragseil)	Zugkraft des Phasenbündels (Zweifachtragseil)	Senkrechtlast am Tragpunkt
ohne <u>Eislast</u> und -5°C [kN]	643	668	60
<u>Eislast 1</u> und -5°C [kN]	x	697	80
<u>Eislast 2</u> und -5°C [kN]	x	728	100

Zwischen den Isolatoren wurden Dämpfungselemente eingebaut, die ein schnelles Herumschlagen der Isolatoren verhindern. Andernfalls bestünde die Gefahr von Sekundärschäden an den anderen Isolatoren oder dem Leiter.

Die Versuche sind im SAG-VTZ Bericht 2015-026 A ausführlich beschrieben. Eine Videodokumentation liegt ebenfalls vor.

2.5.2 Lastumlagerungsversuche an asymmetrischer V-Kette

Auch mit der schwenkbar am Mast befestigten, asymmetrischen V-Kette wurden erfolgreiche Lastumlagerungsversuche durchgeführt. Hierbei wurden die Varianten mit horizontalem Druckstab und nach unten geneigtem Druckstab überprüft. Die Belastungsszenarien entsprachen den in Tabelle 2 genannten Angaben. Alle Versuche verliefen positiv.



Abb. 15: Asymmetrische Kette mit horizontalem Druckstab vor (a.) und nach (b.) dem Versuch.

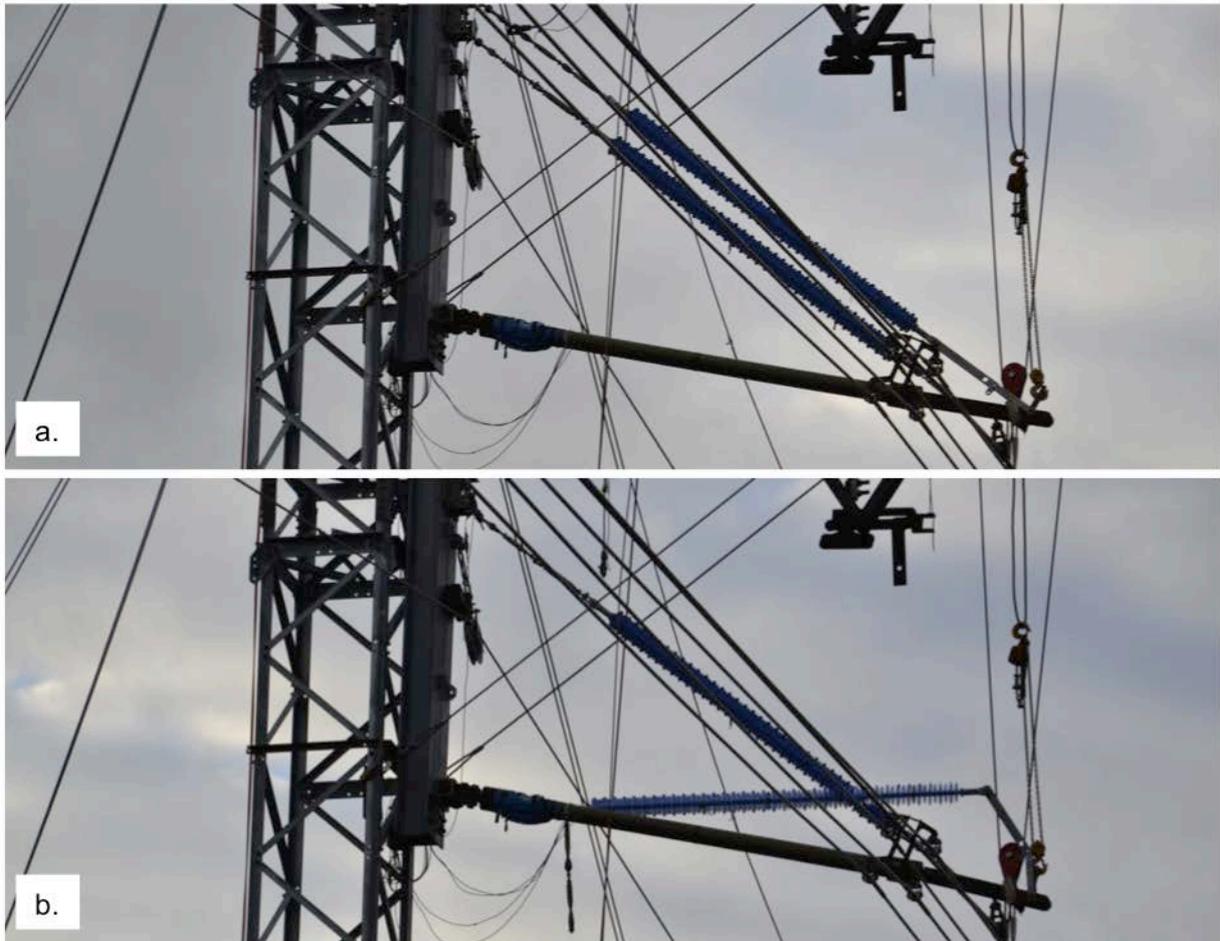


Abb. 16: Asymmetrische Kette mit geneigtem Druckstab vor (a.) und nach (b.) dem Versuch.

Die Versuche sind im SAG-VTZ Bericht 2015-026 B ausführlich beschrieben. Eine Videodokumentation liegt ebenfalls vor.

Die Ergebnisse waren sehr zufriedenstellend und ermöglichen die Anwendung einer Vielzahl von Isolatorenkettenkonfigurationen bei den Tragmasten.

2.6 Erste Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit

Die Vorteile dieser neuen Technologie werden durch deutlich größere Kräfte (Faktor 4 bis 6), die in die Stahltragseile eingeleitet werden müssen, erkauft. Diese Kräfte erfordern stärker dimensionierte Isolatoren und Tragwerke (Abspannmaste und Endmaste), welche die Seilbündel halten.

Da die Technik bisher noch nicht in einer Pilotleitung realisiert wurde, können die Kosten einer solchen Freileitung nur abgeschätzt werden. Erste Berechnungen haben ergeben, dass eine 380-kV-Freileitung in der beschriebenen innovativen Ausführung ca. 2- bis 3-mal so teuer sein könnte wie eine konventionelle Freileitung mit Stahlgittermasten. Die höheren Kosten ergeben sich vor allem aufgrund der stabileren Maste und Fundamente zur Ableitung der größeren Kräfte. Außerdem erhöhen zusätzliche Komponenten wie Stahltragseile sowie stärkere und besondere Armaturen und Isolatoren die Kosten.

Da die Abspannmasten, ähnlich wie bei einer konventionellen Freileitung, ca. doppelt so teuer geschätzt werden wie die Tragmasten, sollte die Streckenführung der Leitung möglichst geradlinig verlaufen, um die Kosten nicht unnötig in die Höhe zu treiben. Die Kosten für die Errichtung eines Mastes in der neuen Technik in Vollwandbauweise werden - Stand Juni 2016 - auf das 3,5-fache eines Stahlgittermastes einer konventionellen Freileitung geschätzt. Durch Optimierung der Konstruktion werden hier noch weitere Einsparpotenziale gesehen.

2.7 Einsatzmöglichkeiten

2.7.1 Allgemein

Das oben beschriebene Freileitungssystem lässt sich wegen der höheren Gewichte und Zugkräfte in der Regel nicht mit vorhandenen Freileitungsmasten realisieren. Mit neuen Masten sind jedoch viele Optionen gegeben – Gittermaste und Vollwand (Rohr)-maste aus Stahl oder Beton, ggf. auch in Hybridbauweise sind vorstellbar.

2.7.2 380-kV-Ersatzneubau

Diese Technologie wird wegen der höheren Kosten den konventionellen Freileitungsbau nicht verdrängen. Der Vorteil des neuen Freileitungssystems besteht darin, dass es in alten 220-kV- oder 110-kV-Trassen installiert werden kann. Somit könnte eine alte Leitung durch ein neue optimierte 380-kV-Freileitung substituiert werden, ohne zusätzlichen Flächen- bzw. Raumbedarf.

Je nach Anwendungsfall ist eine sehr flache bzw. sehr schmale Bauweise oder eine Kombination aus beidem möglich. Es könnten alte 220-kV oder 110-kV-Trassen für neue optimierte 380-kV-Freileitungen genutzt werden. Die Übertragungskapazität von alten 110-kV-Freileitungen ließe sich somit in der gleichen Trasse um ca. den Faktor 20 erhöhen. In Waldgebieten könnten mit einem Tonnenmastbild nach Abb. 12 sehr schmale Trassenverläufe realisiert werden, wodurch der Eingriff in den Wald minimiert würde. In offenen Landschaften würde sich das Einebenenmastbild nach Abb. 9 anbieten. In einem Waldgebiet könnte eine Leitung in Einebenenanordnung quasi verschwinden, da die Masthöhe geringer ist als die Endwuchshöhe der Bäume. Diese Möglichkeiten werden im Folgenden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Landschaftsbild und Avifauna geprüft.

2.7.3 380-kV-Gleichstrom

Das Konzept dieser Leitungen ist nicht auf Wechselstromfreileitungen (HDÜ) beschränkt, auch Gleichstromleitungen ließen sich in dieser Bauweise realisieren.

2.7.4 110-kV-Wechselstrom

Auch eine Kapazitätserhöhung von vorhandenen 110-kV-Leitungen oder ein landschaftschonender Neubau im Verteilnetz können mit gespannten Stahltragseilen umgesetzt werden, so dass eine zusätzliche Option zu der bisherigen Entscheidung zwischen „Kabel“ oder „Freileitung“ geschaffen wurde.

2.7.5 380-kV / 110-kV-Gemeinschaftsgestänge

Konzepte für Gemeinschaftsgestänge, bei denen in allen Spannungsebenen Stahltragseile verwendet werden, sind vorstellbar. Die Maste müssten hierfür höher gebaut werden, um, wie bei den existierenden Gemeinschaftsleitungen, einen ausreichenden Abstand zwischen

den unterschiedlichen Spannungsebenen einzuhalten. Wegen der geringeren Leiterdurchhänge wären auch hier kleinere Maste und schmalere Trassen zu erreichen.

2.7.6 Einsatzgrenzen

Das Konzept ist bisher für 380-kV-Leitungen mit 420 m Spannfeldlängen und Windzone 2, Eiszone 2 durch Versuche untersucht worden. Die oben unter Kapitel 2.5 angeführten Isolatorenanordnungen wurden mit Versuchsmustern im Sinne einer Machbarkeitsstudie geprüft. Für den Einsatz in einer realen Freileitung müssten feldtechnische Berechnungen sowie mechanische und elektrische Typprüfungen an seriennah hergestellten Isolatoren und Armaturen erfolgen. Hier ist weiterer Entwicklungs- und Forschungsbedarf gegeben.

Literaturverzeichnis

BUNDESNETZAGENTUR (2014): Informationen zum Netzausbau: Wissen, wo es lang geht!. URL:

<<http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/BroschuereInformationen.pdf?__blob=publicationFile>> (Abruf: 30.06.2016).

BUNDESNETZAGENTUR (2016): Netzausbau – Netzentwicklungspläne. Bonn. URL: <<http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/BroschuereNEP.pdf?__blob=publicationFile>> (Abruf: 05.07.2016.2016).

Fatzer AG Drahtseilwerk, 8590 Romanshorn, Schweiz. Produktkatalog.

TENNET (2010): Freileitungs Monitoring: Optimale Kapazitätsauslastung von Freileitungen. URL:

<<http://www.tennet.eu/de/fileadmin/downloads/uber_uns/100552_ten_husum_freileitung_du.PDF>> (Abruf: 30.06.2016).

TENNET (o.J.): URL: << http://www.tennet.eu/nl/fileadmin/content-images/news-archive/optie14_wintrack_tcm41-18635.jpg>> (Abruf: 04.07.2016).

SCHMID A. (10. Januar 2014): Netzbetreiber zögern bei neuer Leiterseiltechnik. In: VDI Nachrichten, Ausgabe Nr. 1. URL: <<<http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Netzbetreiber-zoegern-neuer-Leiterseiltechnik>>> (Abruf: 30.06.2016).

STEYER C.-D. (18. August 2010): Hochspannungsleitungen: Leuchtender Protest gegen Starkstromleitung. In: Der Tagesspiegel. URL: <<<http://www.tagesspiegel.de/berlin/brandenburgi/hochspannungsleitungen-leuchtender-protest-gegen-starkstromleitung/1905096.html?view=print>>> (Abruf: 30.06.2016).

KIEBLING F., NEFZGER P., KAJNTZYK U. (2001): Freileitungen: Planung, Berechnung, Ausführung. 5. Auflage. Heidelberg.

50HERTZ (o. J.): compactLine. URL: <<<http://www.50hertz.com/de/Netzausbau/compactLine>>> (Abruf: 30.06.2016).

3 Einleitung in das Naturschutzfachliche Arbeitspaket

3.1 Anlass und Aufgabenstellung

Aufgrund technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte wird der im Zuge der Energiewende erforderliche Ausbau des Übertragungsnetzes im Drehstrombereich überwiegend durch Freileitungen erfolgen. Allerdings ist die Akzeptanz von Freileitungen gegenüber Erdkabeln in Deutschland sehr gering. Hierbei spielen neben gesundheitlichen Bedenken u.a. Aspekte des Naturschutzes eine Rolle (z. B. Landschaftsbild, Erholungsnutzung, Vogelkollision).

Die Realisierung von Stromtrassen der Höchstspannungsebene erfordert derzeit einen Planungsvorlauf von zehn Jahren und mehr, wobei Landschaftsbildaspekte zumeist erst in den letzten Planungsphasen zum Tragen kommen. Eine frühzeitigere Berücksichtigung des Landschaftsbildes sowie eine Reduzierung visueller Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch angepasste Mastkonzepte dürfte die öffentliche Akzeptanz erheblich verbessern und auf diesem Wege zu einer grundsätzlichen Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsphase von Drehstromtrassen der Höchstspannungsebene beitragen. Bei den zu entwickelnden neuen Mastkonzepten müssen jedoch denkbare Beeinträchtigungen, insbesondere der Avifauna berücksichtigt werden (s. Abschn. 5).

Unter den o.g. Zielaspekten sind im angestrebten Teilvorhaben daher folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Visualisierung und visuelle Bewertung innovativer Freileitungskonzepte,
- Bewertung der von der SAG entwickelten innovativen Mastsysteme hinsichtlich deren Auswirkungen auf das Landschaftsbild differenziert nach verschiedenen Landschaftstypen,
- Auswirkungen neuer Mastsysteme auf die Avifauna.

3.2 Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch Freileitungen

3.2.1 Auswirkungen auf das Landschaftsbild während der Bauphase

Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und der landschaftsbezogenen Erholung treten durch Freileitungen sowohl in deren Bauphase als auch in der Betriebsphase auf. Für die Dauer der Bauphase stellt der Baustellenbetrieb aufgrund von Geräusch- und Abgasemissionen die Ursache für die landschaftliche Beunruhigung dar. Sie wirkt sich auf den Zufahrtsstraßen sowie in der Umgebung der Baustandorte negativ auf das Landschaftserleben aus. Temporäre Materiallager können für die Dauer der Bauphase als Fremdkörper in der Landschaft wahrgenommen werden. Weitere Auswirkungen auf das Landschaftsbild können von den für den Mastbau benötigten vegetationsfreien Arbeitsflächen ausgehen, die ggf. auch über die Dauer der Bauphase hinaus besteht. Für den Seilzug werden Flächen zwischen den Maststandorten als Fahrspur und für die Stellplätze der Winden in Anspruch genommen. Dadurch kann das Erscheinungsbild der Landschaft verändert werden.

Für die in dieser Arbeit diskutierten innovativen Mastsysteme ist aufgrund der höheren Zugspannung in der Beseilung mit einem gegenüber konventionellen Mastsystemen höheren Gründungsaufwand zu rechnen. Dafür fällt aufgrund schmalere Schutzstreifen und niedrigeren Masten der ortsspezifische Aufwand für Baufreimachung und Stahlbau geringer aus. Im Ergebnis ist jedoch nicht zu erwarten, dass sich die Landschaftsbildauswirkungen von kon-

ventionellen und innovativen Mastsystemen während der Bauphase grundsätzlich unterscheiden. In dieser Arbeit liegt daher der Schwerpunkt der Betrachtung auf den anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen auf das Landschaftsbild.

3.2.2 Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch Anlage und Betrieb

Eine im September 2011 in „Erneuerbare Energien, das Magazin“ (STATISTA 2011) veröffentlichte Studie, in der 937 Personen in Deutschland befragt wurden, zeigte, dass die öffentliche Akzeptanz von Freileitungen vor allem in Erholungs- und Tourismusgebieten (6 %), Wohngebieten (6 %), Naturschutzgebieten (8 %) sowie in Wäldern (22 %) sehr gering ist. Auch nach der aktuellen Naturbewusstseinsstudie (BFN 2016) überwiegen bei der Akzeptanz von möglichen neuen Hochspannungsleitungen die Vorbehalte mit insges. 63 % gegenüber positiven und neutralen Einstellungen mit insges. 37 %. Eine höhere Akzeptanz finden Freileitungen entlang bereits vorhandener Leitungen (61 %), in Industriegebieten (58 %) sowie entlang von Verkehrswegen (52 %). (vgl. STATISTA 2011) Ausschlaggebend für die geringe Akzeptanz von Freileitungen sind v.a. die anlagebedingten Aspekte der Landschaftsbildveränderung. Daneben nimmt auch die Einbindung von Interessensvertretern und der Bevölkerung einen wichtigen Platz ein. Die Energiewende und der Netzausbau sind ohne deren Beteiligung, durch fehlende Informationen und einer nicht ausreichenden Berücksichtigung naturschutzfachlicher und landschaftsbildlicher Aspekte bereits während der Planung gefährdet (HENSLING et al. 2016, S. 8 u. 28). Dem entsprechend ist die Bevölkerung innerhalb der Planungsphasen umfänglich zu informieren und zu beteiligen. Die Einbindung der Bevölkerung innerhalb informeller Planungsprozesse kann ebenfalls zur Steigerung der Akzeptanz beitragen.

Freileitungsmasten stellen weithin sichtbare Objekte in der Landschaft dar, die visuell im Allgemeinen als störend und in ihrer Reihung als landschaftszerschneidend empfunden werden. Der visuelle Wirkraum ist von der Höhe des jeweiligen Mastes, von seiner Exposition und von umgebenden Strukturen abhängig, die ggf. verschattend wirken. Die in Deutschland für Höchstspannungsübertragungen verwendeten Masten haben standardmäßig Höhen von ca. 60 m (Tonnenmast), 50 m (Donaumast) und 40 m (Einebenenmast). Die üblichen Abstände zwischen den Masten betragen 375 m – 400 m. Bei größeren Abständen müssen höhere Masten eingesetzt werden, um den Durchhang zu begrenzen - bei der Elbekreuzung bei Stade haben die Masten z.B. eine Höhe bis zu 227 m. Die Traversenbreiten betragen bei einem Tonnenmast etwa 23 m, bei einem Donaumast etwa 32 m und bis zu 45 m bei einem Einebenenmast.

Auch die Leiterseile werden als naturfernes Element in der Landschaft wahrgenommen. Unter den Leiterseilen und in deren Ausschwenkbereich wird die Trasse von hohen Gehölzen freigehalten. Dadurch entstehen in geschlossenen Gehölzbeständen weithin sichtbare Schneisen. Die übliche Breite beträgt in der Bauphase ca. 70 m – 80 m. In linearen Gehölzbeständen (Baumreihen, Alleen, Baumhecken) entstehen bei der Querung Lücken, die sich negativ auf das Erscheinungsbild dieser Strukturen auswirken. Punktuell lassen sich auch Verluste von landschaftsbildprägenden Einzelbäumen und Baumgruppen nicht vermeiden. An den Leiterseilen treten in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit sogenannte Korona-Geräusche (Knistern und Brummen) durch elektrische Vorentladungen auf. Diese Geräusche werden im Allgemeinen als unangenehm empfunden und schränken im unmittelbaren Nahbereich der Leitung die naturnahe Erholung und das ungestörte Landschaftserleben ein.

4 Analyse und Bewertung der Auswirkungen des innovativen Freileitungskonzepts auf das Landschaftsbild

4.1 Untersuchungsmethodik

4.1.1 Methodische Anforderungen

Die landschaftsbildanalytische Teiluntersuchung diente dazu, die Wirkung der von SAG entwickelten innovativen Freileitungskonzepte mit der Wirkung konventioneller Freileitungen auf unterschiedliche Landschaftstypen zu vergleichen. Es sollen dabei Visualisierungen auf der Grundlage ausgewählter Landschaftsbildfotografien, die sowohl in „Normallandschaften“, als auch an visuell besonders sensiblen Standorten aufgenommen wurden, zugrunde gelegt werden. Es kommen standardisierte Verfahren zur Landschaftsbildvisualisierung und zur Landschaftsbildbewertung zur Anwendung, um die Landschaftsbildfotografien miteinander vergleichbar und im Rahmen einer evtl. an die Veröffentlichung anschließenden Diskussion über deren Bewertung nachvollziehbar zu machen. Hieraus ergaben sich folgende Anforderungen an die auszuwählende Landschaftsbildanalysemethodik. Sie sollte:

- auf den Vergleich von Freileitungen der Höchstspannungsebene zugeschnitten sein,
- auf geläufigen Verfahren beruhen und eine standardisierte Herangehensweise ermöglichen,
- in der Lage sein, die unterschiedliche visuelle Charakteristik konventioneller und innovativer Mast- bzw. Leitungssysteme über den reinen Höhenunterschied hinaus in den Details zu erfassen und zu bewerten,
- auf dem Wege robuster, übersichtlicher und übertragbarer Erfassungs- und Bewertungsprozeduren Nachvollziehbarkeit gewährleisten,
- aufwendige, nicht für den Vergleichszweck erforderliche Erfassungs- und Bewertungsprozeduren, z.B. für ortsspezifische Eigenarten mit geringer Generalisierbarkeit, zugunsten eines größeren Landschaftstypenspektrums kurz halten.

4.1.2 Verfahren der leitungsbezogenen Landschaftsbildanalyse

Landschaftsbildanalyse „mastenartiger Eingriffe“ durch Nohl (1993)

Werner NOHL entwickelte ab 1992 eine zunächst auf Nordrhein-Westfalen zugeschnittene, in der Folgezeit aber vielfach abgewandelte Landschaftsbildbewertung für „mastenartige Eingriffe“, die insbesondere für Windenergieanlagen (WEA) als auch für Freileitungen vielfache Anwendung fand. Dabei stand die Ermittlung des erforderlichen Kompensationsumfangs stets im Vordergrund.

NOHL (1993) beginnt damit, den Landschaftsraum, in den eingegriffen wird, in visuelle Wirkzonen zu unterteilen; bei Freileitungen verlaufen diese trassenparallel. In unterschiedlichem Abstand zum Eingriffsobjekt wird damit der Tatsache Rechnung gezollt, dass die Beeinträchtigung eines Eingriffs auf das Landschaftsbild mit der Entfernung abnimmt. In der Wirkzone I ist die Wirkung dominant und visuell vorrangig. NOHL rechnet hierbei mit 200 m; in der Wirkzone II ist die Eingriffswirkung subdominant, d.h. nicht mehr so vordringlich wie in der Zone I, aber immer noch erheblich. NOHL bemisst diese Zone bis zu einer Entfernung von 1.500 m; In der Wirkzone III, die je nach Landschaftsbildausstattung von 5.000 m bis 10.000 m reicht, verliert sich die Eingriffswirkung zunehmend.

Im zweiten Schritt wird das durch die Freileitungstrasse tatsächlich beeinträchtigte Gebiet festgelegt, indem die Flächen hervorgehoben werden, von denen der Eingriff nicht wahrgenommen wird. Das kann z.B. bei Sichtverschattung durch Wälder oder Senken der Fall sein.

Die tatsächlich beeinträchtigten Gebiete werden anschließend in landschaftsästhetische Raumeinheiten, auch Landschaftsbildeinheiten genannt, gegliedert um sie einzeln bewerten zu können. Diese Landschaftsbildeinheiten sind Gebiete oder Flächen, die sich in ihrem Erscheinungsbild vom Umfeld unterscheiden. Gebildet werden diese anhand der Informationen aus u.a. Biotoptypenkartierung, Luftbildern, topografischen Karten und visuellen Eindrücken bei Geländebegehungen.

Im nächsten Schritt wird der ästhetische Eigenwert der Landschaftsbildeinheiten vor dem Eingriff festgestellt. Hierfür gilt es, die Einheiten einzeln zu gewichten. Der Eigenwert spiegelt sich in einer Stufenskala wider (z.B. 10er Skala). Je höher der Wert, desto größer die Werte für Vielfalt, Naturnähe und Eigenartserhalt der Landschaft. Vielfalt definiert sich nach NOHL dadurch, dass ein Raum deutlich unterscheidbare Elemente beinhaltet, je mehr es sind desto größer ist die Vielfalt. Hierbei kann es sich z.B. um Oberflächenformen oder Vegetationsstrukturen handeln. Die Naturnähe wiederum ergibt sich aus der Abhängigkeit der Sichtbarkeit anthropogener Einflüsse sowie einer erkennbaren Eigenentwicklung. Der Eigenartserhalt kann durch die Veränderung des Charakters der Landschaft in einem Zeitraum von ca. 50 Jahren ermittelt werden. Wurde für jeden der drei Faktoren ein Wert vergeben, werden diese aufsummiert und in Stufen eingeordnet. Je höher die erreichte Stufe, desto höher der Eigenwert der ästhetischen Raumeinheit. Bei besonders hohen Stufenergebnissen sind diese Flächen als Tabuflächen zu betrachten (Wert 9 – 10).

Der fünfte Schritt befasst sich mit dem ästhetischen Eigenwert der Landschaftsbildeinheiten nach dem Eingriff. Hierfür wird der Eigenwert der Landschaftsbildeinheiten mit Hilfe der ebenfalls zuvor angewandten Skala vorausschauend ermittelt. Eine Fotomontage oder andere Art der Visualisierung ist hilfreich, um die Auswirkungen des Eingriffs auf das Landschaftsbild zu ermessen.

Nachdem die vorherigen Schritte abgearbeitet sind, wird die Eingriffsintensität in den einzelnen Teilräumen ermittelt. Dazu wird die Differenz der ästhetischen Eigenwerte vor und nach dem Eingriff eingeschätzt.

Ein weiterer Schritt besteht darin, die visuelle Verletzlichkeit in den ästhetischen Raumeinheiten zu ermitteln. Da Landschaften je nach ihrer Beschaffenheit einen Eingriff unterschiedlich gut „verkräften“ und somit die Beeinträchtigung des gleichen Eingriffs in verschiedenen Landschaftsräumen unterschiedlich stark ausgebildet ist, wird den Landschaftsbildeinheiten ein Verletzlichkeitswert zugewiesen. Zu den einzelnen Parametern, aus denen sich dieser Wert errechnet, zählen die Reliefierung des Geländes, die Vielfalt der Elemente und die Vegetationsdichte. Generell ist die visuelle Verletzlichkeit umso höher, desto offener und transparenter die Landschaft ist. Wenn das Gelände eine hohe Reliefenergie besitzt, wird ein hohes Objekt, da es weniger stark über den Horizont hinaus ragt, als weniger störend hervortreten. Besitzt eine Raumeinheit wenige Landschaftselemente, sticht das Eingriffsobjekt eher ins Auge und der Eingriff wiegt NOHL zufolge schwerer.

In einem weiteren Schritt wird die Schutzwürdigkeit der einzelnen Raumeinheiten auf einer 10er-Skala eingeschätzt. So wird eine Beeinträchtigung auf einer Naturschutz- oder Erho-

lungsfläche als höher angesehen, als auf einer Siedlungs- oder Verkehrsfläche. Hierbei gilt für NOHL, dass Flächen mit einer Wertstufe von 9 oder 10 Tabuflächen sind.

Bei der Festlegung der Empfindlichkeit der Landschaftsbildeinheiten werden die bisher ermittelten Werte aufgerechnet und erneut einer Skala von Eins bis Zehn zugeordnet. Die landschaftsästhetischen Raumeinheiten sind NOHL zufolge gegenüber Eingriffen umso empfindlicher, je höher ihr ästhetischer Eigenwert, ihre visuelle Verletzlichkeit und der Grad ihrer Schutzwürdigkeit ist.

Die Eingriffserheblichkeit, die in einem vorerst abschließenden Schritt ermittelt wird, berechnet sich aus der zuvor bestimmten Eingriffsintensität und der Empfindlichkeit des Raumes. Ein Eingriff ist in seinen Auswirkungen auf das Landschaftsbild umso erheblicher, je höher die Eingriffsintensität und je größer die Empfindlichkeit der jeweiligen Raumeinheit ist. NOHL beschreibt die Eingriffserheblichkeit auch als die Summe der ästhetischen Verluste durch den Eingriff und kommt in diesem Schritt zu einem abschließenden Zahlenwert, der sich ein letztes Mal auf der 10er-Stufenskala anordnet. NOHL schlägt vor, aus diesem Zahlenwert direkt auf den Umfang der erheblich beeinträchtigten Fläche zu schließen. Wenn also auf einer 10er-Skala eine Erheblichkeitsstufe von 7 ermittelt wurde, dann sind NOHL zufolge 70 % der Fläche dieser Raumeinheit in ihrer Ästhetik erheblich beeinträchtigt.

Um den Umfang der erforderlichen Kompensationsfläche für die erheblich beeinträchtigten Fläche zu bemessen, schlägt NOHL einen Kompensationsflächenfaktor vor, der sich auf einen Wert zwischen 5 % bis 20 % der durch den Eingriff ästhetisch erheblich beeinträchtigten Fläche bemisst.

Interessant ist abschließend ein von NOHL bemessener Wahrnehmungskoeffizient anzumerken, welcher der Tatsache Rechnung tragen soll, dass ein Eingriffsobjekt als umso weniger störend empfunden wird, desto weiter weg es sich von Betrachter befindet, bzw. desto höher die Vorbelastung ist. Der von NOHL vorgeschlagene Wahrnehmungskoeffizient unterscheidet sich in seiner Höhe nach den drei Wirkzonen und danach, ob der mastenartige Eingriff eine Höhe von über oder unter 60 m aufweist (s. Anhang Tab. 33).

Varianten von GERBAULET (1994) und FLECKENSTEIN et al. (1996)

Das Verfahren der Berechnung von Kompensationsmaßnahmen bei Landschaftsbild-Eingriffen von GERBAULET (1994) fußt auf der Vorgehensweise in ADAM, NOHL & VALENTIN (1986), in welchem Prozeduren aus NOHL (1993) vorausgenommen wurden. Das Verfahren gestaltet sich insgesamt etwas einfacher als bei NOHL (1993).

Zunächst wird das potenziell beeinträchtigte und dann das tatsächlich beeinträchtigte Untersuchungsgebiet bestimmt. In den nächsten beiden Schritten wird ein vorstrukturierter Wahrnehmungskoeffizient in Abhängigkeit von der Entfernung zum Eingriffsobjekt sowie von Vorbelastungen durch ähnliche Infrastrukturen einberechnet. Bei der Berechnung des aktuell beeinträchtigten Gebietes werden Sichtverschattungen durch Wälder, Siedlungen und andere Strukturen in pauschalisierten Höhen ausgenommen (Wald, Bebauung 25 m; Gehöfte, Baumreihen mit Unterwuchs, Hecken mit höheren Baumanteilen 15 m).

Die Beurteilung der Eingriffsintensität fußt bei GERBAULET auf den Kriterien Vielfalt, Naturnähe, Eigenart sowie Lärmbelastung. Die Einstufung der landschaftsästhetischen Eigenwerte der Landschaftsräume bedient sich wie bei NOHL (1993) einer 10-Stufenskala. Je höher der Wert, desto besser ist die Ausprägung des Kriteriums. Bei der Bewertung der Wertminde-

rung (Beeinträchtigungsfaktor) fließen unterschiedlich starke Gewichtungen ein. Hierbei erhält die Eigenart eine dreifache Gewichtung, die Naturnähe und Vielfalt eine zweifache und die Lärmbelästigung eine einfache Gewichtung.

Während der Eingriffskörper bei den vorher diskutierten Verfahren über seine mastenartige Gestalt hinaus nicht explizit weiter betrachtet wird, machen FLECKENSTEIN, REISS & SCHWOERER-BÖHNING (1996) deutlich, dass Freileitungen nicht nur unterschiedlich hoch und großräumig, sondern zudem im Unterschied zu anderen Bauten auch transparent sind. Die Landschaft dahinter wirkt, anders als bei geschlossenen Bauwerken, weiterhin auf den Betrachter. Neben der tatsächlichen Dimension und Bauweise des Bauwerks fließt bei FLECKENSTEIN et al. daher auch die Transparenz der jeweiligen Freileitung als Wahrnehmungsfaktor in die Berechnung des erforderlichen Kompensationsbedarfs ein.

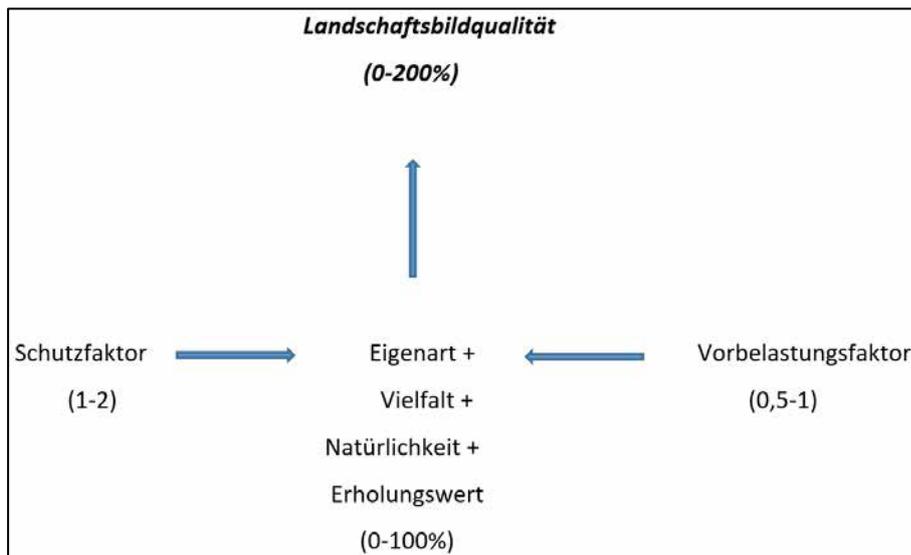


Abb. 17: Ermittlung der Landschaftsbildqualität aus verschiedenen Bewertungskomponenten (FLECKENSTEIN et al. 1996).

Tab. 3: Abgrenzung der Wirkzonen für verschiedene Leitungstypen bei FLECKSTEIN et al. (1996) (in Anlehnung an NOHL 1993).

	380 kV-Leitung (Masten über 50 m)	220 kV-Leitung (Masten 35 m – 50 m)	110 kV-Leitung (Masten unter 35 m)
Nahzone	beidseits 0 – 200 m	beidseits 0 – 200 m	beidseits 0 – 200 m
Mittelzone	beidseits 200 – 1.500 m	beidseits 200 – 1.200 m	beidseits 200 – 750 m
Fernzone	beidseits über 1.500 m	beidseits über 1.200 m	beidseits über 750 m

Auch bei FLECKENSTEIN et al. wird der abnehmenden visuellen Beeinträchtigung durch zunehmende Entfernung mit einer Einteilung in drei Wirkzonen Rechnung getragen (vgl. Tab. 3). Die Landschaftsbildqualität berechnet sich ganz ähnlich zu NOHL (1993) auf Basis der Einzelkriterien Eigenart, Vielfalt, Natürlichkeit, Vorbelastung sowie Erholungswert und

Schutzstatus. Die Verrechnung der einzelnen Komponenten illustriert die folgende Darstellung (vgl. Abb. 17).

Die Berücksichtigung von Nah-, Mittel- und Fernzone unterscheidet sich bei FLECKENSTEIN et al. hinsichtlich der Dimension des Bauwerks. Bei niedrigen Mittelspannungsleitungen (unter 110 kV) werden nur die Nah- und Mittelzone berücksichtigt, bei Hoch- und Höchstspannungsleitungen findet zudem auch die Fernzone insofern qualitative Beachtung, als sie mit einem prozentualen Zuschlag von 0 – 10 % auf die Eingriffsfläche der Nah- und Mittelzone beaufschlagt wird (die Beeinträchtigungen in der Fernzone detailliert zu erfassen, wird als nicht zumutbarer Arbeitsaufwand aufgefasst). In die Ermittlung der sichtverschatteten Flächen fließen aus Vereinfachungsgründen nur Siedlungen und Wälder ab einer Größe von einem Hektar sowie reliefbedingte Sichtverstellungen ein.

Für die Intensität des Eingriffs ist bei FLECKENSTEIN et al. ein Leitungsfaktor ausschlaggebend, der eine Maßzahl für die optische Beeinträchtigung durch eine Leitung darstellt (in Anlehnung an FLECKENSTEIN & RHIEM 1991). Es wird davon ausgegangen, dass der maximale Eingriff in eine Landschaft durch Masten mit einer Höhe von 100 m ausgeht. Daher werden diese 100 m mit 100 % gleichgesetzt, sollten die Masten höher sein, wäre ein Zuschlag auf den Leitungsfaktor erforderlich. Von diesem Faktor ausgehend werden die Höhen der geplanten Leitungen direkt in prozentualen Größen umgerechnet und der Ermittlung des Eingriffs- und Kompensationsflächenumfangs zugrunde gelegt.

Differenzierte Rechenwege nach PAUL et al. (2004) und WEIGEL (2005)

In Abwandlung von NOHL (1993) haben PAUL et al. (2004) eine verfeinerte Ermittlung der Kompensationsfläche von visuellen Eingriffen durch Hochspannungsfreileitungen zum Ziel. Dazu bedienen sich die Autoren einer computergestützten Herangehensweise für Freileitungstrassen nach ZEWE & GROSS (1997). Als Grundlage für die Bewertung sind u.a. digitale Höhenmodelle der Eingriffs- bzw. Untersuchungsflächen erforderlich. Insbesondere die Berechnungsvorgänge der Aspekte Sichtverschattung, Mehrfach-sichtbarkeit von Masten und Vorbelastung werden differenzierter aufgelöst.

Das Digitale Höhenmodell der Geländeoberflächen im Untersuchungsraum wird in quadratische Rasterzellen übersetzt, denen jeweils ein Höhenwert zugeordnet wird. Dies dient dazu, die Auswirkungen jedes einzelnen Mastes differenziert zu erfassen. Höhenrelevante Strukturen wie Wälder oder Gebäude werden entsprechend der jeweiligen pauschalisierten Höhe (Waldbereiche 25 m, Siedlungsbereiche 9 m) von den Höhenwerten der benachbarten Masten abgezogen.

Mit Hilfe GIS-gestützter Berechnungen erfolgt eine Analyse der Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes für jede Rasterzelle nach den von NOHL (1993) zugrunde gelegten Methoden und Formeln. Im Unterschied zu NOHL (1993) werden jedoch auch partielle Sichtverschattungen berücksichtigt.

Über die Erfassung und Gewichtung der Mehrfach-sichtbarkeit von Masten einer geplanten Trasse wird berücksichtigt, dass die visuelle Beeinträchtigung sich nicht mit jedem einzelnen Masten linear aufaddiert. Die Fläche, welche für den ersten Masten berechnet wurde, geht vollständig in die Berechnung mit ein, der zweite Mast für die Rasterzelle wird nur noch zur Hälfte gewertet, der dritte mit einem Drittel usw.

Der Faktor Vorbelastung nach NOHL (1993) findet eine Erweiterung um die Aspekte Be- und Entlastung. Hiermit soll den unterschiedlichen visuellen Belastungen bei Neu- oder Ausbau Beachtung gezollt werden.

WEIGEL führt mit der Software „Visibility Analyst“ den computergestützten Ansatz von PAUL et al. fort und versucht damit u.a. die Berechnung der zu schaffenden Kompensationsflächen noch präziser und realitätsnäher zu gestalten. Dazu differenziert er den Wahrnehmungskoeffizienten nach Masthöhe und Betrachterabstand. Wurde bei NOHL (1993) und PAUL et al. bei der Masthöhe lediglich zwischen Eingriffen größer und kleiner als 60 m unterschieden, fließt bei WEIGEL (2005) die tatsächliche Masthöhe in die Bewertung ein. Die Einbeziehung des Betrachterabstandes, die bei NOHL (1993) und PAUL et al. über die Abgrenzung der drei einheitlich definierten visuellen Wirkzonen erfolgt, wird von WEIGEL über eine logarithmische Funktion geleistet, die Verzerrungen durch die ansonsten unvermeidlichen sprungartigen Veränderungen des Koeffizienten (Treppenstufen) vermeidet.

Befragungsbasierte Verfahren nach WÖBSE (2002) und ROTH (2012)

Im Rahmen einer Landschaftsbildanalyse ist auf Basis der Naturschutzgesetze von Bund und Ländern eine Beurteilung der „Schönheit von Natur und Landschaft“ erforderlich. Die Rechtsprechung hat diese schwierige Bewertungsfrage insoweit eingegrenzt, als „auf das Urteil eines für die Schönheiten der natürlich gewachsenen Landschaft aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachters“ abgestellt wird (BVerwG 7 VR 4.10 (7 A 7.10)). In der Vergangenheit wurde zumeist versucht, die Meinung eines solchen Durchschnittsbetrachters von entsprechend ausgebildeten Landschaftsplanern auf der Basis anerkannter Methoden zu ermitteln. Dies führte wie oben aufgeführt zu komplexen Berechnungsansätzen von zweifelhafter Transparenz. Auseinandersetzungen um die Akzeptanz landschaftsbildwirksamer Großvorhaben haben in jüngeren Jahren zu gröber skalierten und damit übersichtlicheren Bewertungsverfahren geführt. Zunehmend werden komplexe ästhetische Bewertungen auch durch aktuell im Untersuchungsraum ermittelte Meinungsbilder gestützt. ROTH und GRUEHN (2010) zufolge kommt solchen Fachurteilen eine erhöhte Rechtssicherheit bei der Prognose der Beurteilung des „Durchschnittsbetrachters“ zu. Im Folgenden werden zwei exemplarische Ansätze vorgestellt, die sich im Unterschied zu den vorgenannten Verfahren jedoch nicht explizit auf Freileitungen beziehen.

WÖBSE (2002) stellt in seiner „Landschaftsästhetik“ befragungsbasierte Landschaftsbildbewertungen vor. Die „flächendeckende Bewertung“ wurde von ihm jahrelang mit Studenten der Universität Hannover entwickelt. Den Probanden wurden dabei Fotos vorgelegt, die nach verschiedenen Teilaspekten auf einem strukturierten Erfassungsbogen mit Hilfe einer fünfstufigen Skala zwischen 1=sehr gut bis 5=ungenügend zu bewerten war. Eine Vergleichsberechnung des Erlebniswertes nach NOHL (1993) wies regelmäßig keine signifikanten Unterschiede auf, weshalb eine unbefangene und spontane Notenvergabe von WÖBSE als ein geeignetes Teilkriterium zur Bewertung einer Landschaftsbildveränderungen angesehen wird. Detaillierte Landschaftsbildbewertungen können WÖBSE zufolge jedoch nur direkt vor Ort im jeweiligen Landschaftsraum durchgeführt werden, da nur dort alle Eigenschaften eines Landschaftsraumes erlebbar sind. Störfaktoren zum Beispiel, die auf Fotosimulationen nicht immer erfasst werden, können dabei berücksichtigt werden.

ROTH (2012) stellt in seiner Arbeit eine internetgestützte Befragung von möglichen Nutzern der Landschaft vor, um die Rechtssicherheit einer Landschaftsbildanalyse zu erhöhen. Als

Vorteil eines solchen Verfahrens wird die Heterogenität der Befragungsgruppen herausgestellt, die durch keine andere Methode in dieser Ausprägung erreichbar ist. Darüber hinaus seien Internetbefragungen zeitlich nicht eingeschränkt, da das World Wide Web täglich volle 24 Stunden zur Verfügung steht. ROTH zufolge kennzeichnen sich internetgestützte Landschaftsbildanalysen durch eine höhere Validität, Objektivität sowie Reliabilität der Bewertung als dies bei den auf Expertenurteilen gestützten Verfahren gegeben ist. Diese Untersuchungen können unterstützend zu Expertenbefragungen vorgenommen werden. Die darin vorgenommenen Aussagen von interessierten Laien sollen laut ROTH zu ähnlichen Aussageschärfen und Landschaftsraumbewertungen führen wie durch Expertenbefragungen, soweit die Landschaft hinsichtlich ihrer Vielfalt oder Schönheit zu bewerten ist. Die Grundlage für das von ihm entwickelte Bewertungsverfahren bilden Landschaftsfotografien, die nach Bildkomposition, Aufnahmehöhe über Grund, Jahreszeit, Tageszeit, Wetter und Tiefenschärfe normiert sind.

ROTH erhebt nicht den Anspruch, eine flächendeckende und vollständige Erfassung des Landschaftsbildes vorzunehmen, vielmehr sollen die wesentlichen, charakteristischen und landschaftsprägenden Strukturen hervorgehoben werden.

Vom NIEDERSÄCHSISCHEN LANDKREISTAG (NLT) empfohlene Methodik

Niedersachsen hat unter allen Bundesländern den höchsten Ausbaubedarf im Übertragungsnetz. Vor diesem Hintergrund hat der Niedersächsische Landkreistag (NLT) eine Handlungsanleitung zur Bearbeitung der naturschutzrechtlichen Belange beim Netzausbau herausgegeben (NLT 2011).

Tab. 4: Bewertungsmaßstäbe des NLT für Landschaftsbildveränderungen durch Freileitungsbau (Quelle: NLT 2011, S. 42).

<p>Bedeutung für das Landschaftsbild sehr hoch/hoch</p> <p>Bereiche, die weitgehend der naturraumtypischen Eigenart entsprechen und frei sind von störenden Objekten, Geräuschen und Gerüchen, insbesondere Bereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit einem hohen Anteil natürlich wirkender Biotoptypen, - mit natürlichem Landschaftsbild prägenden Oberflächenformen, - in denen naturraumtypische Tierpopulationen noch häufig erlebbar sind, - mit historischen Kulturlandschaften bzw. historischen Landnutzungsformen, - mit einem hohen Anteil typischer kulturhistorischer Siedlungs- und Bauformen, - mit einer hohen Dichte an naturraumtypischen Landschaftselementen.
<p>Bedeutung für das Landschaftsbild mittel</p> <p>Bereiche, in denen die naturräumliche Eigenart zwar vermindert oder überformt, im Wesentlichen aber noch erkennbar ist. Die Bereiche weisen</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine deutliche Überprägung durch die menschliche Nutzung auf, natürlich wirkende Biotoptypen sind nur in geringem Umfang vorhanden, die natürliche Eigenentwicklung der Landschaft ist nur noch vereinzelt erlebbar, - nur noch zum Teil Elemente der naturraumtypischen Kulturlandschaft auf, die intensive Landnutzung hat zu einer fortgeschrittenen Nivellierung der Nutzungsformen geführt, - eine nur noch in geringem Umfang vorhandene naturraumtypische Vielfalt an Flächennutzungen und Landschaftselementen sowie - Beeinträchtigungen sonstiger Art (Lärm, Geruch) auf.
<p>Bedeutung für das Landschaftsbild gering/sehr gering</p> <p>Dies sind Bereiche, deren naturraumtypische Eigenart weitgehend überformt oder zerstört worden ist, insbesondere Bereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit einem nur noch sehr geringen Anteil oder ohne natürlich wirkende Biotoptypen, der Landschaftscharakter ist durch intensive menschliche Nutzung geprägt, - in denen sich die historisch gewachsenen Dimensionen und Maßstäbe nicht erhalten haben, die weitgehend von technogenen Strukturen dominiert werden, - mit nur noch geringen Resten oder ohne kulturhistorische Landschaftselemente, - der dörflichen oder städtischen Siedlungsbereiche ohne regional- oder ortstypische Bauformen, - in denen naturraumtypische, erlebniswirksame Landschaftselemente nur noch vereinzelt oder nicht mehr vorhanden sind; ausgeräumte, monotone Landschaft, - mit starken Beeinträchtigungen sonstiger Art (Lärm, Geruch).

Sie sieht vor, die Landschaft nach der für Niedersachsen eingeführten Methodik von KÖHLER & PREISS (2000) entsprechend zu erfassen und fünf oder drei Wertstufen zuzuordnen. Als erheblich beeinträchtigt ist mindestens ein Abstand von 1.500 m beidseits der Trasse anzusehen. Für die Bewertung der Landschaft macht der NLT im Anhang IV v.a. die in Tab. 4 gezeigten Vorgaben.

Zur flächendeckenden Bewertung des Landschaftsbildes nach KÖHLER & PREISS (2000) wird der Untersuchungsraum in weitgehend homogene Landschaftsbildeinheiten eingeteilt. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Bewertung der ermittelten Landschaftsbildeinheiten nach den drei Kriterien „Historische Kontinuität“, „Natürlichkeit“ und „Vielfalt“. Zusammengefasst stehen diese Kriterien für die Eigenart einer Landschaftsbildeinheit. Die Ausprägung der

drei Kriterien ist in drei bis fünf Bewertungsstufen vorgesehen. Die o.g. Kriterien werden wie folgt operationalisiert:

Historische Kontinuität

- Ungestörtheit der Landschaftsgestalt in ihren historisch gewachsenen Dimensionen und Maßstäblichkeit,
- harmonische Wirkung der Landschaftsbildeinheit, ohne untypische Kontraste,
- Vorhandensein einzelner herausragender historischer Kulturlandschaftselemente,
- Zugehörigkeit der Landschaftsbildeinheit zu einer großräumigeren historischen Kulturlandschaft.

Natürlichkeit

- Prägung der natürlichen Standorte mit natürlichen Lebensgemeinschaften,
- Erlebbarkeit natürlicher Dynamik, freien Wachses, Spontanität der Vegetation und natürlicher Lebenszyklen,
- Wahrnehmbarkeit wildlebender Tiere und ihrer Lebensäußerungen in natürlicher Dichte,
- Erlebbarkeit von Ruhe.

Vielfalt

- Naturraumtypische Vielfalt der unterschiedlichen Flächennutzungen,
- räumliche Struktur und Gliederung,
- Relief der Landschaft,
- Erlebbarkeit der naturraum- und standorttypischen Arten.

Diskussion der vorgestellten Landschaftsbildanalysemethoden

Die von NOHL (1993) eingeführte und vielfach abgewandelte Methodik zur Ermittlung und Bewertung „mastenartiger Eingriffe“ in das Landschaftsbild stellt das für Freileitungen wohl am häufigsten verwendete Verfahren dar. Die Popularität dieses Verfahrens mag zum einen darin liegen, dass es die erste explizit auf Masten zugeschnittene Landschaftsbewertungsmethodik war, deren Anzahl sich insbesondere mit den WEA in den letzten 25 Jahren vervielfacht hat. Ein weiterer wesentlicher Grund für die Popularität dürfte darüber hinaus in der Berücksichtigung von drei unterschiedlichen Wirkzonen liegen, die sich besonders für hohe Eingriffsobjekte eignen. Eine standortunabhängige, vorgreifende Landschaftsbewertung von Leitungstrassen sollte sich zweckmäßiger Weise an der groben Unterscheidung von Wirkzonen orientieren, denn die visuelle Wirkung von Masten und Leitungen auf den Betrachter nimmt von der detailreichen Vordergrundwahrnehmung, über den Mittelgrund bis zur nur noch schwach silhouettenhaften Hintergrundwahrnehmung stetig ab. Heute werden zur Bewertung entsprechender Eingriffe daher zumeist eine dominante Wahrnehmung in der Nahzone, eine stets noch erhebliche Wahrnehmung in der Mittelzone und eine im Einzelfall zu bewertende Fernzone unterschieden. Auch bei der landschaftlichen Beurteilung von ebenfalls "mastenartigen" WEA wird zumeist ein mindestens dreistufiges Wirkzonenschema ver-

wendet, um unerhebliche von erheblichen Landschaftsbildbeeinträchtigungen zu unterscheiden.

Den positiven Aspekten zum Trotz zeigt der NOHLSche Ansatz aber auch deutliche Restriktionen hinsichtlich eines Vergleichs unterschiedlicher Mastsysteme. Die erste Restriktion besteht in der starren Bemessung der o.g. Wirkzonen. Ganz offensichtlich hängt die Ausdehnung der Wirkzonen von der Höhe des Eingriffsobjekts ab. Anders ließen sich die innovativen Leitungs- und Mastsysteme in ihrem hervorstechendsten Merkmal, der niedrigen Höhe, gar nicht mit konventionellen Mastsystemen angemessen vergleichen. Bei Windanlagen wird zwecks Zonierung häufig die Bauwerkshöhe (H) mit einem Faktor versehen. Bei einem anderen Ansatz wird die Höhe des vertikalen Blickwinkels auf das jeweilige Eingriffsobjekt bei Zonierung zugrunde gelegt.

Eine sehr offensichtliche Restriktion des NOHLSchen Verfahrens besteht darin, dass die Ausprägung des Eingriffskörpers von einer Unterscheidung zweier Höhenbereiche abgesehen (> oder < 60 m) in dieser Methodik sowie in etlichen Verfahrensabwandlungen (z.B. PAUL et al. 2004) faktisch keine Rolle spielt. Es werden weder die exakte Höhe beachtet, noch ob es sich um einen Vollwand- oder Gittermast handelt, noch interessiert die Ausprägung der Leitungen in Seilstärke, -farbe, Durchhang, Isolator-, Abstandshalteranordnung etc. So nützlich diese Landschaftsanalysemethoden bei der vergleichenden Bewertung von mit gleichen Mastsystemen konzipierten Freileitungstrassen auch sein mögen, so wenig sind sie offenbar dafür zu gebrauchen, die offensichtliche Unterschiedlichkeit innovativer Mastsysteme von den konventionellen Mastsystemen ins rechte Licht zu rücken und einer Landschaftsbildbewertung zuzuführen.

Dem Zeitgeist der 1980er und 1990er Jahre folgend zielt die NOHLSche Methodik darauf ab, über eine möglichst hohe Komplexität der zur Bewertung führenden Rechenwege eine größtmögliche Objektivität zu erzielen. Dies gilt in einem noch vermehrten Maße für viele der darauf aufbauenden Abwandlungen, insbesondere für die Abwandlungen durch PAUL et al. (2004) und WEIGEL (2005). Im Ergebnis führt die zunehmende Komplexität jedoch auch zu einem Verlust an Nachvollziehbarkeit und Transparenz. Vor dem Hintergrund zunehmender Öffentlichkeitspartizipation in den Genehmigungsverfahren sind aber die Ansprüche an Nachvollziehbarkeit und Transparenz in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen. In aktuelleren Methoden der Landschaftsbildbewertung liegt daher der Schwerpunkt auf zumeist verbalargumentativen Bewertungsbegründungen. Komplexe Rechenvorgänge werden allenfalls in Einzelfällen durchgeführt, Kriterienkataloge sind deutlich übersichtlicher geworden und es werden grobe Bewertungseinstufungen in 3er- oder 5er-Stufen wie im NLT-Papier (2011) bzw. bei KÖHLER & PREISS (2000) bevorzugt.

Eine weitere Einschränkung der NOHLSchen Methodik betrifft Kriterien und Begriffe wie „visuelle Verletzlichkeit“, „ästhetischer Eigenwert“ etc. Diese Begriffe finden sich in den Naturschutzgesetzen des Bundes und der Länder nicht wieder. Demgegenüber zeichnen sich modernere Landschaftsbildanalysen vielfach dadurch aus, dass sie gezielt die in den Naturschutzgesetzen niedergelegten Begriffe operationalisieren.

Das Ziel der NOHLSchen Methodik liegt ebenso wie bei den nachfolgend erwähnten Methoden in einer gerechtfertigten Ermittlung des Umfangs erforderlicher Kompensationsflächen. In den letzten Bewertungsschritten geht es zumeist ausschließlich um diesen Aspekt. Für den hier vorgesehenen Vergleich konventioneller und innovativer Mastsysteme ist der Kom-

pensionsaspekt aber weitgehend irrelevant. Da sich die hierzu erforderlichen Bewertungen von der anfangs vergleichenden Bewertung der Situation vor und nach dem Eingriff im Allgemeinen leicht abtrennen lassen, braucht dieser Aspekt bei der Methodenauswahl jedoch nicht weiter beachtet zu werden.

Die oben dargestellten Varianten der Landschaftsbildanalyse durch GERBAULET (1994), FLECKENSTEIN et al. (1996), PAUL et al. (2004) und WEIGEL (2005) bieten partiell differenziertere Erfassungs- und Bewertungsprozeduren gegenüber NOHL (1993). Im Allgemeinen wird hierbei ein Mehraufwand aufgeboden, um auf dem Wege präziserer Ortserfassungen (Höhenmodelle etc.) ausgewogenere, z.T. computergestützte Vergleichsergebnisse zu erzielen. All diesen Verfahren liegt jedoch der Gedanke zugrunde, dass es um den Vergleich von Leitungstrassen der mehr oder weniger gleichen Masttechnologie geht, so dass ein differenzierter Vergleich des eigentlichen Eingriffsobjektes nach den oben beispielhaft aufgezählten Kriterien in diesen Verfahren entfällt. Darüber hinaus handelt es sich bei all diesen Verfahren um komplexe, z.T. sehr komplexe und dadurch wenig transparente Rechenverfahren, ohne dass dies für einen technologieübergreifenden Vergleich mit Vorteilen verknüpft wäre. Die oben für das NOHLsche Verfahren dargestellte grundsätzliche Kritik hinsichtlich der Möglichkeiten des Vergleichs unterschiedlicher Mastsysteme bleibt daher auch für diese Methoden bestehen.

Die oben dargestellten befragungsbasierten Methoden sind in keiner Weise auf den Vergleich von Freileitungen ausgerichtet und lassen daher auch manche Spezifika, wie etwa die Zonierung, vermissen, die für einen solchen Vergleich hilfreich erscheinen. Immerhin macht der unabweislich zunehmende Erfolg der befragungsbasierten Methoden deutlich, dass die erwünschte gesellschaftliche Akzeptanz von Landschaftsbildanalysen keineswegs auf dem Wege immer komplexerer und differenzierter Erfassungs- und Bewertungsprozeduren erreicht wird, sondern vielmehr über ein Mehr an Transparenz.

Die zuletzt dargestellte Methodik des NLT (2011) in Verbindung mit KÖHLER & PREISS (2000) entspricht im einfachen Aufbau dem modernen Verständnis einer transparenten Methodik. NLT (2011) gibt zudem klare Bewertungsregeln vor (s. Tab. 4). Andererseits dient der Verweis auf KÖHLER & PREISS (2000) zwar einer in Niedersachsen landesweit projektübergreifend vergleichbaren Methodik der Landschaftsbildanalyse, aber die Autorinnen lassen in ähnlicher Weise wie die befragungsbasierten Methoden Spezifika, wie etwa die wahrnehmungsabhängige Zonierung, vermissen, die für einen Vergleich verschiedener Freileitungssysteme hilfreich wären.

4.1.3 Im Vorhaben gewählter Ansatz der Landschaftsbildanalyse

Bestandserfassung und -bewertung

Tab. 5: Schematische Matrix zur Bestimmung der Gesamtbewertung des Landschaftsbildes. Dabei ist zu beachten, dass der Übersichtlichkeit halber in der Matrix nicht alle möglichen Bewertungskombinationen der dreistufigen Teilkriterien zur Bestimmung der Eigenart (fünfstufig) dargestellt sind.

Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
<i>Historische Kontinuität</i>	<i>Vielfalt</i>	<i>Natürlichkeit</i>	
Hoch	Hoch	Hoch	Sehr hoch
Hoch	Hoch	Mittel	Hoch
Hoch	Hoch	Gering	Mittel
Hoch	Mittel	Gering	Mittel
Hoch	Gering	Gering	Mittel
Hoch	Mittel	Mittel	Mittel
Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Mittel	Mittel	Gering	Mittel
Mittel	Gering	Gering	Gering
Gering	Gering	Gering	Sehr gering

Die Anforderungen an die in dieser Arbeit zugrunde zu legende Methodik der Landschaftsbildanalyse sind bereits eingangs (vgl. Abschn. 4.1.1) genannt worden. Dabei zeigt die Diskussion im vorherigen Abschnitt der vorgestellten Landschaftsbildanalysemethoden (Abs. 4.1.2), dass keine der vorgestellten Methoden diese Anforderungen voll erfüllen kann. Gleichwohl soll in diesem Vorhaben keine neue Landschaftsbildanalyse entwickelt werden. Vielmehr geht es um einen technologieübergreifenden landschaftsbildanalytischen Vergleich, der sich aus Gründen der Standardisierung auf bekannte landschaftsbildanalytische Methoden stützt. Hierzu gehören die im Folgenden skizzierten Elemente:

Für die Erfassung und Bewertung des landschaftlichen Bestands wird der Verfahrensansatz nach NLT (2011) in Verbindung mit KÖHLER & PREISS (2000) zugrunde gelegt, weil es sich hierbei um eine robuste und eingeführte Landschaftsbildanalysemethodik handelt, die in dem Bundesland mit dem größten Netzausbaubedarf verwurzelt ist. Der Methodik liegt ein modernes Transparenzverständnis zugrunde und die in den Naturschutzgesetzen zugrunde gelegten Begriffe wie Vielfalt, Natürlichkeit, Eigenart etc. werden zielgerecht operationalisiert.

Die nach KÖHLER & PREISS (2000) erforderliche Aggregation der drei Kriterien „Historische Kontinuität“, „Vielfalt“ und „Natürlichkeit“ zur „Eigenart“ einer Landschaftsbildeinheit erfolgt nach dem in Tab. 5 standardisierten Schema. Es ergeben sich für die Eigenart insgesamt fünf unterschiedliche Wertstufen von sehr hoch bis sehr gering.

Vorbelastungen, die abschwächende oder verstärkende Wirkung auf insbesondere die historische Kontinuität und Natürlichkeit eines Landschaftsbildes haben, werden bei den entsprechenden Bewertungen implizit berücksichtigt. Als Vorbelastungen kommen v.a. bestehende Freileitungstrassen in Betracht, die sowohl ersetzt wie ergänzt werden können. Darüber hinaus werden weitere mastenartige Eingriffe, wie Kraftwerke, Funktürme oder WEA als Vorbelastungen angesprochen.

Schutzgebiete entspricht §§ 23 – 32 BNatSchG werden ebenfalls erfasst und implizit in der Bewertung berücksichtigt, dies zumal viele Schutzgebiete neben ökologischen Zielen dem ästhetischen Werterhalt der Landschaft sowie der Erholung des Menschen dienen.

Wirkungsanalyse und Eingriffsbewertung

Der Analyse der Eingriffswirkungen durch die unterschiedlichen Freileitungssysteme wird in Ergänzung zu KÖHLER & PREISS (2000) eine auf Masten bezogene dreistufige Zonierung der visuellen Wirkung zugrunde gelegt, wie sie bei den meisten der spezifisch auf Masten zugeschnittenen Landschaftsbildanalysen verwendet wird. Eine solche Zonierung wurde von NOHL (1993) noch pauschal festgelegt, wird heute jedoch – insbesondere bei Windenergievorhaben – regelmäßig von der Höhe des jeweiligen Eingriffsobjektes abhängig gemacht. Da höhere Eingriffsobjekte zwangsläufig auch in größerem Abstand als kleinere Objekte visuell wirksam sind, werden auch in dieser Arbeit höhenabhängige Wirkzonen zugrunde gelegt. Im Folgeabschnitt werden die verwendeten Bemessungsfaktoren für die höhenabhängige Zonierung abgeleitet.

Sichtverschattungen durch Siedlungen und Wälder werden bezogen auf den Trassenverlauf des Visualisierungsstandorts im Geoinformationssystem erfasst und implizit bei der Berechnung der visuell beeinflussten Flächen berücksichtigt. Nach FLECKENSTEIN et al. (1996) gelten als sichtverschattete Bereiche hierbei Waldgebiete sowie im Zusammenhang bebaute Siedlungsgebiete mit jeweils einer Größe von mindestens 1 ha. Für die Implementierung der sichtverschatteten Siedlungsbereiche wurden daher in diesem Ansatz pauschal 7 m als Worst-Case-Annahme mit Daten aus Zensus 2011 (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2015) angenommen. Bei Wäldern erfolgte die Berücksichtigung, indem eine Einheitshöhe von 30 m angenommen wurde, was als Worst-Case-Annahme der maximalen durchschnittlichen Höhe von 73 % der Bäume in Deutschland entspricht. (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT 2014). Diese Werte ergeben sich aus den durchschnittlichen maximalen Wuchshöhen von Bäumen in deutschen Wäldern (STINGLWAGNER et al. 2005). Neben den Waldgebieten und Siedlungsgebieten fließen die Topografie aus einem digitalen Geländemodell (DGM) sowie die individuelle Trassenhöhe der konventionellen und innovativen Freileitungssysteme in die Berechnungen ein. Die berechneten sichtverschatteten Bereiche wurden von den Berechnung der Gesamtflächengrößen abgezogen, so dass nur die tatsächliche aus Landschaftsbildsicht beeinflussten Bereiche in die Berechnung der Flächenbeeinträchtigung einfließen.

Die Bewertung der Eingriffsintensität der unterschiedlichen Freileitungssysteme am jeweiligen exemplarischen Landschaftstypen-Standort wird einerseits verbalargumentativ auf Basis der Berechnungsergebnisse zu den unterschiedlichen Flächenbeeinträchtigungen und andererseits auf einer vergleichenden Beurteilung der Visualisierungsergebnisse beruhen. Bei der Beurteilung der Visualisierungen wird hierbei den visuellen Eigenarten der zu vergleichenden unterschiedlichen Mast- und Leitungstechnologien eine besondere Aufmerksamkeit zukom-

men. Hierzu gehört die Einschätzung solcher Aspekte wie Seildurchhang, Abstandshalter, Isolatoren etc. Bisher sind solche technologiespezifischen Aspekte in den bekannten Landschaftsbildanalysemethoden wie oben beschrieben kaum berücksichtigt worden.

4.1.4 Höhenabhängige Wirkzonen

Nahzone (4H)

Bei NOHL (1993) umfasst die visuell dominante Nahzone eine Kreisfläche mit 200 m Radius um einen beliebigen Mast. Da eine Freileitung nicht eine punktförmige, sondern eine lineare Struktur darstellt, wird die Nahzone in unserem Ansatz nicht radial sondern als eine trassenparallele Längsstruktur angesehen. In der Nahzone nimmt die Freileitung einen großen Anteil des Blickfeldes ein, die Masten überragen die Horizontlinie deutlich und die Trasse tritt als zusammenhängende Struktur in Erscheinung. Die gesamte Anlage beherrscht somit den Landschaftsbildeindruck. In dem hier anzustellenden Vergleich unterschiedlicher Mastsysteme ist nur eine höhenabhängige Definition der Zonierungen angemessen. Dabei wird der übliche Donaumast mit 50 m als standardisierte Bemessungsgröße herangezogen. Die Nahzone wird in dieser Arbeit auf das Vierfache der Höhe des Eingriffsobjektes (4H; 200 m) festgelegt.

Mittelzone (30H)

Bei NOHL (1993) umfasst die Mittelzone eine Fläche, die von 200 m (Nahzone) bis 1.500 m vom Eingriffsobjekt reicht. Dem Niedersächsischen Landkreistag (NLT 2011, S.13) zufolge ist bei Freileitungen mindestens ein Abstand bis 1.500 m beiderseits der Trasse als erheblich beeinträchtigt anzusehen. Übersetzt auf ein höhenabhängiges Maß entspricht dies dem 30fachen eines Donaumastes (30H; 1.500 m).

Fernzone (100H)

Bei NOHL (1993) umfasst die Fernzone eine immer noch als "Wirkzone" anzusprechende Fläche, die von 1.500 m bis 10.000 m reicht. Da die Wirkintensität in der Fernzone sehr flach ausläuft, wird diese Zone zumeist vereinfachend auf 5.000 m reduziert. 5.000 m entsprechen dem 100fachen eines Donaumastes. Der Bemessungsfaktor ist somit 100H. Die Fernzone als einerseits unbedeutendste Wirkzone umfasst andererseits den größten Flächenumfang. Diese Diskrepanz lösen verschiedene Autoren durch Pauschalwerte für die Fernzone auf. FLECKENSTEIN et al. (1996) und GERBAULET (1994) nehmen z.B. 0 – 10 % pauschalen Aufschlag auf die ermittelten Werte von Nah- und Mittelzonen als Wert für die Fernzone. Einer ähnlichen Herangehensweise wird auch hier gefolgt, indem nur die eingriffserheblichen Zonen (Nah- und Mittelzone) methodisch detailliert beschrieben und die ermittelten Werte für die Fernzone auf 5 % pauschalisiert werden.

Da es in dem hier angestellten Vergleich nicht um die landschaftsbildanalytische Bewertung einer kompletten Freileitungstrasse, sondern vielmehr um eine Bewertung exemplarischer Standorte geht, wird die Fernzone in dieser Arbeit nicht als trassenparallele lineare Struktur, sondern als radiale Struktur um einen Visualisierungsstandort begriffen.

4.1.5 Untersuchte Mastformen und Auswirkungen auf die Ausdehnung der höhenabhängigen Wirkzonen

Unsere Untersuchungen vergleichen konventionelle Maste von 380 kV (sechs Betrachtungsräume) sowie 110 kV-Trassen (zwei Betrachtungsräume) mit drei innovativen Mastformen,

die sich optisch in ihrer Anzahl der Traversen (horizontale Ebenen), Traversenbreite sowie der Masthöhe unterscheiden. Bei den innovativen Masten handelt es sich um Einebenenmasten, Y-Masten sowie Sternkettenmasten. Die innovativen Mastssysteme wurden für die Untersuchungen annähernd gleichmäßig in den unterschiedlichen Landschaftstypen verteilt, um eine hohe Vergleichbarkeit der einzelnen Systeme zu erreichen. In den besonders sensiblen Bereichen der Waldlandschaften, der offenen Kulturlandschaften sowie in den Verdichtungsräumen wurden alle drei innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Masten verglichen.

Der Einebenenmast weist bedingt durch die Anordnung der Phasen in einer einzigen Ebene die niedrigste Höhe (27,6 m) bei der höchsten Traversenbreite (38 m) auf. Der Y-Mast ist mit 26,1 m die niedrigste Breite bei einer Höhe von 32 m auf. Der Sternkettenmast misst 36,1 m in der Höhe bei 31,4 m Breite. Der Einsatz der innovativen Freileitungssysteme resultiert in einer reduzierten Trassenbreite von maximal 55 m bei Einebenenmasten, so dass sich diese bspw. gegenüber dem konventionellen Donaumast (Trassenbreite bis zu 72 m) deutlich verringern würde.

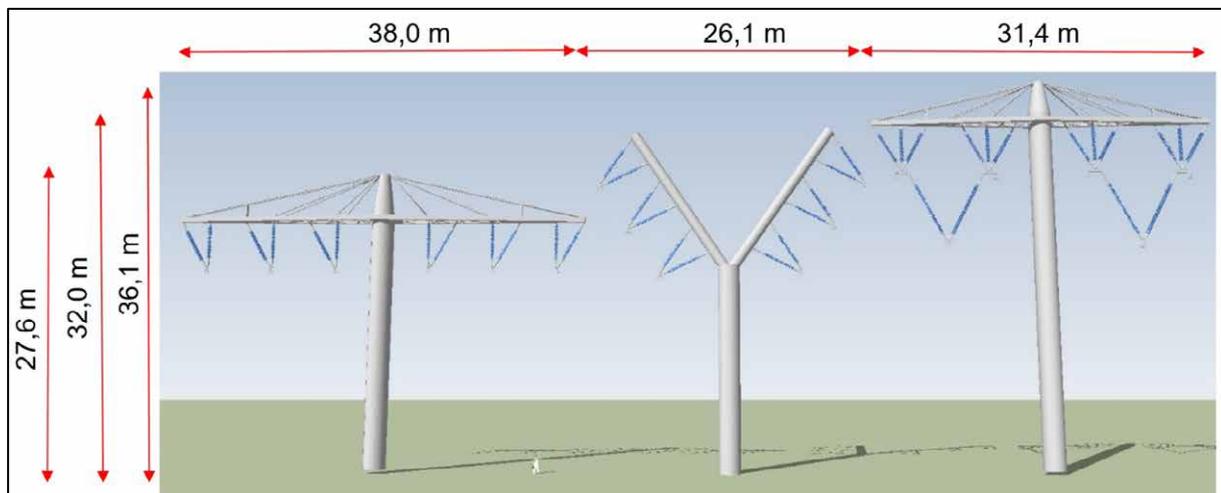


Abb. 18: Innovative Masttypen (Einebenenmast, links; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, rechts) mit den jeweiligen Höhenangaben und der Breite).

Die konventionellen 380 kV-Trassen sind bis auf einen Standort mit Tonnen- (Landschaftseinheit 2.1; Abschn. 4.2.2) durchweg mit Donaumasten bestanden. Als standardisierte Höhen werden in unseren Untersuchungen für die Donaumasten 50 m (vgl. Abschn. 4.1.4) und die Tonnenmasten 60 m angenommen. Bei den beiden 110 kV-Standorten handelt es sich um eine Trasse mit konventionellen Einebenenmasten (Landschaftseinheit 3.6; Abschn. 4.2.3) sowie konventionellen Donaumasten (Landschaftseinheit 3.7; Abschn. 4.2.4). Als standardisierte Mastenhöhe finden hier in Anlehnung an BRAKELMANN (2004) sowie HOFMAN UND OSWALD (2010) für 110 kV-Einebenenmasten 25 m und 110 kV-Donaumasten 30 m Verwendung.

Die Ausdehnung der unterschiedlichen Wirkzonen in Abhängigkeit von der Höhe der konventionellen und innovativen Masten (s. Abschnitt 4.1.4) findet sich in Tab. 6.

Tab. 6: Übersicht über die höhenabhängigen Wirkzonen der untersuchten Masttypen unterteilt in Nah-, Mittel- sowie Fernzone.

Masttyp	Masthöhe	Nahzone	Mittelzone	Fernzone
Donaumast (konventionell; 380 kV)	50 m	0 – 200 m	200 – 1.500 m	1.500 – 5.000 m
Tonnenmast (konventionell; 380 kV)	60 m	0 – 240 m	240 – 1.800 m	1.800 – 6.000 m
Einebenenmast (konventionell; 110 kV)	25 m	0 – 100 m	100 – 750 m	750 – 2.500 m
Donaumast (konventionell; 110 kV)	30 m	0 – 120 m	120 – 900 m	900 – 3.000 m
Einebenenmast (innovativ)	27,6 m	0 – 110 m	110 – 828 m	828 – 2.760 m
Y-Mast (innovativ)	32 m	0 – 128 m	128 – 960 m	960 – 3.200 m
Sternkettenmast (innovativ)	36,1 m	0 – 144 m	144 – 1.083 m	1.083 – 3.610 m

4.1.6 Grundlagen der Visualisierung

Methodik der Visualisierung

In einem ersten Schritt wurden anhand von Kartenmaterial geeignete Standorte für die Visualisierung der innovativen Freileitungssysteme in geeigneten Landschaftstypen ausgewählt, um die variierende visuelle Wirkung darzustellen. Landschaftstypen sind Raumeinheiten, die sich in der Struktureigenschaften, dem Relief, aber auch den Vegetationstypen bzw. Biotoptypen unterscheiden. Laut BfN lassen sich in der Bundesrepublik 24 Landschaftstypen unterscheiden. (BfN 2007, BfN 2014) Von diesen wurden in dieser Projektstudie acht Landschaftstypen berücksichtigt (Tab. 7). Die Landschaftstypen wurden in Absprache mit dem BfN ausgewählt und zeigen eine repräsentative Auswahl von in Deutschland anzutreffenden Landschaftstypen. Die getroffenen Zuordnungen orientieren sich an den Kriterien der einzelnen Landschaftssteckbriefe des BfN. Die Zuordnungen können hierbei durch die hohe räumliche Auflösung der Landschaftsbildeinheiten in den Untersuchungsgebieten leicht von den Landschaftstypen für Gesamtdeutschland abweichen, da diese eine deutlich geringere räumliche Auflösung der Biotoptypen aufweisen.

Insgesamt wurden 34 Standorte angefahren. An diesen Standorten wurden im September 2015 und März 2016 die Landschaftsbildaufnahmen durchgeführt. Die Fotografien wurden unter standardisierten Bedingungen aufgenommen (s. nachfolgender Absatz). Auf Grundlage dieser Landschaftsbildaufnahmen wurden in einem nächsten Schritt Visualisierungen erstellt. Dazu erfolgte in Abstimmung mit SAG die Auswahl von drei durch die SAG entwickelte (s. Abschn. 4.1.5), neue Masttypen exemplarisch zur näheren Bewertung. Diese Masttypen wurden mit Hilfe der 3D-Software SketchUp in allen Details wie Seilabhängungen, Seildurchhang unter Normalbedingungen, Isolatoren und Farbe der Vollwandmasten nachmodelliert. Anschließend wurden die modellierten Mastsysteme in die Landschaftsbildfotografien, aus denen zuvor noch die konventionellen Freileitungen mit der Bildbearbeitungssoftware GIMP entfernt wurde, hinein visualisiert. Die Bildsynthese (rendern) der in SketchUp erstellten Modelle in die Landschaftsbildfotografien erfolgte mittels der Software Kerkythea, die auch verschiedene Beleuchtungen der importierten Modelle unterstützt. Ziel der Visualisierungen war die maßstabsgetreue Darstellung verschiedener Freileitungssysteme in unter-

schiedlichen Landschaftstypen sowie eine vergleichende, individuelle Beurteilungen der konventionellen und innovativen Systeme.

Standardisierung der fotografischen Landschaftsaufnahmen

Die Aufnahme der Fotos erfolgte nach einem standardisierten Verfahren, um stets identische technische Bedingungen zu gewährleisten. Die Digitalkamera (Nikon D5000 mit einem Sensor im APS - C,DX-Format (23,6 x 15,8 mm) mit 1,5x Formatfaktor/ crop factor) wurde auf einem stabilen Stativ platziert, auf 1,50 m Augenhöhe eingestellt und eine Festbrennweite mit einem horizontalen Blickwinkel von ca. 52° (24 mm bei einer Nikon 5000) für die Landschaftsbildaufnahmen verwendet. Die Fotos wurden immer mit der Sonne im Rücken oder seitlich zur Sonne aufgenommen. Gegenlichtaufnahmen sollten vermieden werden. Fotos eines Standortes wurden in unterschiedlichen Blenden (bevorzugt zwischen 16 – 22) und Belichtungszeiten (Aufnahmezeiten nicht unter 1/100) mit einer geringen ISO-Empfindlichkeit von 100 – 200 gemacht. Zur Orientierung erfolgte ein fotografischer Rundumblick (360°) zur exakten Verortung des Fotostandes im GIS. Zusätzlich wurden Parameter wie GPS-Standpunkt, Blickrichtung und Neigungswinkel aufgenommen, die für die Visualisierung benötigt werden. Des Weiteren wurde ein Referenzbild mit einer Messlatte in 7 m Entfernung (2,40 m Höhe), die mittig im Bild platziert wurde, aufgenommen. Dieses Referenzbild sollte möglichst weitere sichtbare Objekte (Masten, Bäume etc.) enthalten. Der gewählte Landschaftsausschnitt wurde zudem so gewählt, dass möglichst etwas Vegetation im Bildvordergrund zu sehen ist.

Tab. 7: Übersicht und Definition der berücksichtigte Landschaftstypen nach BFN (2007).

1.1 Küstennahe Landflächen der Nordsee (Marschlandschaft) und Wattenmeer
2.1 Reine Waldlandschaft mit einem Waldanteil > 70 %
3.6 Gehölz- bzw. walddreiche grünlandgeprägte Kulturlandschaft, Landschaften mit einem Waldanteil zwischen 20 % und 40 % sowie einem Grünlandanteil > 25 %
3.7 Gehölz- bzw. walddreiche ackergeprägte Kulturlandschaft mit einem Waldanteil zwischen 20 % und 40 % sowie einem Ackerflächenanteil > 50 %
3.12 Obstbaulandschaft mit einem Anteil von Obstbauflächen > 10 %
4.1 Grünlandgeprägte offene Kulturlandschaft mit einem Waldanteil < 20 % und einem Grünlandanteil > 25 %
4.2 Ackergeprägte offene Kulturlandschaft mit einem Waldanteil < 20 % und einem Ackerflächenanteil > 50 %
6. Verdichtungsraum: Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur



Abb. 19: Übersicht der acht untersuchten und bewerteten Standorte mit den Landschaftstypennummern (nach BFN).

4.2 Bestandserfassung und Bewertung der einzelnen Landschaftsbildeinheiten

4.2.1 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer küstennahen Landflächen der Nordsee (1.1)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

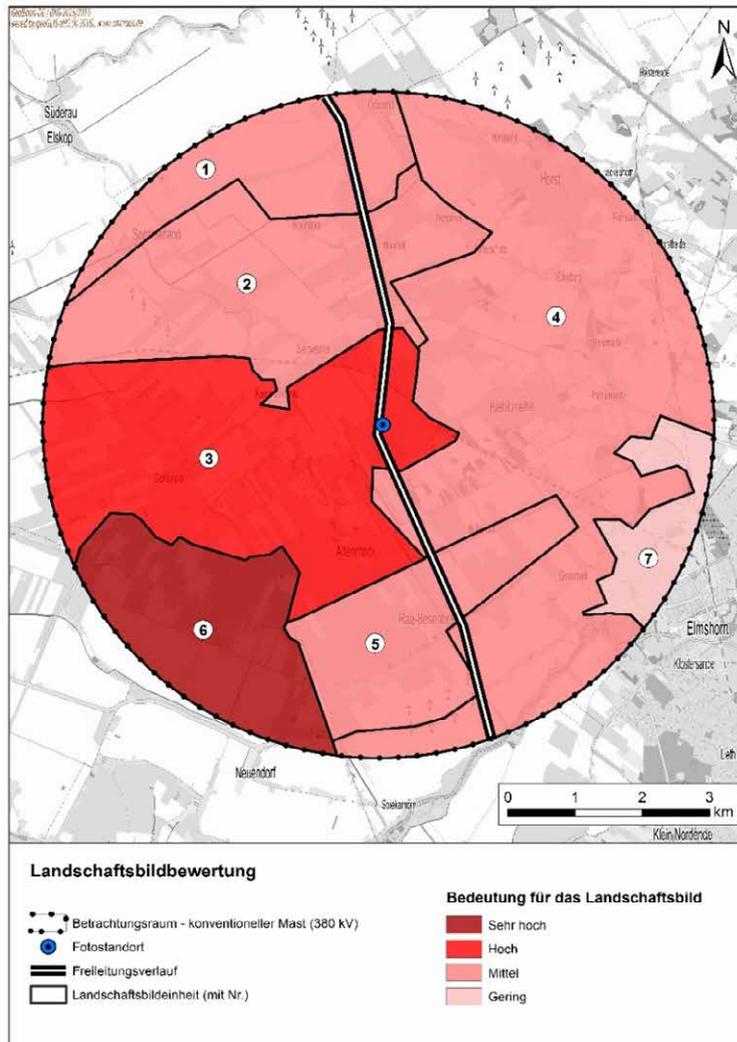


Abb. 20: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der Marschlandschaft (Landschaftstyp 1.1) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Der untersuchte Raum erstreckt sich ausgehend von dem Fotostandort nächstgelegenen, vordersten Freileitungsmast aus (s.

Abb. 20) in einem Radius von 5.000 m und umfasst eine Gesamtgröße von 7.854 ha. Er befindet sich im Übergangsbereich der Elbmarschen und Schleswig-Holsteinischen Geest der Kreise Pinneberg und Steinburg und zeichnet sich in den Elbmarschen durch ein z.T. sehr kleinräumiges Mosaik landwirtschaftlich genutzter Feuchtwiesen, Ackerstandorten und Wiesen aus, die vielfach einer Entwässerung unterliegen. Ein sehr geringer Anteil an Waldflä-

chen und ein Anstieg der Topografie von den sehr homogenen Marschflächen zur Geest sind charakteristische Merkmale dieses Betrachtungsraumes.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 20 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 1.060 ha (13,5 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil durch Siedlungsgebiete bedingt wird. 3.250 ha (41,4 %) der Gesamtfläche befinden sich innerhalb von mehreren Landschaftsschutzgebieten und einem FFH-Gebiet (s. Anhang Tab. 34; Anhang Abb. 50, links). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt sieben Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Feuchtgrünland bei Grönland mit historischer Flureinteilung (600 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 umfasst den Siedlungsbereich der Ortschaft Grönland, befindet sich im Naturraum der Schleswig-Holsteinischen Elbmarschen und ist durch eine sehr kleinräumige Flureinteilung geprägt. Die Flächen werden hauptsächlich als Feuchtgrünland und Weide bewirtschaftet, vereinzelt erfolgt die Nutzung als ackerbauliche Fläche. Die einzelnen Parzellen sind überwiegend sehr schmal (bis 15 m Breite) und als Längsstreifenfluren angelegt. Die einzelnen Parzellen werden durch Entwässerungsgräben (Wettern) voneinander abgegrenzt, die teilweise mit Saumbiotopen bestanden sind. Ein größerer naturnah gestalteter Entwässerungskanal bildet die untere Abgrenzung der Landschaftsbildeinheit und weist einen hecken- und laubbaumbestandenen Uferbereich auf. Ein Straßendorf (Grönland) mit mehreren kleineren Gewässern und kleinere einzeln stehende landwirtschaftlichen Gehöfte, sorgen für eine mittlere Vielfalt in dem Gebiet. Die Entwässerung des Gebietes und die landwirtschaftliche Nutzung führen zu einer mittleren Einstufung der Natürlichkeit, wohingegen die historische Kontinuität durch die mittig das Gebiet zerschneidende 380 kV-Freileitung um eine Stufe auf mittel abgestuft wird. Insgesamt ist die Eigenart des Landschaftsbildes als mittel zu bewerten.

Landschaftsbildeinheit 2: Marsch und Moorland bei Sommerland (1.171 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 2 besteht größtenteils aus einem landwirtschaftlich genutzten, kleinräumigen Mosaik von Längsstreifenfluren, die als Grünland, Acker oder Weide genutzt werden. Vereinzelt lange Entwässerungsgräben, Hecken sowie Bäume säumen einen Großteil der Straßen und Feldwegen und sorgen mit vielen Saumbiotopen an Parzellengrenzen, mehreren z.T. verlandete Teichen außerhalb eines Straßendorfes, baumbestandenen Einzelhäusern und Einzelgehöften und einer kleine Obstplantage sorgen für eine hohe Vielfalt. Die Natürlichkeit dieser auf ehemals moorigen Standorten entstandenen Kulturlandschaft ist durch Eingriffe in die Hydrologie und die landwirtschaftliche Nutzung als mittel zu bewerten. Die historische Kontinuität wird mit mittel bewertet, da Windenergieanlagen im westlichen Bereich, eine zweigleisige Bahntrasse im Süden, sowie eine zusätzlich längs das Gebiet querende 110 kV-Freileitung für eine optische Beeinträchtigung und Belastung sorgen. Die Eigenart ist zusammenfassend mit mittel zu bewerten.

Landschaftsbildeinheit 3: Kulturlandschaft Königsmoor (1.605 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 3 ist von moorigen Standorten geprägt, die einer kleinräumigen, abwechslungsreichen Grünland- sowie Ackerbewirtschaftung und Beweidung auf Längs- und Blockfluren unterliegen. Der westliche Bereich ist von Feuchtgrünland mit Entwässerungsgräben geprägt, die z.T. von Saumbiotopen bestanden sind. Einige zentral in der Landschaftsbildeinheit befindliche Entwässerungskanäle und kleinere Gewässer weisen eine teilweise Verlandung auf. Der südliche Bereich der Landschaftsbildeinheit enthält eine hohe Anzahl an hecken- und baumgesäumten Straßen und Wegen sowie Knickstrukturen. Im westlichen Bereich befinden sich auf einer Strecke von zirka 400 m die Reste der alten Deichlinie, die diesen Bereich als ehemaligen tidebeeinflussten Bereich kennzeichnen und zusätzlich für eine Erhöhung sorgen. Es erfolgt eine Abwertung der Natürlichkeit durch die landwirtschaftliche Nutzung auf mittel bei einer insgesamt hohen Vielfalt. Die historische Kontinuität ist als hoch zu bewerten, da die im nordöstlichen Bereich verlaufende zweigleisige Bahntrasse zu keiner Überprägung des Gesamtgebiets führt. Die Eigenart des Landschaftsbildes ist zusammenfassend als hoch einzustufen.

Landschaftsbildeinheit 4: Geestlandschaft mit Siedlungsstrukturen (2.776 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 4 umfasst die Siedlungsbereiche von Horst, Kiebitzreihe, Hahnenkamp sowie weitere bandenartige Siedlungsstrukturen entlang der Verkehrsachsen. Eine Vielzahl an Kleinstwaldbiotopen, ausgedehnten Knickstrukturen, längliche Hecken- und Waldbiotopen, Ackerflächen, Grünland, extensiven Weideflächen von wenigen Hektar Größe (z.T. auch mit einer historischen Gewinnstruktur) und Obstanbauflächen sorgen für einen kleinräumigen Wechsel. Die südliche Grenze der Landschaftsbildeinheit bildet ein mäandrierender, eingedeichter Bereich der Krückkau mit tidebeeinflussten Brackwasserhabitaten (z.T. mit Röhrichtbeständen) und Grünlandwirtschaft. Hecken sowie Bäume säumen einen Teil der Acker-, Feldfluren und Entwässerungsgräben, ebenso wie vereinzelt stehende Privathäuser und landwirtschaftliche Betriebe. Im östlichen Bereich kommt es zu einer Zunahme der Ackerflächen. Die abwechslungsreichen Landschaftsbestandteile sorgen für eine hohe Vielfalt dieses Gebietes. Die Natürlichkeit ist durch die Eindeichung der Krückkau, die mittig das Gebiet querende zweigleisige Bahntrasse und insgesamt fünf WEA an zwei Standorten ebenso wie die historische Kontinuität als mittel zu bewerten. Zusammenfassend ist die Eigenart für diese Landschaftsbildeinheit als mittel einzustufen.

Landschaftsbildeinheit 5: Marsch und Moorland bei Raa-Besenbek (667 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 5 umfasst das Straßendorf Raa-Besenbek, dessen Häuser und angrenzende Hofgebäude teilweise erhöht auf Wurten stehen und einen hohen Baumbestand aufweisen sowie eine kleine Neubausiedlung am östlichen Rand. Es handelt sich um einen relativ homogenen Naturraum, der überwiegend Feuchtgrünland und vereinzelte Ackerflächen und Weiden aufweist. Die der Entwässerung dienenden Gräben münden in einen gradlinigen Entwässerungskanal ohne sichtbaren Baum- und Heckenbestand. Die Gräben sind sehr nährstoffreich, was sich in einer starken Verkräutung und Trübung des Wassers bemerkbar macht. Der Ortsteil Raa ist durch eine hohe Dichte an landwirtschaftlichen Gehöften geprägt, die sich durch eine hohe Geruchsbeeinträchtigung und mehrere größere Schuttberge auf deren Wirtschaftsflächen vom umliegenden Gebiet abgrenzen. Mehrere hecken- und baumgesäumte Wege und zwei Knickstrukturen sorgen in der Gesamtbetrachtung für eine Erhöhung der Vielfalt. Die Natürlichkeit und die historische Kontinuität sind als mittel zu bewerten.

ität bewegen sich auch durch die sehr auffälligen vier WEA im südlichen Bereich in unmittelbarer Nähe zur Ortschaft Raa noch im mittleren Bereich. Eine Abstufung der historischen Kontinuität um eine weitere Stufe durch die mittig das Gebiet zerschneidende 380 kV-Freileitung erfolgt durch diese Vorbelastungen nicht noch zusätzlich. Die Gesamtbewertung der Eigenart ist als mittel einzustufen.

Landschaftsbildeinheit 6: Feuchtgrünland Moorhusener Wettern mit historischer Flureinteilung (756 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 6 umfasst den Siedlungsbereich Moorhusen, der sich als größtenteils reetgedeckte Einzelhaus- und Gehöftgefüge entlang der alleinartigen Dorfstraße zieht. Im Gebiet befindet sich ein Teil des FFH-Gebietes Wetternsystem Kollmarer Marsch (FFH DE 2222-321). Der überwiegende Teil der Landschaftsbildeinheit wird von Feuchtgrünland, einigen beweideten Standorten, einer Obstanbaufläche und einem geringen Anteil an Äckern eingenommen. Die schmalen, abwechslungsreich bewirtschafteten Längsstreifenfluren werden vielfach durch Wettern voneinander abgegrenzt. Im Gegensatz zu den umliegenden Landschaftsbildeinheiten wurde die Unterhaltung der kleinräumigen Entwässerungskanäle hier eingestellt. Die Topografie des insgesamt ebenen Gebietes weist eine sehr geschwungene Oberfläche von $\pm 0,5$ m auf. Durch das Vorhandensein von Knickstrukturen und mehreren hecken- und baumgesäumten Wegen ergibt sich eine hohe Vielfalt. Trotz der Entwässerung der Flächen durch die Wettern ist eine Natürlichkeit noch gegeben und mit hoch zu bewerten. Die historische Kontinuität wird mit hoch eingestuft. Insgesamt ergibt sich in der Gesamtbewertung eine sehr hohe Eigenart.

Landschaftsbildeinheit 7: Städtisch geprägter Kulturraum (278 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 7 umfasst einen Teil der Mittelstadt Elmshorn, welche sich im betrachteten Ausschnitt als ein dichtbesiedelter Kulturraum mit Einzel- und Mehrfamilienhäusern, Wohnblöcken, Gewerbegebieten und einer Industriefläche, einer Kleingartenanlage und einigen Freiflächen mit Wiesen, Bäumen und Hecken zusammensetzt. Elmshorn wird durch die tidebeeinflusste Krückau durchflossen. Die Landschaftsbildeinheit durchkreuzen zwei Bahntrassen, die größtenteils durch Bäume abgegrenzt sind. Die Vielfalt, Natürlichkeit sind aufgrund der städtischen Überprägung mit gering zu bewerten. Die historische Kontinuität wird aufgrund der städtischen Entwicklung in diesem Bereich und der Nikolaikirche (erbaut 1661) noch als mittel eingestuft. Die Eigenart dieser städtischen Landschaftsbildeinheit ist insgesamt gering.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 8.

Tab. 8: Bestandsbewertung für sieben abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Marschlandschaft (Landschaftstyp 1.1).

Landschaftsbildeinheit	Flächen- größe [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamt- bewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Feuchtgrünland bei Grönland	599,6	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Marsch & Moorland bei Sommer- land	1.171,0	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel
Kulturlandschaft Königsmoor	1.604,8	Hoch	Hoch	Mittel	Hoch
Feuchtgrünland bei Grönland	599,6	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Marsch & Moorland bei Sommer- land	1.171,0	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel
Kulturlandschaft Königsmoor	1.604,8	Hoch	Hoch	Mittel	Hoch
Geestlandschaft mit Siedlungs- strukturen	2.777,5	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel
Marsch & Moorland bei Raa- Besenbek	666,8	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel
Feuchtgrünland Moorhusener Wet- tern	756,2	Hoch	Hoch	Hoch	Sehr hoch
Städtisch geprägter Kulturraum Elmshorn	278,1	Mittel	Gering	Gering	Gering

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen in den Elbmarschen erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit den Donau- und innovativen Y-Masten. Die aufgrund der Masthöhen unterschiedlich breiten Wirkzonen beider Trassen zeigt die Abb. 21.

Für die im Landschaftsbildtyp 1.1 untersuchten Donau- und Y-Mastsysteme erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden aufgeschlüsselt für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten (s. Tab. 8; Abb. 50). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen. Die Landschaftsbildeinheiten 6 (Feuchtgrünland Moorhusener Wettern) sowie 7 (Städtisch geprägter Kulturraum Elmshorn) wirken aufgrund ihres hohen Abstandes zur Trassenführung erst in der Fernzone.

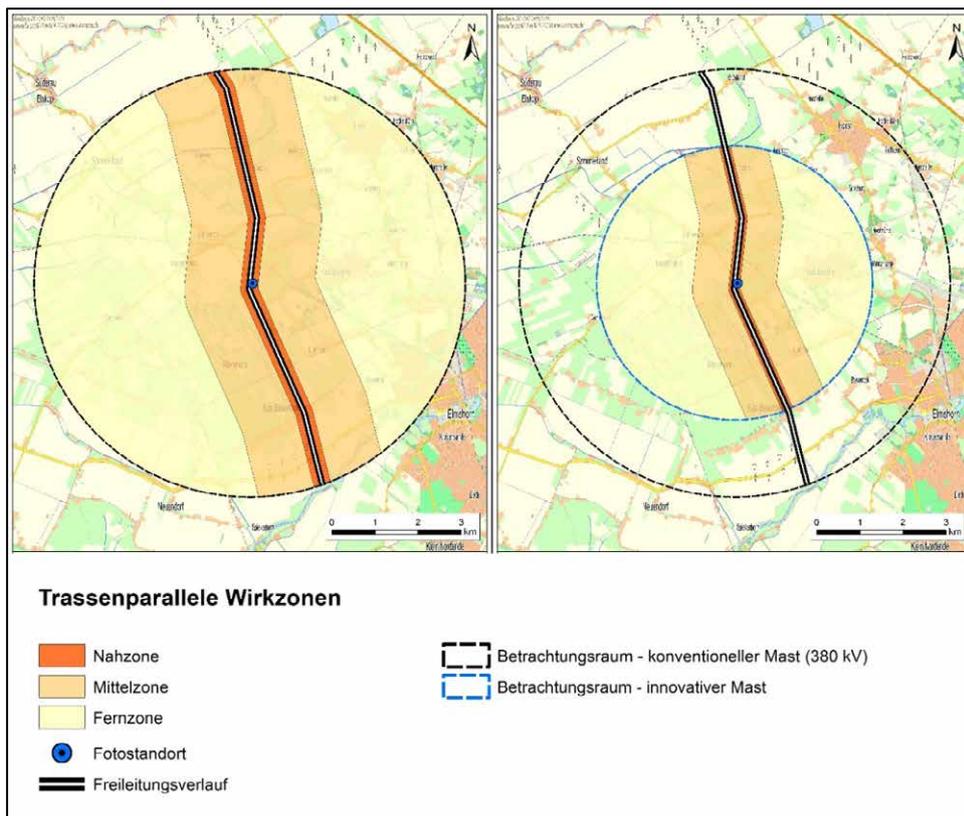


Abb. 21: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 1.1) der drei trassenparallelen Wirkzonen von Donaumasten (links) und Y-Masten (rechts) im Untersuchungsraum.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum durch die Trasse der Y-Masten gegenüber den Donaumasten um 57,6 % geringer ist. In der Nahzone wird eine Fläche von 232,8 ha mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung somit visuell nicht beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung der Y-Masten um 1.452,4 ha gegenüber den Donaumasten geringer. In der Fernzone, die nur noch gering in die Eingriffsbewertung einfließt, ist durch Y-Masten von einer visuellen Beeinträchtigung auszugehen, die um 108,9 ha gegenüber Donaumasten verringert ist.

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten) der Teilkriterien, zeigten für die historische Kontinuität der als hoch eingestuftem Landschaftsbildeinheiten eine um 222,7 ha und bei der Vielfalt eine um 1.387,5 ha geringere Beeinflussung durch die Y-Masten. Im Teilkriterium der Natürlichkeit wurde eine als hoch bewertete Fläche von 31,8 ha durch die Y-Masten nicht beeinträchtigt. Zusammenfassend betrachtet beeinflussen die innovativen Y-Masten im gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyp 1.1, die in der Gesamtbewertung der Eigenart als sehr hoch sowie hoch eingestuft wurden, im Vergleich zu den konventionellen Donaumasten eine um 31,8 ha bzw. 190,9 ha geringere Fläche (s. Tab. 9). Der stark verdichtete Siedlungsraum von Elmshorn würde durch die niedrigere Y-Trasse nicht beeinträchtigt.

Tab. 9: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 1.1 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

<i>Bewertung (Y-Mast)</i>	Historische Kontinuität			
	<i>Nahzone [ha]</i>	<i>Mittelzone [ha]</i>	<i>Fernzone [ha]</i>	<i>Gesamtzone [ha]</i>
<i>Hoch</i>	31	145,2	46,5	222,7
<i>Mittel</i>	201,8	1.307,2	62,5	1.571,5
<i>Gering</i>	0	0	0	0
	Vielfalt			
<i>Hoch</i>	158,7	1.130,9	97,9	1.387,5
<i>Mittel</i>	74,1	321,6	9,39	405,1
<i>Gering</i>	0	0	1,67	1,67
	Natürlichkeit			
<i>Hoch</i>	0	0	31,8	31,8
<i>Mittel</i>	232,8	1.452,4	75,5	1.760,7
<i>Gering</i>	0	0	1,7	1,7
	Eigenart			
<i>Sehr hoch</i>	0	0	31,8	31,8
<i>Hoch</i>	31	145,2	14,7	190,9
<i>Mittel</i>	201,8	1.307,2	60,8	1.569,8
<i>Gering</i>	0	0	1,7	1,7

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Die konventionelle Donaumasttrasse im Beispiel mit dem Landschaftstyps 1.1 zeichnet sich durch ihre Höhe von knapp 50 m aus – die aus den Landschaftsaufnahmen berechnete Höhe für den Donaumast beträgt 49 m; diese Höhe wurde auch für den hier dargestellten visuellen Vergleich mit den innovativen Y-Masten herangezogen – die deutlich über der Vegetation (einige wenige Bäume in der Mittelzone) am betrachteten Standort liegt. Aufgrund der fehlenden Reliefenergie wird der Eindruck weiter verstärkt. Die übereinander angeordneten Traversen sind visuell sehr wirksam und der raumdominierende Eindruck wird durch den großen Seildurchhang weiter verstärkt. Die Gittermasten sind besonders in der Nahzone sichtbar. In der Mittelzone, verstärkt durch die Witterung zum Zeitpunkt der Aufnahme, sind die Masten schwächer erkennbar und verschmelzen in zunehmender Distanz mit Landschaft und Hintergrund. Tiefe Wolken und leichter Nebel in Mittel- und Fernzone bewirken, dass die

Masten trotz starkem visuellen Eindrucks weniger dominant in der Küstenlandschaft erscheinen (s. Abb. 22, oben).

Der innovative Y-Mast besitzt mit 32 m eine geringere Höhe und niedrigere Leitungsführung. Der Masttyp fügt sich trotz der für den Betrachter ungewöhnlichen Form gut in die Offenlandschaft ein und wirkt weniger visuell auffällig. Besonders in der Mittelzone sind die Freileitungen weniger sichtbar und gleichen sich mit zunehmender Distanz der Vegetation an. Die Leiterseile sind durch die Bündelung und die Tragbündelabstandshalter (im Folgenden Abstandshalter genannt), aber auch durch die Mehrebenenordnung der Leitungen etwas sichtbarer als im Vergleich mit den Donaumasten. Dieser Umstand macht sich besonders in der Nahzone bemerkbar. In der Mittelzone sind sie, auch aufgrund der Witterung, kaum noch wahrnehmbar. Die Mehrebenen wirken zusammen mit den gebündelten Leiterseilen optisch als Hindernis. Dieser Eindruck wird durch die Vollwandmasten besonders in der Nahzone verstärkt. In der Mittelzone wirkt das Design weniger dominant (s. Abb. 22, unten).

Im Vergleich wirkt der innovative Mast weniger raumdominant in der offenen Küstenlandschaft. Dieser Eindruck ist der reduzierten Mastfußbreite und geringeren Höhe geschuldet - der Y-Mast ist mit 32 m etwa 17 m niedriger als der Donaumast. Besonders in der Mittelzone kann von den niedrigeren innovativen Masten auch bei veränderten Witterungsverhältnissen eine geringere Sichtbarkeit erwartet werden. In der Nahzone geht aufgrund der gebündelten Leiterseile und der Seilabhängungen eine erhöhte Sichtbarkeit vom innovativen Freileitungssystem aus. In der Küstenlandschaft mit fehlender Reliefenergie sind die innovativen Masten insgesamt jedoch weniger sicht- und raumdominant.



Abb. 22: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 1.1; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Y-Masten (unten).

4.2.2 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer Waldlandschaft mit einem Waldanteil über 70 % (2.1)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

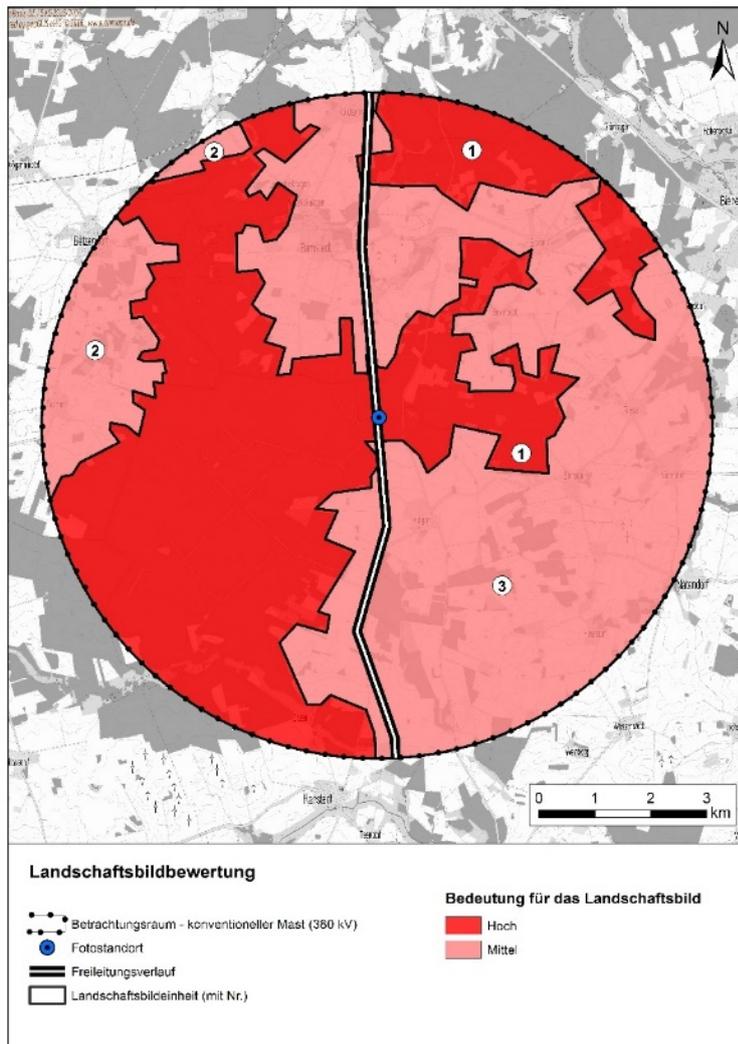


Abb. 23: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums des Waldstandortes (Landschaftstyp 2.1) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Der untersuchte Raum erstreckt sich, ausgehend vom Fotostandort nächstgelegenen, vordersten Freileitungsmast aus (s. Abb. 23), in einem Radius von 6.000 m und umfasst eine Gesamtgröße von 11.301 ha. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Naturraum „Lüneburger Heide und Wendland“ im Landkreis Lüneburg. Es handelt sich um einen walddreichen Standort. Die zwei großen Waldflächen im Betrachtungsraum setzen sich im Südwesten und Nordosten außerhalb des Untersuchungsgebiet (UG) fort. In Folge von eiszeitlichen Endmoränen-Ablagerungen handelt sich um sehr strukturreiche Flächen mit großen topografischen Unterschieden.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 23 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 7.991 ha (70,8 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil auf Waldgebiete entfällt und der Topografie geschuldet ist. Mit 8.805 ha (78,0 %) der Gesamtfläche befindet sich der überwiegende Teil des UG innerhalb von Schutzgebieten, wovon insbesondere das FFH-Gebiet „Ilmenau mit Nebenbächen“ (DE-2628-331) und die NSG „Barnstedt-Melbecker Bach“ sowie „Schierbruch und Forellenbachtal zu nennen sind (s. Anhang Tab. 35; Anhang Abb. 51, oben links). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt drei Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Barnstedter Waldgebiet (5.048 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 um das Barnstedter Waldgebiet nimmt einen Großteil des UG ein und wird im Südwesten und Osten von Nadelwäldern dominiert, wohingegen zentrale und nördliche Bereiche durch strukturreiche Mischwälder charakterisiert sind. Die Flächen weisen starke Differenzen im Relief auf, so dass eine hohe Anzahl an kleineren Erhebungen mit starken Anstiegen im Gebiet zu finden sind. Talränder werden häufig von Eichen- und Buchenmischwäldern begleitet.

Die Einheit wird von mehreren Bächen durchflossen. Die große Anzahl an kleinen Weihern erhöht die Vielfalt. Der Barnstedt-Melbecker Bach im nördlichen Bereich des Waldgebietes besitzt einen naturnahen, sandig, geröllreichen Bachlauf. Angrenzend befinden sich Auen- und Bruchwälder. Südliche Bereiche des Einzugsgebiets des Oechtringer Bachs sind moorig und die Überschwemmungsbereiche sind von Feuchtgrünländer geprägt, so dass kleinere Schläge als Grünland genutzt werden. Lichtungen bewirken eine Auflockerung der Waldflächen.

Das nahezu unzerschnittene Waldgebiet wird lediglich von kleinen Waldwegen durchbrochen. Auf der nördlichen Teilfläche sowie auf den östlichen und südlichen Flächen der Landschaftsbildeinheit, kommt es neben der 380 kV zu einer Zerschneidung durch eine weitere 110 kV-Freileitung. Aufgrund der Freileitungen erfolgt eine Herabstufung der historischen Kontinuität um eine Wertstufe, so dass diese als mittel bewertet wird. Da die Vielfalt und Natürlichkeit als hoch eingestuft werden, wird auch die Eigenart als hoch bewertet.

Landschaftsbildeinheit 2: Kulturlandschaft der Lüneburger Heide (731 ha)

Die Kulturlandschaft der Lüneburger Heide (Landschaftsbildeinheit 2) befindet sich im westlichen Bereich des Betrachtungsraums. Das in der Lüneburger Heide gelegene Gebiet weist ein Mosaik aus kleineren dörflichen Siedlungsflächen (Ortschaften Tellmer und Betzendorf) auf. Ein Großteil der Bewirtschaftung erfolgt durch ackerbauliche Nutzung. Daneben erhöhen kleinere Mischwälder die Strukturvielfalt. Wege der Landschaftsbildeinheit sind z.T. Baumbestanden und das Relief weist eine geringe Energie auf, so dass lediglich einige wenige Hügel und Senken vorhanden sind. In der Einheit gibt es einen Schießstand und einen kleineren Campingplatz. Da historische Kontinuität, Vielfalt und Natürlichkeit als mittel bewertet werden, wird auch die Eigenart insgesamt als mittel eingestuft.

Landschaftsbildeinheit 3: Struktureiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt (5.521 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 3 nimmt einen Großteil des UG ein und verläuft von Nordwest nach Südost. Der nördliche Teil der Einheit bei Barnstedt und Kolkhagen ist von mehreren trichterförmigen Absenkungen geprägt, die vielfach temporär wassergefüllt sind. Bei den Vertiefungen handelt es sich um Ausspülungen des Salzstocks Kolkhagen und dessen Ausläufern, die bis zu den Siedlungen Eitzen I und Beverbeck verlaufen und durch Substratnachschiebungen verfüllt wurden. Von Nord nach Süd nimmt die Geländehöhe ab. Die Bildeinheit ist durch ein abwechslungsreiches Mosaik aus landwirtschaftlichen Kulturflächen mit einer überwiegenden ackerbaulichen Nutzung geprägt. Die Schläge sind kleinparzellig und werden von Knicks und Überhältern begrenzt, die die Strukturvielfalt erhöhen. Des Weiteren befinden sich zahlreiche Mischwaldflächen und kleine wassergefüllte und teilverlandete Weiher sowie Einzelbäume mit Ackerrandstreifen in der Einheit und tragen zur Diversität bei. Innerhalb der struktureichen Kulturlandschaft liegen die Siedlungsgebiete Barnstedt, Kolkhagen, Beverbeck, Eitzen I, Rieste, Bornsen, Varendorf, Velgen und Haarstorf sowie zahlreiche Gehöfte. In Barnstedt befindet sich ein Rittergut mit einer im 16. Jh. erbauten Kapelle.

Östlich von Barnstedt befinden sich zwischen den Freileitungen und der Landstraße vier WEA des Windparks (WP) Barnstedt. Zwei weitere WEA des WP Natendorf befinden sich südlich von Bornsen und Varendorf. Des Weiteren wird in einem bei Oetzfelde gelegenen Tagebaugelände auf etwa 20 ha Sand gewonnen. Die vorhandenen Freileitungen und WEA bewirken eine Abstufung der Bewertung der Natürlichkeit und historischen Kontinuität, so dass diese als mittel eingestuft werden. Die Vielfalt der Landschaftsbildeinheit ist hoch. Die Eigenart der Einheit wird insgesamt durch die Abstufungen als mittel bewertet.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 10.

Tab. 10: Bestandsbewertung für drei abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Waldlandschaft (Landschaftstyp 2.1).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Barnstedter Waldgebiet	5.048,4	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	731,1	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Struktureiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	5.521,4	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit Tonnenmasten und den drei innovativen Mastsystemen. Die unterschiedlich breiten Wirkzonen aller Trassen finden sich in Abb. 24.

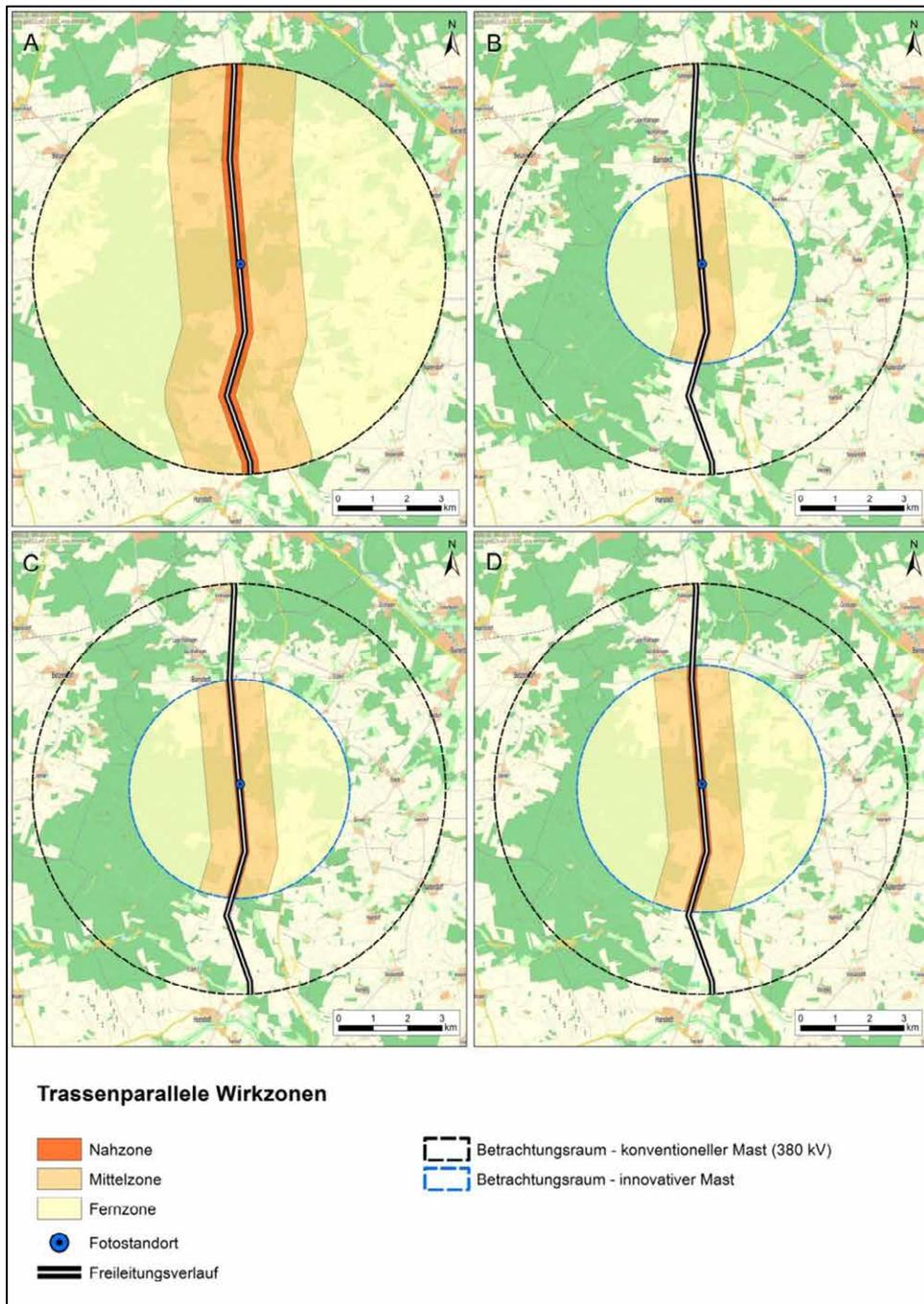


Abb. 24: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 2.1) der drei trassenparallelen Wirkzonen vom konventionellen Tonnenmast (A) sowie den drei innovativen Mastsystemen (Einerebenenmast (B), Y-Mast (C) und Sternkettenmast (D)).

Für die im Landschaftsbildtyp 2.1 untersuchten Tonnenmasten sowie alle drei innovativen Mastsysteme erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten aufgeschlüsselt (s. Tab. 10; Anhang Abb. 51). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum durch die drei innovativen Masten gegenüber den Tonnenmasten zwischen 76,6 % (Einebenen) und 62 % (Sternketten) geringer ist. In der Nahzone wird eine Fläche zwischen 368 ha (Einebenen) und 296,9 ha (Sternketten) mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung somit visuell nicht beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung zwischen 1.402,4 ha und 1.126,4 ha gegenüber den Tonnenmasten geringer. In der Fernzone, in der Beeinträchtigungen nur noch gering in die Eingriffsbewertung einfließen, verringert sich die visuelle Beeinträchtigung durch die innovativen Mastsysteme um 37,3 ha und 30,6 ha gegenüber Tonnenmasten.

Tab. 11: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 2.1 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Einebenen- mast)	Historische Kontinuität			
	<i>Nahzone [ha]</i>	<i>Mittelzone [ha]</i>	<i>Fernzone [ha]</i>	<i>Gesamtzone [ha]</i>
Hoch	0	0	0	0
Mittel	368	1.402,4	37,3	1.807,8
Gering	0	0	0	0
	Vielfalt			
Hoch	368	1.402,4	33,3	1.803,7
Mittel	0	0	4	4
Gering	0	0	0	0
	Natürlichkeit			
Hoch	12	176,7	5,9	194,6
Mittel	355,9	1.225,8	31,4	1.613,1
Gering	0	0	0	0
	Eigenart			
Hoch	12	176,7	5,9	194,6
Mittel	355,9	1.225,8	31,4	1.613,1

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten) der Teilkriterien, zeigten insbesondere für die Vielfalt und Natürlichkeit der als hoch eingestuften Landschaftsbildeinheiten eine Verringerung der flächenbezogenen visuellen Beeinflussung. Im Vergleich der innovativen mit den konventionellen Masten kam es zu einer zwischen 1.803,7 ha (Einebene) und 1449,9 ha (Sternkette) bzw. zwischen 194,6 ha und 162,8 ha geringeren Beeinflussung der Vielfalt bzw. Natürlichkeit. In der Gesamtbewertung der als hoch bewerteten Eigenart im gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyp 2.1 wurde im Vergleich zu den konventionellen Tonnenmasten eine Fläche von bis zu 194,6 ha nicht beeinflusst (s. Tab. 11; Tab. 12; Tab. 13). Die Landschaftsbildeinheit 2 (Kulturlandschaft der Lüneburger Heide) wird nur von den Tonnenmasten in der Fernzone beeinträchtigt.

Tab. 12: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 2.1 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Y-Mast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0	0	0	0
Mittel	333,8	1.253,9	32,1	1.619,8
Gering	0	0	0	0
	Vielfalt			
Hoch	333,8	1.253,9	28,11	1.615,8
Mittel	0	0	4	4
Gering	0	0	0	0
	Natürlichkeit			
Hoch	11,8	160,5	4,9	177,2
Mittel	322	1.093,4	27,2	1.442,6
Gering	0	0	0	0
	Eigenart			
Hoch	11,8	160,5	4,9	177,2
Mittel	322	1.093,4	27,2	1.442,6

Tab. 13: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 2.1 durch Sternkettenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teil-kriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Sternkettenmast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0	0	0	0
Mittel	296,9	1.126,4	30,6	1.453,9
Gering	0	0	0	0
	Vielfalt			
Hoch	296,9	1.126,4	26,6	1.449,9
Mittel	0	0	4	4
Gering	0	0	0	0
	Natürlichkeit			
Hoch	11,6	146,6	4,6	162,8
Mittel	285,3	979,8	26,1	1.291,1
Gering	0	0	0	0
	Eigenart			
Hoch	11,6	146,6	4,6	162,8
Mittel	285,3	979,8	26,1	1.291,2

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Im Beispiel der reinen Waldlandschaft wirkt die konventionelle Tonnenmasttrasse durch die exponierte Lage (Hangneigung) und die Waldschneise visuell sehr deutlich auf die Landschaft. Der Tonnenmast zeichnet sich durch eine schmale Traversenbreite aus, ist jedoch im Vergleich zu anderen konventionellen Einebenen- und Donaumasten mit knapp 60 m deutlich höher – die aus den Landschaftsaufnahmen berechnete Höhe für den Tonnenmast beträgt 59 m; diese Höhe wurde auch für den hier dargestellten visuellen Vergleich mit den drei innovativen Masten herangezogen. Dies ist im Landschaftstypbeispiel nachzuvollziehen. Die so entstandene Schneise bewirkt eine scharfe Abgrenzung zur natürlichen Vegetation und wirkt landschaftszerschneidend. Dieser Eindruck wird durch den kurz gehaltenen Baum- und Strauchbewuchs im Bereich der Trasse verstärkt. Die übereinander gelagerten Ebenen des Tonnenmastes verstärken die Hinderniswirkung auf den Betrachter. Der Durchhang, der optisch bis an das Kronendach reicht, verhindert vom Standpunkt des Betrachters aus die freie Sicht auf den Himmel. Vom Fotostandort ist die Sichtbarkeit der Leiterseile stets gegeben. Die Abstände der Masten der Mittelzone wirken durch die Blickrichtung (relativ steiler Winkel)

verkürzt, so dass die Masten trotz der Distanz raumdominant und als zusammenhängendes Hindernis erscheinen. Trotz der Reliefenergie besteht eine hohe visuelle Beeinträchtigung, die auch durch die höhere Vegetation hinter der Freileitung nur bedingt reduziert wird (s. Abb. 25, oben).

Der innovative Einebenenmast fügt sich aufgrund seiner geringen Höhe von 27,6 m gut in die Landschaft ein. Er ist nur wenig höher als die vorhandene Vegetation und wirkt besonders in der Mittelzone wenig dominant. Durch die Breite von 38 m ist die Wahrnehmung in der Breite verhältnismäßig groß, durch die Einebenenordnung der Leitung jedoch wenig raumeinnehmend. Der geringe Durchhang und die Bündelung der Leiterseile erhöhen die Sichtbarkeit besonders in der Nahzone, in der die Abstandshalter deutlich erkennbar sind. Dieser Effekt nimmt mit zunehmender Distanz ab. Vom Betrachtungsstandpunkt sind so alle Phasen klar sichtbar. Da ein großer Abstand zwischen den Masten durch den geringen Durchhang möglich ist, sind weniger Masten, als bei konventionellen Freileitungen notwendig, so dass die Raumdominanz abnimmt. Aufgrund der geringen Höhe ist die visuelle Beeinträchtigung aufgrund der Nähe zum Kronendach jedoch gering und der innovative Einebenenmast fügt sich in die Waldlandschaft gut ein (s. Abb. 25, unten).

Der Y-Mast hebt sich durch die Höhe von 32 m von der Vegetation ab, so dass sich die Querträger auch in der Mittelzone über dem Kronendach befinden. Der geringe Durchhang und die Abstandshalter bewirken v.a. in der Nahzone, dass das Freileitungssystem visuell beeinträchtigend wirkt und die Sichtbarkeit erhöht ist. Die visuelle Beeinträchtigung ist trotz Reliefenergie klar erkennbar. In größerer Distanz kommt es jedoch zu einer Annäherung der Masten an die Vegetation, so dass hier eine geringe visuelle Beeinträchtigung, die besonders von den an das Kronendach schließenden Leitungsbündeln, ausgeht (s. Abb. 26, oben).

Das innovative Freileitungssystem mit dem Sternkettenmast setzt sich durch die Höhe von 36,1 m und den Betrachtungsstandpunkt deutlich von der Vegetation ab. Die Mehrebenenordnung, unterstützt durch die Bündelung und Abstandshalter, verstärkt die visuelle Beeinträchtigung ist daher durch die Höhe der Masten besonders in der Nahzone erhöht. Durch das Design wirkt der Sternkettenmast jedoch für den Betrachter vertraut und kann in einer Waldlandschaft, die auch als Erholungsgebiet dient, die Akzeptanz erhöhen (s. Abb. 26, unten).



Abb. 25: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 2.1; Trasse mit konventionellen Tonnenmasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).



Abb. 26: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 2.1; Trasse mit innovativen Y-Masten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).

Der Vergleich zwischen Tonnenmast und den innovativen Masten zeigt, dass das konventionelle Freileitungssystem durch den deutlichen Höhenunterschied raumdominanter ist. Die Wahrnehmung der innovativen Freileitung als Hindernis in der Waldlandschaft ist deutlich geringer, da sich die Masten und Leitungen optisch der Vegetation annähern. Im Vergleich zum konventionellen Mast ist die Sichtbarkeit der gebündelten Leiterseile in der Nahzone größer. Der Vollwandmast hat den Vorteil, dass nur eine geringe Grundfläche beansprucht wird. Die optische Wahrnehmung ist durch diese Bauweise in diesem Landschaftstyp kaum verstärkt. Durch eine Anpassung der Farbgebung des Mastes an die Vegetation (bspw. eine dunklere Färbung am Mastfuß mit einer abnehmenden Intensität bei steigender Höhe) kann die Sichtbarkeit der Masten zusätzlich verringern, so dass sich lediglich der obere Teil des Mastes mit den Querträgern und ggf. Isolatoren abhebt. Eine geringere Sichtbarkeit könnte dann die Akzeptanz beim Betrachter oder Erholungssuchenden erhöhen. Der Einsatz von Gittermasten wäre bei den innovativen Masten ebenfalls denkbar, aufgrund der erhöhten Grundfläche, im Verhältnis zur erhöhten Transparenz des Hintergrunds, jedoch im Einzelfall abzuwiegen. Im Vergleich zum Tonnenmast ist die Traverse beim Einebenenmast mit 38 m breiter. Die Annäherung der Traversenbreite an die des konventionellen Mastes ist nur beim Y-Mast gegeben. Aufgrund der im Vergleich zum Sternkettenmast geringeren Höhe des Y-Mastes ist dieser bei Gehölzschneisen vorzuziehen, weil die Trassenbreite auf diese Weise möglichst gering gehalten werden kann. Aufgrund seiner geringen Höhe fügt sich jedoch auch der Einebenenmast gut in das Landschaftsbild ein, was durch die Leiterseile auf einer Ebene verstärkt wird.

4.2.3 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (3.6)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

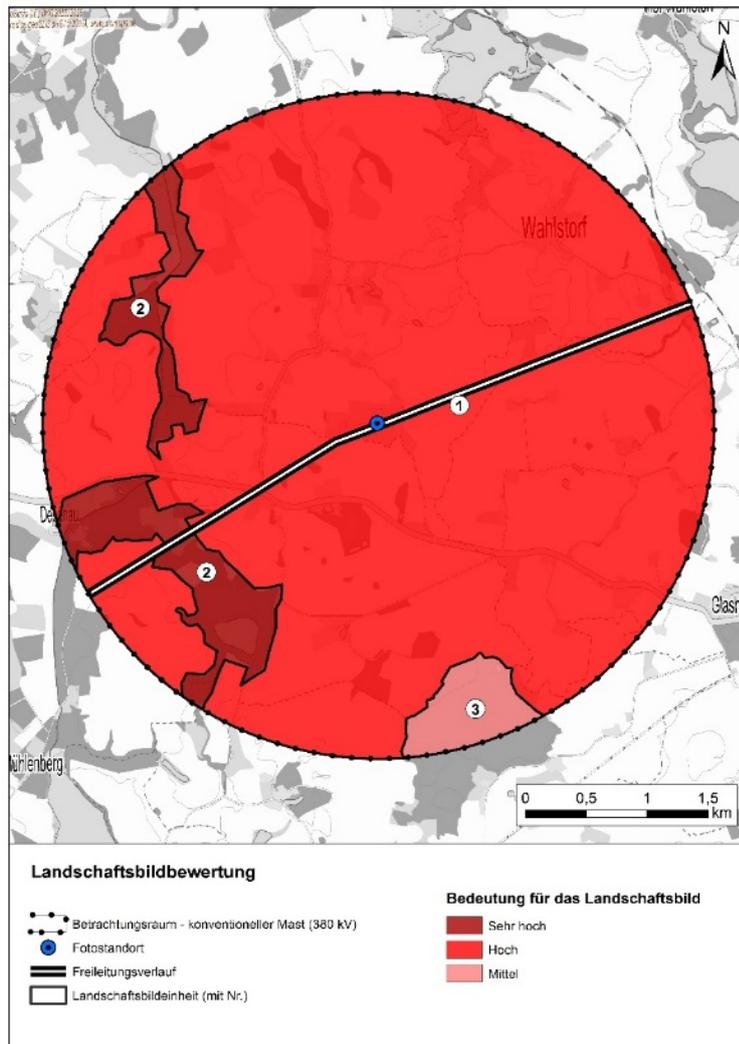


Abb. 27: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.6) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standort der fotografischen Aufnahmen.

Der untersuchte Raum erstreckt sich ausgehend von dem Fotostandort nächstgelegenen, vordersten Freileitungsmast aus (s. Abb. 27) in einem Radius von 2.760 m und umfasst eine Gesamtgröße von 2.393 ha und befindet sich im Naturraum der Ostholsteinischen Hügel- und Seenlandschaft Nordwest im Kreis Plön. Nördlich liegt der Lanker See und östlich der große Plöner See. Ein hoher Grünland- sowie ein hoher Ackeranteil in einem sehr topografisch abwechslungsreichen Gelände prägen den Gesamteindruck dieses Landschaftstyps.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 27 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 855 ha (35,7 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil durch die Topografie verursacht wird. 1.488 ha (62,2 %) der Gesamtfläche befinden sich innerhalb mehrerer Landschafts- und Naturschutzgebiete (s. Anhang Tab. 37; Anhang Abb. 52, links). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt drei Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Struktureiche Kulturlandschaft Ostholsteinische Hügellandschaft (2.162 ha)

Eine Vielzahl an Knicks, kleineren Wald- und Heckenstrukturen sowie heckenbestandenen Entwässerungskanälen prägen das Erscheinungsbild. In die hügelige Topografie fügen sich kleinere Ortschaften sowie einzeln stehende Häuser und Gehöfte ein. Ein Mosaik aus kleinparzelligen Äckern und Feuchtgrünländern mit einer Vielzahl von verlandeten und halbverlandeten Kleinstgewässern mit breiten Schutzstreifen tragen zu einer hohen Strukturvielfalt des Gebiets bei. Im Norden fällt ein kleiner Teil des NSG Kührerener Teich und Umgebung in den Betrachtungsraum. Den westlichen Bereich nimmt zum großen Teil das Landschaftsschutzgebiet „Bornhöveder Seenplatte auf dem Gebiet des Kreises Plön und die Alte Schwentine (Kührerener Au) bis Kührerener Brücke und Umgebung“ ein. Gebiete mit besonderer Erholungseignung finden sich im östlichen Bereich. Der durch eine vielfältige Kulturlandschaft geprägte Betrachtungsraum wird mit einer mittleren Natürlichkeit bewertet. Die historische Kontinuität kann auch aufgrund mehrerer archäologischer Denkmäler im Norden als hoch eingestuft werden. Insgesamt wird die Eigenart des betrachteten Raums als hoch bewertet.

Landschaftsbildeinheit 2: Subglaziales Tunneltal im Wald-Offenlandkomplex (175 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 2 befindet sich vollständig im Geotop „Tal Lankersee, Bornhoeved“. Das subglaziale Tunneltal teilt sich in zwei mischwaldgesäumte Gebiete mit einem kleinen, halbverlandeten See und feucht-moorigen Bereichen, die einer Entwässerung unterliegen und z.T. als Weide (Koppel) genutzt werden. Der Beobachtungsraum gestaltet sich sehr kleinräumig und struktureich. Er wird mit hoher Natürlichkeit und Vielfalt bewertet. Mittig kreuzt das Gebiet eine 110 kV-Freileitung. Die historische Kontinuität kann dennoch als hoch bewertet werden, da der hohe Waldanteil und die Topografie für eine sehr hohe Sichtverschattung der Freileitung sorgen. Insgesamt wird die Eigenart des Gebiets als sehr hoch bewertet.

Landschaftsbildeinheit 3: Hügelige Mischwaldgesellschaft (56 ha)

Die Landschaftsbildeinheit ist gekennzeichnet durch eine unzerschnittene Mischwaldgesellschaft, die von mehreren kleinen Wasserläufen und einem Bachlauf durchzogen wird. Die Natürlichkeit wird hier als hoch bewertet. Die historische Kontinuität und die Vielfalt werden als mittel eingestuft. Insgesamt kommt der Eigenart der Landschaftsbildeinheit eine mittlere Bedeutung zu.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 14

Tab. 14: Bestandsbewertung für drei abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der gehölz- bzw. walddreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.6).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Strukturreiche Ostholsteinische Hügellandschaft	2.162,7	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch
Subglaziales Tunneltal im Wald-Offenlandkomplex	174,7	Hoch	Hoch	Hoch	Sehr hoch
Hüglige Mischwaldgesellschaft	55,7	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit 110 kV-Einebenenmasten und innovativen Einebenenmasten. Die aufgrund unterschiedlicher Masthöhe unterschiedlich breiten Wirkzonen beider Trassen zeigt Abb. 28.

In dieser Wirkungsanalyse und Eingriffsberechnung wurde eine 110 kV-Bestandstrasse mit einem innovativen Mastsystem verglichen (s. auch Abschn. 4.2.4.). Die geringe Masthöhe des konventionellen 110 kV-Mastsystems beeinflusst die einzelnen Landschaftsbildeinheiten gegenüber konventionellen oder innovativen 380 kV-Trassen vergleichsweise gering. Ein Vergleich mit dem innovativen 380 kV-Mastsystem kann dennoch als Referenz für eine mögliche, zukünftige Trassenführung von innovativen 380 kV-Trassen auf konventionellen 110 kV-Bestandstrassen herangezogen werden. Für die im Landschaftsbildtyp 3.6 untersuchten 110 kV-Einebenenmasten und die innovativen Einebenenmasten erfolgen in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten aufgeschlüsselt (s. Tab. 14; Anhang Abb. 52). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum durch die Trasse der innovativen Einebenenmasten gegenüber den konventionellen 110 kV-Einebenenmasten um 19,7 % erhöht ist. In der Nahzone wird eine Fläche von 21 ha mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung visuell zusätzlich beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier liegt die visuelle Beeinträchtigung der innovativen Einebenenmasten um 101,8 ha höher als bei den konventionellen Einebenenmasten. In der Fernzone, in der die Beeinträchtigungen nur noch gering in die Eingriffsbewertung einfließen, ist durch innovative Einebenenmasten mit einer visuellen Beeinträchtigung auszugehen, die um 6,2 ha gegenüber konventionellen Einebenenmasten erhöht ist.

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten) der Teilkriterien sowie der Eigenart, zeigen für die Vielfalt sowie Natürlichkeit der als

hoch eingestuften Landschaftsbildeinheiten eine jeweils 129 ha größere flächenbezogene visuelle Beeinflussung durch die innovativen im Vergleich zu den konventionellen 110 kV-Einebenenmasten. Zusammenfassend betrachtet beeinträchtigen die innovativen Einebenenmasten im gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyp 3.6, die in der Gesamtbewertung der Eigenart als sehr hoch sowie hoch eingestuft wurden, im Vergleich zu den konventionellen Einebenenmasten eine um 3,6 ha bzw. 125,5 ha größere Fläche (s. Tab. 15).

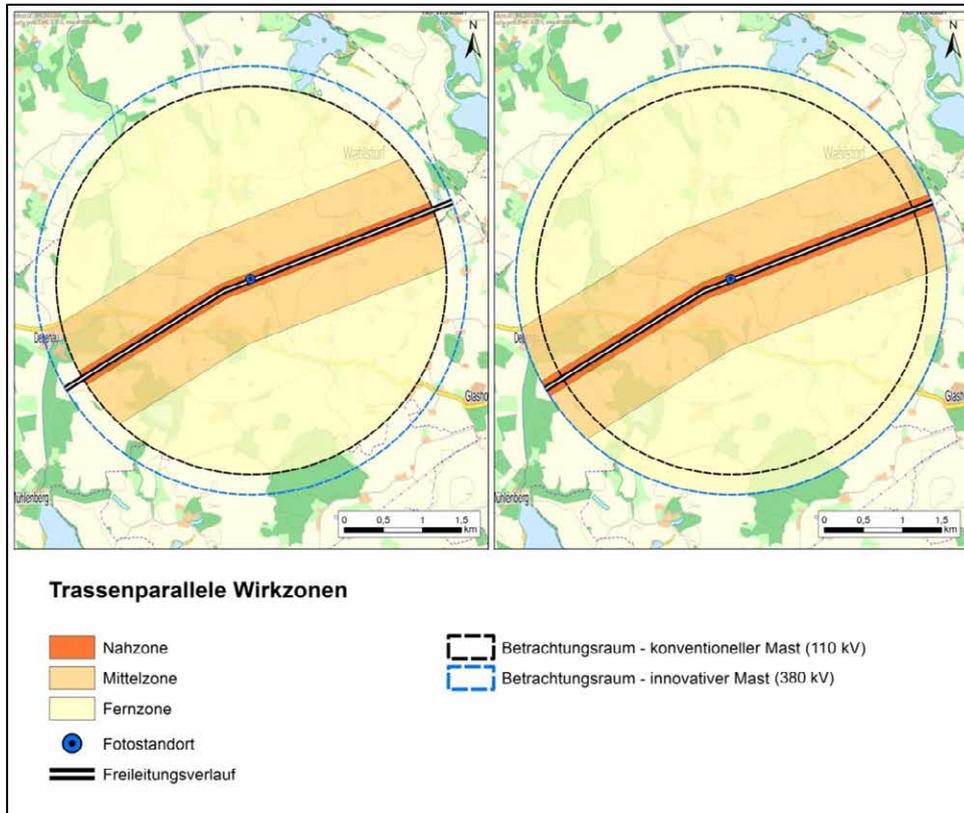


Abb. 28: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 3.6) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen 110 kV-Einebenenmasten (links) und innovativen Einebenenmasten (rechts).

Tab. 15: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 3.6 durch innovative Einebenenmasten gegenüber konventionellen 110 kV-Einebenenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Einebenen- mast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	-0,4	-2,9	-0,3	-3,6
Mittel	-20,6	-99	-5,9	-125,5
Gering	0	0	0	0
Vielfalt				
Hoch	-21	-101,8	-6,2	-129
Mittel	0	0	0,0	-0,0
Gering	0	0	0	0
Natürlichkeit				
Hoch	-21	-101,8	-6,2	-129
Mittel	0	0	0,0	0,0
Gering	0	0	0	0
Eigenart				
Sehr Hoch	-0,4	-2,9	-0,3	-3,6
Hoch	-20,6	-99	-5,9	-125,5
Mittel	0	0	0,0	0,0

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Am Beispielstandort für die gehölz- und walddreiche grünlandgeprägte Kulturlandschaft erfolgt ein visueller Vergleich des innovativen Einebenenmastes mit konventionellen 110 kV-Einebenenmasten. Die konventionelle Freileitung besteht aus Gittermasten mit einer Höhe von knapp 25 m – die aus den Landschaftsaufnahmen berechnete Höhe für den 110 kV-Einebenenmast beträgt 24 m; diese Höhe wurde auch für den hier dargestellten visuellen Vergleich mit dem innovativen Einebenenmast herangezogen. Dieser wirkt aufgrund der geringen Höhe im Vergleich zu anderen konventionellen Masten eines höheren Spannungsfeldes im 380 kV-Bereich deutlich weniger raumdominant. In der strukturreichen Landschaft fügt sich dieser Mast gut in das Landschaftsbild ein. Die Sichtbarkeit der vordersten Leiterseile fällt zwar nur gering ins Gewicht, aufgrund des Durchhangs und der dadurch verstärkten Sichtbarkeit aller Phasen erhöht sich jedoch die visuelle Wirkung. Aufgrund der geringen Höhe des konventionellen Freileitungssystems sowie der Strukturvielfalt und Reliefenergie am Betrachterstandort ist die visuelle Wirkung der 110 kV-Trasse insgesamt gering. Die

Wahrnehmung nimmt zur Mittelzone hin ab, dies insbesondere bei den Leiterseilen (s. Abb. 29, oben).

Der innovative Einebenenmast wirkt in der Nahzone sehr dominant. Dieser Eindruck wird durch den Vollwandmasten, die breitere Traverse und die knapp 3,5 m größere Masthöhe verstärkt, so dass die visuelle Wirkungsintensität höher als bei den konventionellen 110 kV-Masten ausfällt. Aufgrund der Bündelung der Leiterseile (höhere Anzahl als bei der Vergleichstrasse), die Abstandshalter (keine Abstandshalter bei der Vergleichstrasse) sowie der längeren Isolatoren wirkt die Trasse visuell stärker beeinträchtigend. Der geringe Durchhang und die geringe Höhe der Leitungsführung erhöhen im Vergleich zum zierlicheren 110 kV-System außerdem den Eindruck eines kompakten Hindernisses, welches sich trotz Strukturvielfalt deutlich von der Landschaft absetzt. Diese Wirkung ist v.a. in der Nahzone vorhanden und aufgrund des Kontrasts (witterungsbedingt) in der Mittelzone nahezu gleichbleibend hoch. Lediglich die Sichtbarkeit der Leiterseile nimmt mit zunehmender Distanz deutlich ab (s. Abb. 29, unten).

Im Vergleich mit dem konventionellen 110 kV Mast wirkt der innovative Mast nicht zuletzt aufgrund seiner Höhe und robusten Bauweise sehr raumdominant. Dieser Eindruck wird durch die Bündelung der Leiterseile, Abstandshalter und Vollwandmasten verstärkt. Auch in der Mittelzone sind die Masten deutlich wahrnehmbarer und aufgrund der ungewohnten Bauweise möglicherweise auch befremdlich für den Betrachter. Es stellt sich die Frage, ob eine unterschiedliche Farbgebung der Vollwandmasten diesem Effekt entgegenwirken kann. Ggf. ist jedoch eine Bauweise mit Gittermasten im vorliegenden Landschaftsbildtyp weniger auffällig und würde die Akzeptanz erhöhen. Trotz der hohen Strukturvielfalt und der z.T. hochwüchsigen Vegetation erscheinen an diesem Beispiel Akzeptanzprobleme bei einem Austausch von 110 kV-Masten durch innovative 380 kV-Masten nicht ausgeschlossen. Für die Nahzone ist im Vergleich zu den konventionellen Masttypen besonders die Sichtbarkeit der Leiterseile hervorzuheben, die jedoch witterungsabhängig variieren kann.



Abb. 29: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 3.6; 110 kV-Trasse mit konventionellen Einebenenmasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).

4.2.4 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer gehölz- bzw. waldreichen ackergeprägten Kulturlandschaft (3.7)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

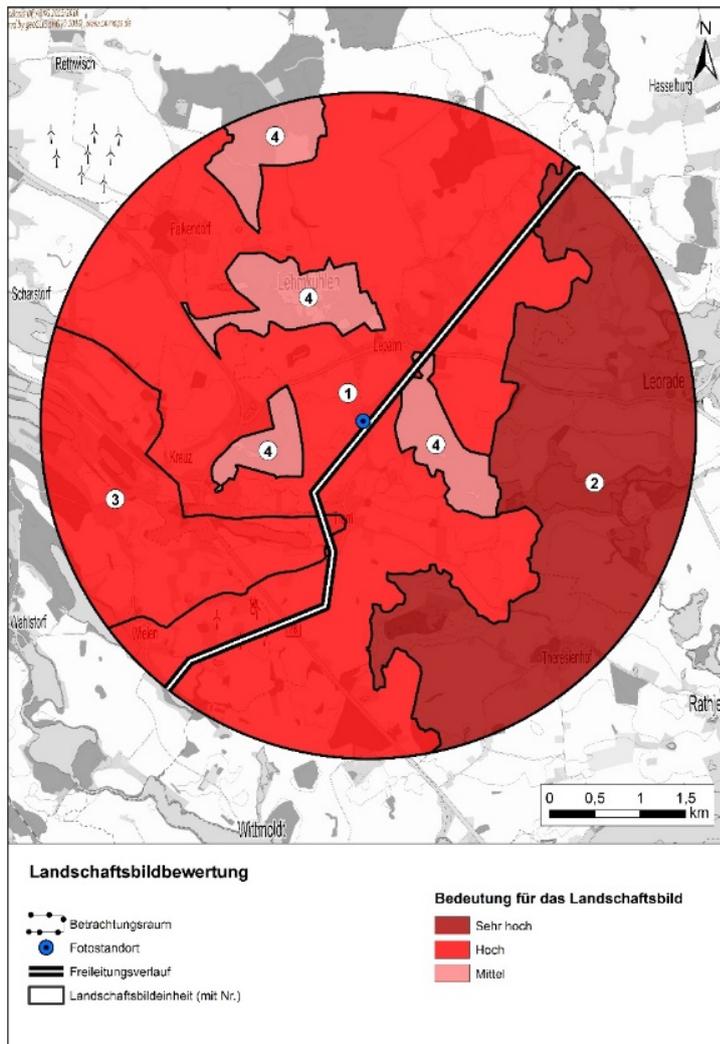


Abb. 30: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der gehölz- bzw. waldreichen ackergeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.7) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Der Untersuchungsraum befindet sich innerhalb des Kreises Plön im Naturraum Ostholsteinische Hügel- und Seenland Nordwest. Er erstreckt sich ausgehend vom Fotostandort (s. Abb. 30) über einen Radius von 3.600 m und eine Fläche von 4.094 ha. Östlich liegen der Lanker See, im Süden die Ortschaft Plön und der kleine Plöner See sowie der Trammer See. Die Bundesstraße 76 kreuzt den gesamten Untersuchungsraum von Norden nach Süden. Der Untersuchungsraum stellt ein strukturiertes Mosaik aus knickbestandenen Acker- und Feuchtgrünlandabgrenzungen, Einzelbäumen, kleinen dörflichen Strukturen sowie größeren Wäldern innerhalb einer topografisch abwechslungsreichen Landschaft dar.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 30 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 1.334 ha (32,6 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil durch topografische Unterschiede und die vier größeren Waldflächen verursacht wird. 1.640 ha (40,1 %) der Gesamtfläche befinden sich innerhalb von mehreren Landschaftsschutz- und zwei FFH-Gebieten (Anhang Tab. 38; Anhang Abb. 53, rechts). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt vier Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Struktureiche ackergeprägte Kulturlandschaft mit Knickstrukturen der Ostholsteinischen Hügellandschaft (2.208 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 erstreckt sich über den gesamten Untersuchungsraum, von Norden nach Süden. In dem topografisch sehr abwechslungsreichen Gebiet gibt es vereinzelte moorige Standorte. Äcker- und Grünlandbewirtschaftungen sind vielfach von Einzelbäumen und Knickstrukturen umsäumt und bilden ein strukturreiches Mosaik. Ein Großteil der bewirtschafteten Parzellen weist geschwungene Grenzen auf. Dazwischen verteilen sich mehrere teilverlandete Gewässer. Die Natürlichkeit in diesem Gebiet wird mit hoch bewertet. Im Norden finden sich drei Gebiete archäologischer Denkmäler bei Kirchkampskaten sowie drei im Süden bei Trenthorst. Es befinden sich zwei größere Baumschulen im Beobachtungsraum. Eine im nördlichen und eine im zentralen Bereich des Gebiets. Südlich von Trenthorst befinden sich vier zusammenstehende WEA. Diese stehen in unmittelbarer Nähe zur Freileitungstrasse. Vier dörfliche Ansiedlungen und mehrere Gehöfte verteilen sich im Beobachtungsraum. Die Vielfalt und Natürlichkeit dieses Raumes wird als hoch bewertet. Es erfolgt eine Abwertung der historischen Kontinuität um eine Stufe auf mittel aufgrund von vier WEA, einer Baumschule und einer gebietsmittig von Nordost nach Südwest kreuzenden Freileitung. Zusammenfassend ergibt sich eine mit hoch bewertete Eigenart des Beobachtungsraums.

Landschaftsbildeinheit 2: Struktureiche Kulturlandschaft um die Rixdorfer Teiche (1.052 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 2 nimmt den westlichen Teil des Untersuchungsraums ein. Das EU-Vogelschutzgebiet 1728-401 sowie der FFH-Lebensraum „NSG Rixdorfer Teiche und Umgebung“ sind Teil der Landschaftsbildeinheit. Weiterhin befindet sich ein Teil des EU-Vogelschutzgebiets 1728-401 und des FFH-Gebiets „NSG Vogelfreistätte Lebrader Teich“ in diesem Beobachtungsraum. Das Gebiet weist ein knickreiches Mosaik aus kleinparzelligen Äckern und Feuchtgrünländern mit breiten Schutzstreifen auf. Viele Parzellen sind zudem von Einzelbäumen bestanden. Die Parzellengrenzen sind häufig stark geschwungen und tragen zum sehr abwechslungsreichen Landschaftsbild bei. Im Norden sowie Südosten gibt es zwei größere Ansiedlungen sowie vereinzelte Häuser und Gehöfte. Die Natürlichkeit sowie die Vielfalt des Beobachtungsraums werden mit hoch bewertet. Im südlichen Beobachtungsraum finden sich nahe Theresienhof archäologische Denkmäler. Die historische Kontinuität kann insgesamt als hoch bewertet werden, so dass die Eigenart dieses Raumes mit „sehr hoch“ die höchstmögliche Einstufung erhält.

Landschaftsbildeinheit 3: Struktur- und gewässerreiche Landschaft Lanker See (489 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 3 liegt im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets, welche sich vollständig im Landschaftsschutzgebiet „Lanker See und die Schwentine bis zum kleinen Plöner See und Umgebung“ befindet. Der Beobachtungsraum beinhaltet sich zudem Teile das FFH-Gebiete „Kolksee bei Schellhorn“ (1727-3351) und „Lehmkuhlener Stauung“ (1728-303). Kleinparzellige Äcker- und Grünlandbewirtschaftung mit vielfach baumbestandenen Rändern und Knickstrukturen existieren. Des Weiteren sind für das Geotop „Moränenschar südöstlich von Preetz“ langgestreckte Seen und eine strukturreiche durch Wald- und Heckenstrukturen geprägte Landschaft und Endmoränen mit z. T. 20 m Höhenunterschied zu den Seen typisch für das Bild dieses Beobachtungsraums. Die Vielfalt wie auch die Natürlichkeit sind als hoch zu bewerten. Eine Vielzahl an Siedlungen und Gehöften, der Campingplatz am Ufer des Lanker Sees sowie die partiell zerschneidende Bundesstraße 76 führen zur Abwertung der historischen Kontinuität auf eine mittlere Bewertung. Es ergibt sich insgesamt eine hohe Bewertung der Eigenart.

Landschaftsbildeinheit 4: Waldgebiete Lehmkuhlen (344 ha)

Bei der Landschaftsbildeinheit 4 handelt es sich um mehrere räumlich voneinander abgegrenzte Mischwaldgesellschaften mit kleineren Gewässern und Bächen. Zum Teil sind die Gewässer und Tümpel halb verlandet. In den Waldgebieten befinden sich, zentral gelegen, zwei archäologische Denkmäler. Teilweise gibt es kleinräumige forstwirtschaftliche Nutzung. Ein Abschnitt des Waldgebietes wird als Begräbniswald genutzt. Insgesamt lockern viele Lichtungen die Struktur der Waldgebiete auf. Ein weiteres Gebiet weist parkähnliche Strukturen auf, in denen mehrere hundert verschiedene Baumarten angepflanzt wurden. Westlich grenzt die Bundesstraße 76 an das Waldgebiet. Natürlichkeit wird durch den hohen Nutzungsdruck als mittel und Vielfalt als hoch bewertet. Mit einer mittleren Bewertung der historischen Kontinuität kommt dem Beobachtungsraum eine mittlere Eigenart zu.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 16.

Tab. 16: Bestandsbewertung für vier abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.7).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Strukturreiche ackergeprägte Kulturlandschaft mit Knickstrukturen um Lepahn	2.208,3	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch
Strukturreiche grünland- und ackergeprägte Kulturlandschaft um die Rixdorfer Teiche	1.052,1	Hoch	Hoch	Hoch	Sehr hoch
Struktur- und gewässerreiche Landschaft Lanker See	489,3	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch
Waldgebiete Lehmkuhlen	344,4	Mittel	hoch	Mittel	Mittel

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit 110 kV-Donaumasten und innovativen Sternkettenmasten. Die unterschiedlich breiten Wirkzonen beider Trassen finden sich in Abb. 31.

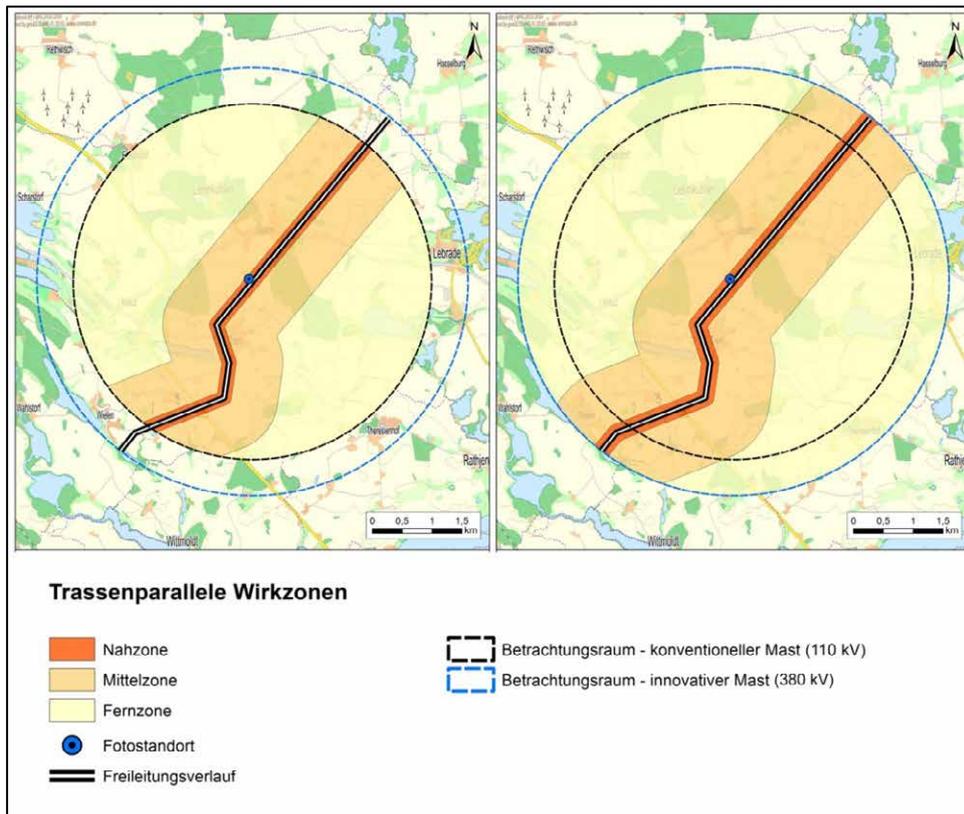


Abb. 31: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 3.7) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen 110 kV-Donaumasten (links) und Sternkettenmasten (rechts) im Untersuchungsraum.

Für die im Landschaftsbildtyp 3.7 untersuchten 110 kV-Donaumasten und die innovativen Sternkettenmasten erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden aufgeschlüsselt für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten (s. Tab. 16; Anhang Abb. 53). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum bei der Trasse der innovativen Sternkettenmasten gegenüber den 110 kV-Donaumasten um 42,3 % höher liegt. In der Nahzone wird eine Fläche von 63,9 ha mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung visuell zusätzlich beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung der Sternkettenmasten um 351,8 ha gegenüber den 110 kV-Donaumasten erhöht. In der Fernzone, die lediglich nur noch einer geringen Eingriffsbewertung aufweist, ist durch Sternkettenmasten mit einer visuellen Beeinträchtigung auszugehen, die um 19,6 ha gegenüber den 110 kV-Donaumasten erhöht ist.

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten) der Teilkriterien zeigen durch die innovativen Sternkettenmasten im Vergleich zu den konventionellen 110 kV-Donaumasten eine höhere flächenbezogene visuelle Beeinflussung. Bei denen als hoch der eingestufteten Landschaftsbildeinheiten ist die Beeinflussung für die historische Kontinuität um 132,2 ha, für die Vielfalt um 430,2 ha sowie für die Natürlichkeit

eine um 430,2 ha vergrößert. Zusammenfassend betrachtet beeinträchtigen die Sternkettenmasten im gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyps 3.7, die in der Gesamtbewertung der Eigenart als sehr hoch sowie hoch eingestuft wurden im Vergleich zu den Donaumasten eine um 132,2 ha bzw. 298 ha größere Fläche visuell (s. Tab. 17).

Tab. 17: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 3.7 durch Sternkettenmasten gegenüber konventionellen 110 kV-Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Sternkettenmast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	-17,4	-100,2	-14,6	-132,2
Mittel	-46,6	-251,5	-5,0	-303,0
Gering	0	0	0	0
	Vielfalt			
Hoch	-63,9	-346,9	-19,4	-430,2
Mittel	0	-4,8	-0,3	-5,1
Gering	0	0	0	0
	Natürlichkeit			
Hoch	-63,9	-346,9	-19,4	-430,2
Mittel	0	-4,8	-0,3	-5,1
Gering	0	0	0	0
	Eigenart			
Sehr Hoch	-17,4	-100,2	-14,6	-132,2
Hoch	-46,5	-246,7	-4,8	-298
Mittel	0	-4,8	-0,3	-5,1

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Der konventionelle Donaumast von 110 kV-Leitungen ist mit 30 m Masthöhe – die aus den Landschaftsaufnahmen berechnete Höhe für den 110 kV-Donaumast beträgt 34 m; diese Höhe wurde auch für den hier dargestellten visuellen Vergleich mit dem innovativen Sternkettenmast herangezogen – deutlich unauffälliger als Masten höherer Spannungsebenen, insbesondere der 380 kV-Ebene. Auch der 110 kV-Donaumast hebt sich deutlich von der Vegetation im Hintergrund (hier: waldähnliche Struktur) ab. Die übereinander gelagerten Traversen und Leitungssysteme sind, eventuell witterungsbedingt, auf den Landschaftsaufnahmen kaum erkennbar. Lediglich in der Nahzone fallen sie durch den Durchhang der

Leiteseile verstärkt auf. In der Mittelzone verschwinden die Leiteseile weitgehend im Dunst. Die visuelle Beeinträchtigung durch den 110 kV-Donaumast und seiner Leitungen fällt vom exemplarisch gewählten Standpunkt des Betrachters relativ gering aus, was sich unter anderem aus der vergleichsweise filigranen Gitternetzstruktur dieser Masten und ihrer verhältnismäßig geringen Höhe erklärt (s. Abb. 32, oben).

Die innovative Sternkettentrasse hebt sich deutlicher von der Vegetation und dem blauen Hintergrund des Himmels ab. Obwohl dieser Masttyp nur eine Höhe von 36 m aufweist, fällt die visuelle Beeinträchtigung trotz der nur geringfügigen Größenunterschiede zum 110 kV-Donaumast höher aus. Die Wirkung ist vor allem in der Nahzone auffälliger als bei der konventionellen 110 kV-Trasse. Dies begründet sich insbesondere in den gebündelten Leiteseilen, den Abstandshaltern und den deutlich größeren Isolatoren.

In der Mittelzone reduziert sich der zu konstatierende Wirkungskontrast. Die Bauweise als kompakter Vollwandmast, die Höhe und die Mehrebenenordnung der Leitungen führen immerhin auch hier noch zu einer gegenüber 110 kV-Masten höheren Wirkungsintensität durch innovative 380 kV-Masten (s. Abb. 32, unten).

Im Vergleich zwischen der konventionellen 110 kV-Freileitung und der innovativen 380 kV-Freileitung fällt besonders die erhöhte Sichtbarkeit des 380 kV-Vollwandmastes ins Gewicht. Die Raumdominanz ist sowohl in der Nah- als auch in der Mittelzone gegeben. Der Einsatz von Gittermasten könnte ggf. die Beeinträchtigungen durch Vollwandmasten verringern, gleichwohl gilt zu bedenken, dass auch innovative Gittermasten hohe Zugspannungen aufnehmen müssen und dadurch nicht so filigran ausfallen können wie konventionelle 110 kV-Masten. Die Leiteseile der innovativen Leitung sind aufgrund ihrer Bündelung im Vergleich zum konventionellen 110 kV-Masttyp auffälliger. Eine Sichtverschattung durch vorhandene Vegetation ist am Betrachterstandort nicht vorhanden.



Abb. 32: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 3.7; Trasse mit konventionellen 110 kV-Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).

4.2.5 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer Obstbaulandschaft (3.12)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

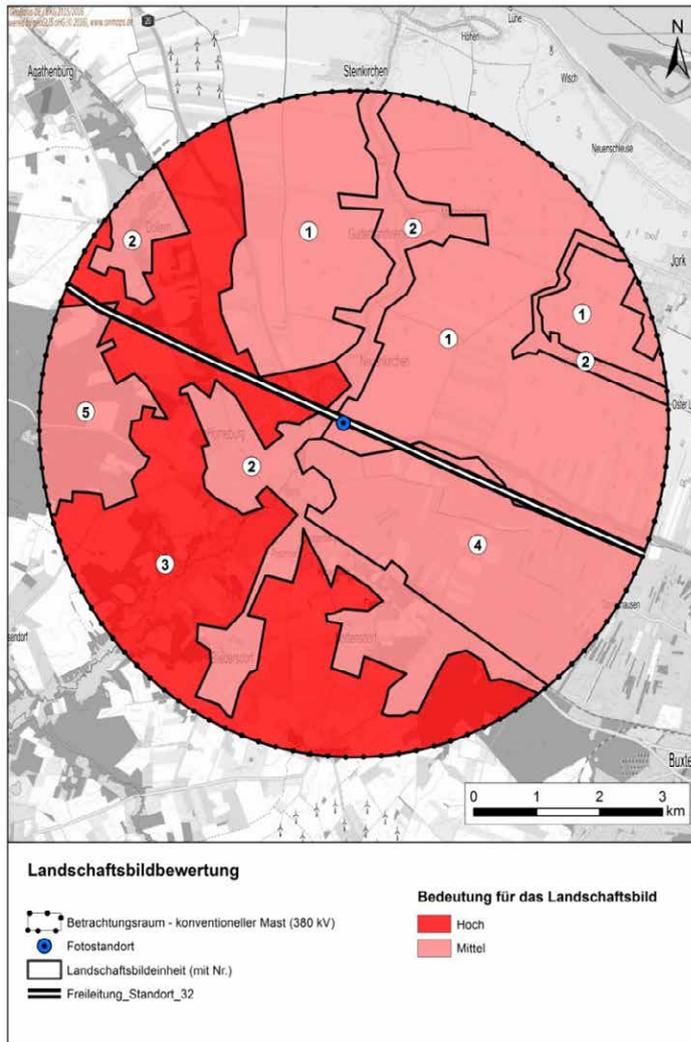


Abb. 33: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der Obstbaulandschaft (Landschaftstyp 3.12) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nordwestlich von Buxtehude innerhalb des Landkreises Stade. Nördliche Bereiche gehören zum Naturraum „Niedersächsische Nordseeküste und Marschen“ südliche Bereiche zur „Stader Geest“. Außerhalb des Obstanbaugesbietes, welches sich im Nordosten konzentriert, liegen im südwestlichen und westlichen Bereich des UG zahlreiche Schutzgebiete. Im Norden grenzt das UG an die Elbe. Der untersuchte Raum erstreckt sich ausgehend von dem Fotostandort des nächstgelegenen, vordersten Freileitungsmast aus (s. Abb. 33) in einem Radius von 5.000 m und umfasst eine Gesamtgröße von 7.854 ha.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 33 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 2.524 ha (32,2 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil durch Siedlungsgebiete verursacht wird. 5.309 ha (67 %) der Gesamtfläche befinden sich innerhalb mehrerer Landschaftsschutzgebiete (s. Anhang Tab. 39; Anhang Abb. 54, links). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt fünf Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Jorker Obstanbaulandschaft (2.880 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 befindet sich im Norden und Osten des UG. Sie ist geprägt von großflächigen, intensiv bewirtschafteten und wenig strukturreichen Obstanbauflächen in Monokulturen. Neben einer Vielzahl an künstlich angelegten Bewässerungsteichen weist die Einheit eine sehr hohe Dichte an kleinen Entwässerungskanälen auf. Neben den Obstanbauflächen werden vereinzelt kleinere Parzellen mit einem geringen Anteil an Einzelbaum- und Heckenstrukturen für die Grünlandbewirtschaftung genutzt. Östlich von Neuenkirchen südlich des Neuenkirchener Schöpfwerkskanals ist eine einzelne 1 ha große Streuobstwiese mit 120 Bäumen gelegen, die in einem schlechten Erhaltungszustand ist. Aufgrund der drei Freileitungen (zwei davon 380 kV) im Süden und Westen der Landschaftsbildeinheit sowie der Bundesautobahn 25, welche im südlichen und westlichen Bereich der Einheit verläuft, erfolgt eine Herabstufung der historischen Kontinuität um eine Wertstufe, so dass eine mittlere Einstufung erfolgt. Die Vielfalt hat nur eine geringe Bedeutung für das Landschaftsbild, die Natürlichkeit eine mittlere Wertigkeit, so dass die Eigenart ebenfalls eine mittlere Einstufung erhält.

Landschaftsbildeinheit 2: Zusammenhängende langgestreckte Siedlungsbereiche (1.296 ha)

Die zusammenhängenden, z.T. langgestreckten Siedlungsbereiche von Guderhandviertel, Mittelkirchen, Neuenkirchen, Horneburg, Bliedersdorf und Nottensdorf sowie die Siedlungen Dollern und Jork zählen zur Landschaftsbildeinheit 2. Sie sind durch eine ineinander übergehende Siedlungsstruktur gekennzeichnet. Die Siedlungsbereiche der Ortschaften Horneburg und Dollern weisen eine dichtere Bebauung mit größeren privat genutzten Hauseinheiten und Reihenhäusern als die restlichen Siedlungen auf. In Dollern befindet sich außerdem eine Waldfläche mit Stillgewässer, die zum Landschaftsschutz (LSG) „Geestrand von Stade bis Horneburg“ gehört. Der zentrale Siedlungsbereich der Einheit ist von strukturreichen Siedlungs- und Bewirtschaftungshöfen geprägt und wird von der Lühe durchflossen, die in nördlicher Richtung entwässert. Die angrenzenden Flächen werden für den Obstanbau und als Grünland genutzt. Charakterisiert wird die Landschaftsbildeinheit außerdem von zwei von der Lühe abgetrennte Altarme.

Eine ähnliche Siedlungs- und Bewirtschaftungsstruktur weisen auch die zwei Teilflächen der Einheit im Nordosten um die Ortschaft Jork auf, die vollständig von der Landschaftsbildeinheit 1 umschlossen werden. Die für die Region ursprünglich typischen Reetdächer sind kaum im UG zu finden, so dass die historische Kontinuität als gering eingestuft wird. Die Natürlichkeit hat eine mittlere Wertigkeit, so dass durch die mittlere Bewertung der Vielfalt die Eigenart der Landschaftsbildeinheit ebenfalls als mittel zu bewerten ist.

Landschaftsbildeinheit 3: Strukturreiche Kulturlandschaft der Stader Geest (2.296 ha)

Die Flächen der Landschaftsbildeinheit 3 verlaufen im westlichen Teil des Betrachtungsraums und werden vorwiegend ackerbaulich genutzt. Vereinzelt finden sich kleinräumige Obstanbauflächen im UG sowie natürliche Bereiche des im Südosten verlaufenden, mäandrierenden Bachs und der angrenzenden Aue-Niederung mit breiten grünlandbewirtschafteten Überschwemmungsflächen und einer Vielzahl an kleineren Stillgewässern. Die Schläge sind klein- bis mittelgroß und werden von kleineren Waldflächen und knickähnlichen Strukturen durchzogen. Im Nordwesten der Einheit zerschneidet eine 380 kV-Freileitung sowie nördlich davon eine weitere Freileitung die Einheit. Aufgrund der hohen Sichtverschattung nach Süden durch das Waldgebiet westlich von Horneburg und die Ortschaft Horneburg erfolgt keine Herabstufung der Kriterien. Die historische Kontinuität wird als mittel eingestuft, Vielfalt und Natürlichkeit als hoch, so dass die Eigenart der Landschaftsbildeinheit insgesamt als hoch bewertet wird.

Landschaftsbildeinheit 4: Grünlandkulturlandschaft der Stader Geest (992 ha)

Die überwiegend Grünland dominierten Flächen der Landschaftsbildeinheit 4 befinden sich auf kleinen Parzellen östlich von Horneburg. Die Einheit weist eine sehr hohe Dichte an Entwässerungskanälen auf und wird im Norden von zwei parallel zur Grenze der Einheit verlaufenden Freileitungen geschnitten. Neben einzelnen Gehölzen liegen im westlichen Bereich kleinere Obstanbauflächen. Die Struktur der Landschaftsbildeinheit nimmt nach Osten in Richtung Dammshausen zu. Insgesamt weisen die östlichen Bereiche einen höheren Baumbestand auf und sind feuchter. Historische Kontinuität, Vielfalt und Natürlichkeit mittlerer Bewertung führen zu einer mittleren Einstufung der Eigenart der Landschaftsbildeinheit.

Landschaftsbildeinheit 5: Horneburger Waldgebiet (391 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 5 um das Horneburger Waldgebiet befindet sich westlich von Horneburg und ist durch einen strukturarmen, geschlossenen Nadelwaldforst gekennzeichnet. Aufgrund von Höhenunterschieden von bis zu 20 m herrscht ein abwechslungsreiches Relief und die Strukturvielfalt wird von einem kleineren Bachlauf erhöht. Zentrale Bereiche der Landschaftsbildeinheit werden ackerbaulich genutzt (etwa 19 ha). Die südlichen Teile des Waldgebietes sind insgesamt etwas strukturreicher und es gibt vereinzelte Mischwaldbereiche und Lichtungen sowie kleinere Offen-/Halboffenlandflächen. Die historische Kontinuität sowie Natürlichkeit werden in dieser Landschaftsbildeinheit als mittel bewertet, die Vielfalt gering. Insgesamt ergibt sich dadurch eine mittlere Einstufung der Eigenart.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich im übernächsten Abschnitt.

Tab. 18: Bestandsbewertung für fünf abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Obstbaulandschaft (Landschaftstyp 3.12).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Joker Obstbaulandschaft	2.879,7	Mittel	Gering	Mittel	Mittel
Zusammenhängende Siedlungsbereiche im Obstbauangebiet	1.295,9	Gering	Mittel	Mittel	Mittel
Strukturreiche Kulturlandschaft der Stader Geest	2.295,7	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch
Grünlandkulturlandschaft der Stader Geest	992,0	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Homeburger Waldgebiet	390,7	Mittel	Gering	Mittel	Mittel

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen in den erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit Donaumasten und innovativen Sternkettenmasten. Die unterschiedlich breiten Wirkzonen beider Trassen finden sich in Abb. 34.

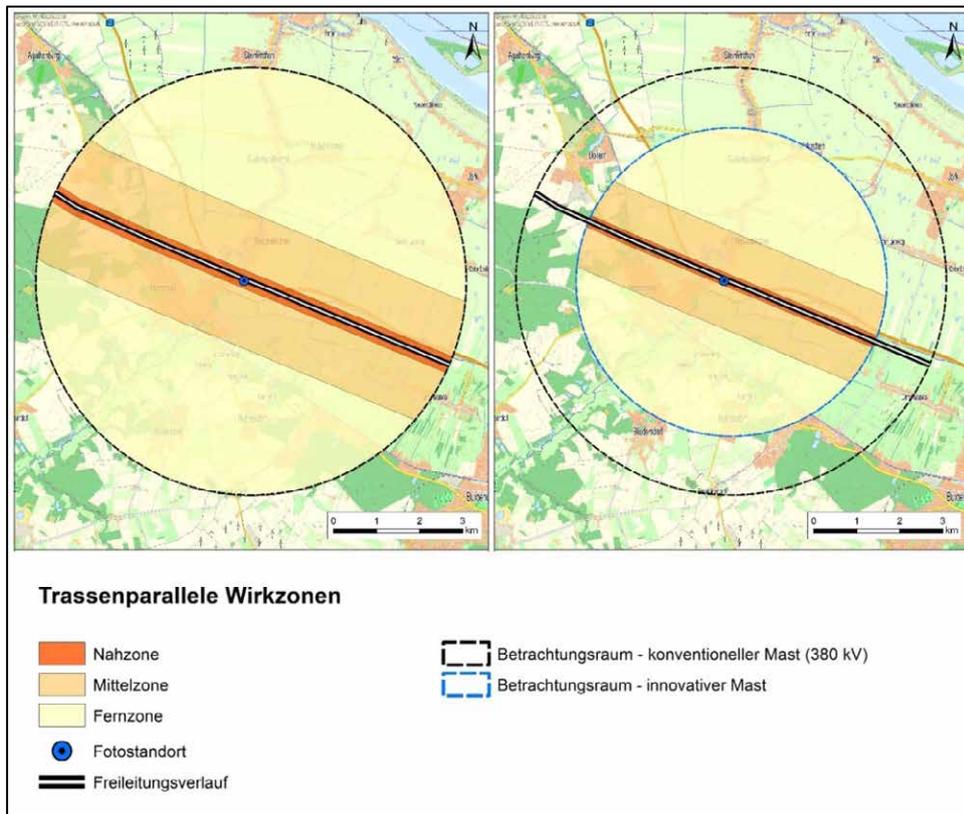


Abb. 34: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 3.12) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen Donaumasten (links) und Sternkettenmasten (rechts) im Untersuchungsraum.

Für die im Landschaftsbildtyp 3.12 untersuchten Donaumasten und die innovativen Sternkettenmasten erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden aufgeschlüsselt für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten (s. o.; Anhang Abb. 54). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum durch die Trasse der Sternkettenmasten gegenüber den Donaumasten um 43,3 % geringer ist. In der Nahzone wird eine Fläche von 174,5 ha mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung somit visuell nicht beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung der Sternkettenmasten um 876 ha gegenüber den Donaumasten geringer. In der Fernzone, deren Beeinträchtigung bei der Eingriffsbewertung nur noch gering ins Gewicht fällt, ist bei Sternkettenmasten von einer gegenüber Donaumasten um 57,7 ha verringerten visuellen Beeinträchtigung auszugehen.

Tab. 19: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 3.12 durch Sternkettenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Sternkettenmast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0	0	0	0
Mittel	171,7	846,1	54,8	1.072,6
Gering	2,8	29,9	3,0	35,7
	Vielfalt			
Hoch	65,4	143,8	19,6	228,8
Mittel	45,4	305,8	2	353,1
Gering	63,7	426,4	36,2	526,3
	Natürlichkeit			
Hoch	65,4	143,8	19,6	228,8
Mittel	109,1	732,2	38,1	879,4
Gering	0	0	0	0
	Eigenart			
Hoch	65,4	143,8	19,6	228,8
Mittel	109,1	732,2	38,1	879,4

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten) zeigten für die Teilkriterien Vielfalt sowie Natürlichkeit der als hoch eingestuftem Landschaftsbildeinheiten eine um jeweils 228,8 ha geringere flächenbezogene visuelle Beeinflussung durch die Sternkettenmasten. Zusammenfassend betrachten die innovativen Sternkettenmasten im Vergleich zu den konventionellen Donaumasten innerhalb des gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyp 3.12, die in der Gesamtbewertung der Eigenart als hoch eingestuft wurden eine um 228,8 ha geringe Fläche visuell (s. Tab. 19).

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Die konventionelle Donaumasttrasse ist mit leicht über 56 m Höhe im Landschaftstyp 3.12 visuell auffällig. Aufgrund einer deutlichen Überformung der Landschaft (Obstanbau sowie angrenzende lineare Strukturen der Autobahn und des Grabens) ist die visuelle Beeinträchtigung jedoch als gering anzusehen. Die geringe Strukturvielfalt der Obstbaulandschaft unterstützt diesen Eindruck. Die Leiterseile sind in der Nahzone und in der Mittelzone sichtbar. Mit zunehmender Distanz nimmt die Sichtbarkeit der Leiterseile jedoch ab. Auch die Auffälligkeit der Gittermasten reduziert sich in der Mittelzone zunehmend. Die reich strukturierte Wolken-

decke auf der Landschaftsbildaufnahme, die zum Zeitpunkt der Aufnahme (ca. 17 Uhr) durch die untergehende Sonne angestrahlt wurde, unterstützt diesen Eindruck. Der Durchhang der Leiterseile bewirkt eine erhöhte Auffälligkeit des Hindernisses. Die Abstandshalter der konventionellen Leitung sind in der Nahzone sichtbar, erhöhen jedoch die Sichtbarkeit der Leiterseile nur geringfügig. Bereits beim Übergang zwischen Nah- und Mittelzone sind die stromführenden Komponenten nicht mehr erkennbar. Aufgrund der Vorbelastungen, der geringen Reliefenergie sowie der gänzlich fehlenden natürlichen Vegetation wird die visuelle Beeinträchtigungsintensität der konventionellen Freileitung als gering eingestuft (s. Abb. 35, oben).

Dem innovativen Sternkettenmast kommt aufgrund seiner Höhe von 36,1 m eine gegenüber den anderen innovativen Masten vergleichsweise intensive visuelle Wirkung in der Landschaft zu. Aufgrund der bereits geschilderten landschaftlichen Überformung fällt dies jedoch weniger stark ins Gewicht als bei anderen Landschaftstypen. Die gebündelten Leiterseile sind bis weit in die Mittelzone hinein deutlich erkennbar. Besonders in der Nahzone wird die Sichtbarkeit durch die Abstandshalter verstärkt. Die Vollwandausführung der Masten verstärkt hier die Raumdominanz im Vergleich zu den Gitternetzmasten. Die Mehrebenenanordnung der Leitungen am innovativen Masttyp führt in der Nahzone und im Übergang zur Mittelzone zu einer intensivierten optischen Wahrnehmung (s. Abb. 35, unten).

Der Vergleich zwischen den in diesem Beispiel gegenübergestellten konventionellen und innovativen Masten führt zum Ergebnis einer geringeren visuellen Beeinträchtigung durch den Sternkettenmast. Aufgrund einer geringeren Höhe des innovativen Mastes wirkt dieser trotz erhöhter Auffälligkeit der Masten und geringfügig höherer Sichtbarkeit der Leiterseile weniger raumdominant. Die Akzeptanz eines Vollwandmastes dürfte aufgrund der Vorbelastungen an diesem Standort höher als an anderen Standorten in empfindlicheren Landschaftstypen sein. Die hier gewählte Form der innovativen Freileitung (Vollwandmast) ist für den Landschaftstyp daher empfehlenswert.



Abb. 35: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 3.12; Trasse mit konventionellen Donnamasten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).

4.2.6 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (4.1)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

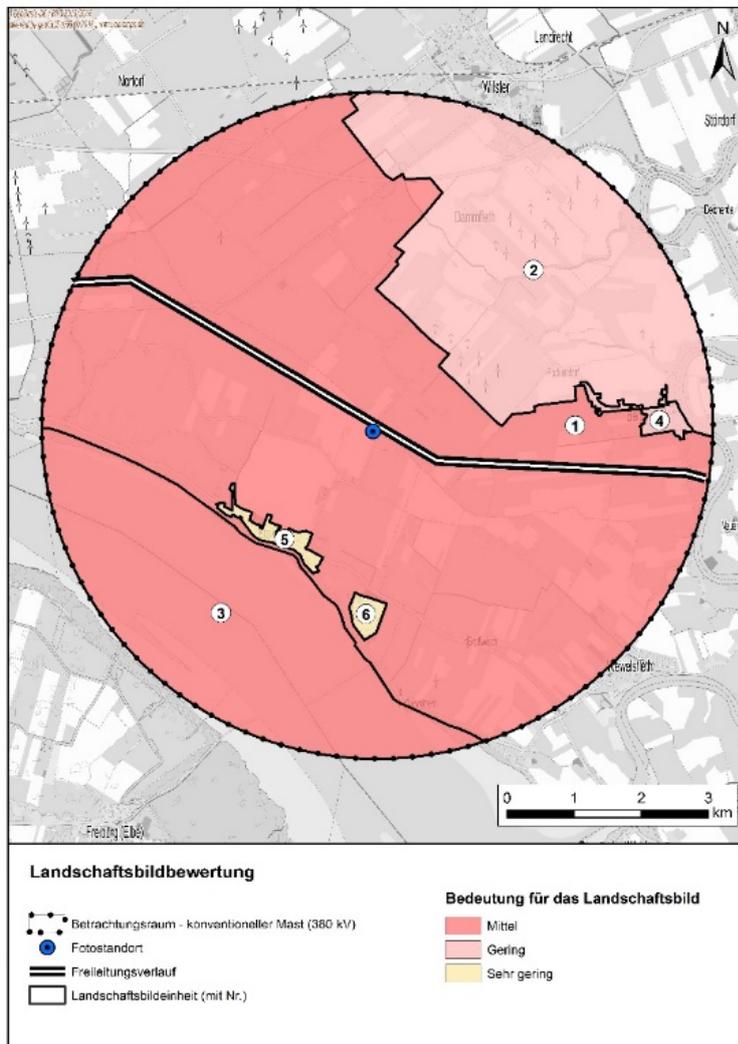


Abb. 36: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.1) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Ausgehend vom Beobachtungsstandort erstreckt sich das Untersuchungsgebiet in einem Radius von 5.000 m. Das 7.854 ha große Gebiet (s. Abb. 36) verteilt sich landseitig vollständig im Naturraum der Holsteinischen Elbmarschen. Östlich wird es durch die Stör und südlich durch die Untereibe begrenzt. Der im Kreis Steinburg (SH) betrachtete Raum ist zum Großteil geprägt durch einen hohen Grünlandanteil, mit teilweiser Ackernutzung und einer für das Landschaftsbild charakteristischen Entwässerung.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 36 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Im Betrachtungsraum sind 607 ha (7,7 %) sichtverschattet. Insgesamt stehen 883 ha (11,2 %) unter Schutz, die sich fast vollständig in den äußeren Bereichen des Untersuchungsgebietes befinden und aus einem FFH-Gebiet sowie EU-Vogelschutzgebiet (s. Anhang Tab. 40; Anhang Abb. 55, oben links). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt sechs Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Feuchtes grünlanddominiertes Offenland (4.752 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 nimmt einen zentralen Raum im Untersuchungsgebiet ein und erstreckt sich von Nordwesten nach Südosten. Es handelt sich um einen sehr strukturarmen Raum mit hoher Fernsicht, unterbrochen von einer Vielzahl an Straßendörfern, in denen auch der größte Baumbestand zu finden ist. Nach Süden wird das Gebiet durch Landeschutzdeiche zur Elbe hin abgegrenzt. Im Norden des Untersuchungsgebiets verläuft, auf einem Damm gelegen, die B5 und grenzt das Gebiet nach Norden ab. Jeweils zwei WEA stehen im westlichen und süd-östlichen Bereich des Untersuchungsgebiets. Die Landschaftsbildeinheit wird in weiten Teilen von großflächiger Entwässerung des Marschlandes und einem Wechsel von kleinteiligen und mittelgroßen Parzellen/Ackerschlägen mit teilweise historischer Flureinteilung gebildet. Verschiedene, das Gebiet durchziehende Wettersysteme und große moorige Gebiete im östlichen Bereich des Untersuchungsraums, die z.T. extensiv bewirtschaftet werden, führen zu einer mittleren Bewertung der Natürlichkeit. Das Gebiet weist eine mittlere Natürlichkeit und mittlere historische Kontinuität auf. Durch die zerschneidende Wirkung der nordsüdlich und ostwestlich verlaufenden z.T. Mehrfachtrassen kommt es zu einer Abstufung, so dass die historische Kontinuität als gering bewertet wird. Insgesamt ergibt sich eine als mittel bewertete Eigenart des Gebiets.

Landschaftsbildeinheit 2: Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch (1.636 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 2 wird von mittelgroßen, langgestreckten Acker- und Grünlandparzellen dominiert, die von einem Wettersystem durchzogen sind. Sie umfasst im nördlichsten Bereich das Geotop Marschlandschaft westlich von Wilster (Diekdorf). 22 WEA, davon acht bzw. zwölf in zwei WP und zwei Einzelanlagen zerschneiden das Gebiet. Große Industrieanlagen befinden sich zwischen den WP. Im Norden verläuft die auf einem Damm gelegene Bundesstraße 5. Insgesamt ist das Gebiet sehr strukturarm und weist eine hohe Fernsicht auf. Es fehlen Bäume oder Heckenstrukturen. Lediglich an den Straßendörfern und Gehöften sind Baum- oder Heckenstrukturen zu finden. Insgesamt ist die Vielfalt noch als mittel einzustufen, wohingegen die Natürlichkeit nur als gering zu bewerten ist. Eine Abwertung der historischen Kontinuität auf gering erfolgt einerseits aufgrund der 380 kV-Freileitungen, die das Gebiet im Süd-Westen schneiden sowie aufgrund der beiden WP. Die Eigenart fällt somit ebenfalls gering aus.

Landschaftsbildeinheit 3: Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen (1.362 ha)

Die Landschaftseinheit 3 ist im Wesentlichen von tidebeeinflussten Bereichen geprägt. Weite Bereiche nimmt die Elbe ein. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets liegt ein kleiner Teil der Wattflächen innerhalb des EU-Vogelschutzgebiets 2323-401 (Untere Elbe bis Wedel). Zur Strömungsberuhigung wurde eine Vielzahl von Buhnen angelegt, die den Übergang vom Wasser zum Land prägen. Der Deich bis zur Marschkante wird beweidet, so dass ein für semiterrestrische Bereiche typischer Röhrichtgürtel fehlt. Die künstlichen Uferbefestigungen, das nahezu gänzliche Fehlen von naturnahen Standorten und die intensive Nutzung des Gebiets führen zu einer geringen Bewertung der Natürlichkeit. Die historische Nutzung und die Vielfalt werden dagegen als mittel bewertet, so dass auch die Eigenart der Landschaftseinheit als mittel bewertet wird.

Landschaftsbildeinheit 4: Zusammenhängender Siedlungsbereich Beidenfleth (40 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 4 umfasst den Siedlungsbereich Beidenfleth, welcher nördlich und südlich von Grünland und Äckern gesäumt wird. Östlich begrenzt die Stör mit ihrem Schutzdeich die Ortschaft. Die Siedlungsstruktur ist mit einem zentral gelegenen großen Sportplatz sehr kompakt gehalten. Ein Fähranleger zur Überquerung der Stör sowie eine historische Kirche aus dem 12. Jh. stellen die touristischen Attraktionen des Ortes dar. Aufgrund der dichten Siedlungsstruktur sind die Natürlichkeit und die Vielfalt als gering zu bewerten. Die historische Kontinuität wird durch die verbliebenen historischen Siedlungsstrukturen mitsamt der St. Nikolai Kirche als mittel bewertet. Die Eigenart dieser Landschaftsbildeinheit ist insgesamt als gering anzusehen.

Landschaftsbildeinheit 5: Siedlungsbereich Brokdorf (39 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 5 umfasst den Siedlungsbereich der Ortschaft Brokdorf, welcher primär durch Ein- und Zweifamilienhäuser geprägt wird. Im östlichen Teil der Ortschaft befindet sich ein Freibad sowie die historische St. Nikolauskirche aus dem 14. Jh. Im Süden wird der Ort durch den direkt angrenzenden Landeschutzdeich und die Elbe begrenzt, im Norden durch Grünlandwirtschaft. Östlich in ca. 630 m Entfernung befindet sich das Atomkraftwerk Brokdorf. Diese Landschaftseinheit wird in allen drei Kategorien, d.h. historische Kontinuität, Vielfalt und Natürlichkeit mit gering bewertet. Dies führt zu einer sehr geringen Bewertung der Eigenart.

Landschaftsbildeinheit 6: AKW Brokdorf (25 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 6 weist eine sehr hohe Versiegelungsfläche von über 50 % auf und beinhaltet das im Betrieb befindliche Atomkraftwerk Brokdorf, einen großen Parkplatz, eine Fläche mit zwei künstlich angelegten Gewässern und ist vollständig von einem Kanal sowie hohen Sicherheitszäunen umgeben. Die drei Kategorien historische Kontinuität, Vielfalt und Natürlichkeit sind jeweils mit gering zu bewerten, was wiederum zu einer sehr geringen Bewertung der Eigenart führt.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 20.

Tab. 20: Bestandsbewertung für sechs abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.1).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	4.752,0	Gering	Mittel	Mittel	Mittel
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	1.636,2	Gering	Mittel	Gering	Gering
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	1.362,0	Mittel	Mittel	Gering	Mittel
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	39,8	Mittel	Gering	Gering	Gering
Siedlungsbereich Brokdorf	39,4	Gering	Gering	Gering	Sehr gering
AKW Brokdorf	24,6	Gering	Gering	Gering	Sehr gering

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen erfolgen zwischen einer konventionellen Trasse mit Donaumasten und den drei innovativen Mastsystemen. Die unterschiedlich breiten Wirkzonen aller Trassen finden sich in Abb. 37.

Für die im Landschaftsbildtyp 4.1 untersuchten Donaumasten sowie alle drei innovativen Mastsysteme erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden aufgeschlüsselt für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten (s. Tab. 20; Anhang Abb. 55). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen. Die Landschaftsbildeinheit 4 (Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth) befindet sich außerhalb des Betrachtungsraums für die innovativen Einebenenmasten.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum durch die drei innovativen Masten gegenüber den Donaumasten zwischen 69,3 % (Einebenen) und 48,6 % (Sternketten) geringer ist. In der Nahzone wird eine Fläche zwischen 280,1 ha (Einebenen) und 193,7 ha (Sternketten) mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung somit visuell nicht beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung zwischen 1.722,6 ha und 1.180,8 ha gegenüber den Donaumasten geringer. In der Fernzone, die lediglich nur noch einer geringen Eingriffsbewertung aufweist, ist durch die innovativen Mastsysteme mit einer visuellen Beeinträchtigung auszugehen, die zwischen 150,6 ha und 109,9 ha gegenüber konventionellen Donaumasten verringert ist.

Die gruppierten Bestandsbewertungen zeigten für den gesamten Betrachtungsraum keine Flächen mit einer hohen Bewertung. Die flächenbezogen größten Nicht-Beeinflussungen wurden innerhalb der Teilkriterien der Vielfalt und Natürlichkeit ermittelt. Hier wurde bei denen als mittel eingestuften Landschaftsbildeinheiten eine um 2.148,8 ha (Einebene) bis 1.481,2 ha (Sternkette) bzw. zwischen 1.838,9 ha und 1.224,2 ha Verringerung der flächenbezogenen Beeinflussung durch die innovativen gegenüber den konventionellen Masten erreicht. In der Gesamtbewertung der als mittel bewerteten Eigenart im gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyp 4.1 wurde im Vergleich zu den konventionellen Donaumasten eine Fläche von bis zu 1.896,3 ha nicht beeinflusst (s. Tab. 21; Tab. 22; Tab. 23).

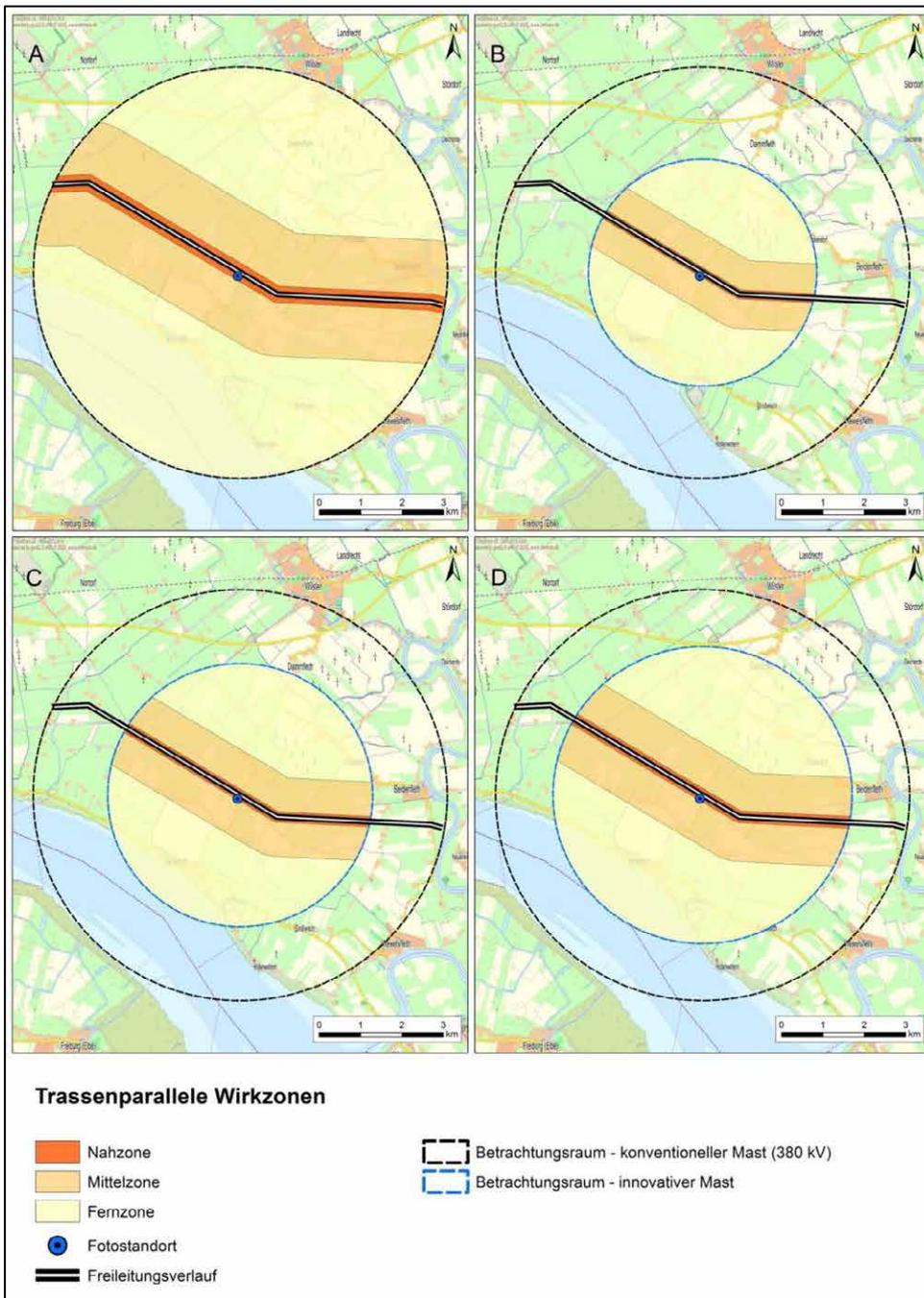


Abb. 37: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 4.1) der drei trassenparallelen Wirkzonen vom konventionellen Donaumast (A) sowie den drei innovativen Mastsystemen (Einebenenmast (B), Y-Mast (C) und Sternkettenmast (D)).

Tab. 21: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.1 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teil-kriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Einebenen- mast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Mittel	0	4,3	57,2	61,5
Gering	280,1	1.718,3	93,4	2.091,8
	Vielfalt			
Mittel	280,1	1.718,3	150,4	2.148,8
Gering	0	4,3	0,24	4,5
	Natürlichkeit			
Mittel	280,1	1.511,2	47,6	1.838,9
Gering	0	211,5	1.031	314,6
	Eigenart			
Mittel	280,1	1.511,2	105	1.896,3
Gering	0	211,5	45,2	256,7
Sehr Gering	0	0	0,5	0,5

Tab. 22: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.1 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Y-Mast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0	0	0	0
Mittel	0	4,3	55,7	60,0
Gering	237,6	1.451,9	77,2	1.766,7
	Vielfalt			
Hoch	0	0	0	0
Mittel	237,6	1.451,9	132,79	1.822,3
Gering	0	4,3	0,0	4,3
	Natürlichkeit			
Hoch	0	0	0	0
Mittel	237,6	1.257	37,8	1.532,4
Gering	0	199,1	95,07	294,2
	Eigenart			
Mittel	237,6	1.257	93,5	1.588,1
Gering	0	199,1	39,3	238,4
Sehr Gering	0	0	0,0	0,0

Tab. 23: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.1 durch Sternkettenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Sternkettenmast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0	0	0	0
Mittel	0	3,2	50,4	53,6
Gering	193,7	1.177,6	59,5	1.430,8
	Vielfalt			
Hoch	0	0	0	0
Mittel	193,7	1.177,6	109,9	1.481,2
Gering	0	3,2	0,0	3,2
	Natürlichkeit			
Hoch	0	0	0	0
Mittel	193,7	1.004	26,8	1.224,4
Gering	0	176,7	83,1	259,8
	Eigenart			
Mittel	193,7	1.004	77,12	1.274,8
Gering	0	176,7	32,7	209,4

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Der in diesem Beispiel als Referenz gewählte konventionelle Donaumast hebt sich mit seiner Masthöhe von mehr als 50 m (die aus den Landschaftsaufnahmen berechnete Höhe für den Donaumast beträgt 52,4 m) in der offenen, strukturarmen und dadurch visuell verletzlichen Kulturlandschaft besonders raumdominant ab. In der Nahzone entwickeln Mast und Leiterseile die stärkste visuelle Wirkung auf den Betrachter. Die Kombination der hoch aufragenden Masten und tief durchhängenden Leitungen wirkt deutlich landschaftszerschneidend. Aufgrund ihrer Höhe und der doppelten Führung der Leiterseile auf zwei Ebenen wirken die Masten sowohl in der Nah-, als auch in der Mittelzone noch relativ dominant. Die Abstandshalter der konventionellen Leitung heben sich lediglich in der Nahzone als Verstärkung des visuellen Eindrucks der Leiterseile ab. Im hinteren Bereich der Mittelzone verschwimmen die Masten witterungsbedingt im Dunst. Aufgrund ihrer dominierenden Baugestalt ist die visuelle Wirkintensität der konventionellen Donaumasten in dieser, ansonsten an vertikalen Elementen armen Landschaft sehr hoch. Die landschaftliche Beeinträchtigung wird in der Fernzone durch die Vorbelastung eines WP leicht abgeschwächt (s. Abb. 38, oben).

Dem innovativen Einebenenmast kommt aufgrund seiner deutlich geringeren Masthöhe in der grünlandgeprägten Offenlandschaft eine vergleichsweise geringe visuell zerschneidende Wirkung zu. Aufgrund seiner relativ niedrigen Bauweise nähert sich die hier visualisierte innovative Freileitung in der Mittel- und Fernzone visuell dem Horizont an, was die visuelle Beeinträchtigung deutlich herabsetzt. Auch in der Nahzone wirkt der Einebenenmast aufgrund seiner an die Vegetation angepassten Höhe wenig raumdominant auf den Betrachter. Die Bündelung sowie die Abstandshalter sind in der Nah- und Mittelzone gut erkennbar und verstärken die Auffälligkeit der Leitung. Aufgrund der Einebenenanordnung und der gering eingenommenen Vertikalfläche ist die visuelle Hinderniswirkung jedoch als gering einzuschätzen (s. Abb. 38, unten).

Der zweite an diesem Standort visualisierte innovative Mast, der 32 m hohe Y-Mast tritt in diesem offenen Landschaftstyp visuell deutlich hervor. Dieser Eindruck verstärkt sich besonders in der Nahzone, wo die Querträger über den Kronen der beiden Einzelbäume am rechten Bildrand heraus ragen. Aufgrund der gegabelten Träger und der schmalen Traversenbreite wirkt dieses innovative Freileitungssystem dennoch wenig raumdominant. Die gebündelten Leiterseile und Abstandshalter sind auf der dargestellten Landschaftsaufnahme witterungsbedingt nur wenig auffällig. Insgesamt kommt den Y-Masten eine für innovative Masten vergleichsweise starke Fernwirkung zu, die zu einer verminderten Akzeptanz beim Betrachter führen kann (s. Abb. 39, oben).

Der dritte an diesem Standort visualisierte innovative Mast, der Sternkettenmast, wirkt an diesem offenen, weit einsehbaren Standort vergleichsweise hoch, auch wenn die absolute Höhe deutlich geringer als die des konventionellen Donaumastes ist. Die visuelle Wahrnehmung wird durch die Anordnung der Leitungsführung auf mehreren Ebenen verstärkt und erweckt den Eindruck eines die Landschaft zerschneidenden Hindernisses. Aufgrund der in der Beispielaufnahme abgebildeten Witterungsverhältnisse fallen die Abstandshalter auch in der Nahzone visuell gering ins Gewicht. Mit einer Höhe von 36,1 m und wirkt das innovative Freileitungssystem vergleichsweise raumdominant. Auch in der Mittel- und Fernzone sind die Masten noch gut wahrnehmbar. Die Beeinträchtigung in der Fernzone wird jedoch durch bestehende WEA und die örtlich gut angepasste Bauform des Vollwandmastes verringert. Die Leitungen treten in der Nahzone noch gut sichtbar hervor, verschwimmen aber witterungsbedingt mit zunehmender Entfernung in der Mittel- und Fernzone mit dem Hintergrund. Aufgrund der Strukturarmut der Landschaft ist die visuelle Wirkung der Sternkettenmasten hoch (s. Abb. 39, unten).

Vom Betrachterstandort sind im Hintergrund mehrere WEA sichtbar, die den Horizont prägen. Die Gittermasten der konventionellen Donaumasten kontrastieren aufgrund ihrer Gitterstruktur in der Fernzone nur einen schwach mit der Umgebung. Die Vollwandmasten der visualisierten innovativen Leitungen kontrastieren zwar stärker, insbesondere im Übergangsbereich von der Mittel- zur Fernzone. Aufgrund der gegenüber den konventionellen Masten durchweg geringeren Höhe der innovativen Masten ist bei allen drei visualisierten Varianten eine niedrigere visuelle Beeinträchtigung zu erwarten. Trotz der erhöhten Sichtbarkeit durch die gebündelten Leiterseile und Abstandshalter erscheint die visuelle Wirkungsintensität bei den innovativen Leitungen geringer als bei den konventionellen. Am visuell unauffälligsten erscheint der innovative Einebenenmast. Die Y-Masten wirken visuell intensiver, aber immer noch deutlich weniger als die konventionellen Masten. Aufgrund der bestehenden Vorbelas-

tung durch die Windenergieanlagen dürfte am Standort eine hohe Akzeptanz der Vollwandmast-Bauform vorausgesetzt werden.



Abb. 38: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 4.1; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).



Abb. 39: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 4.1; Trasse mitmodellierten innovativen Y-Masten (oben) und innovativen Sternkettenmasten (unten).

4.2.7 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (4.2)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

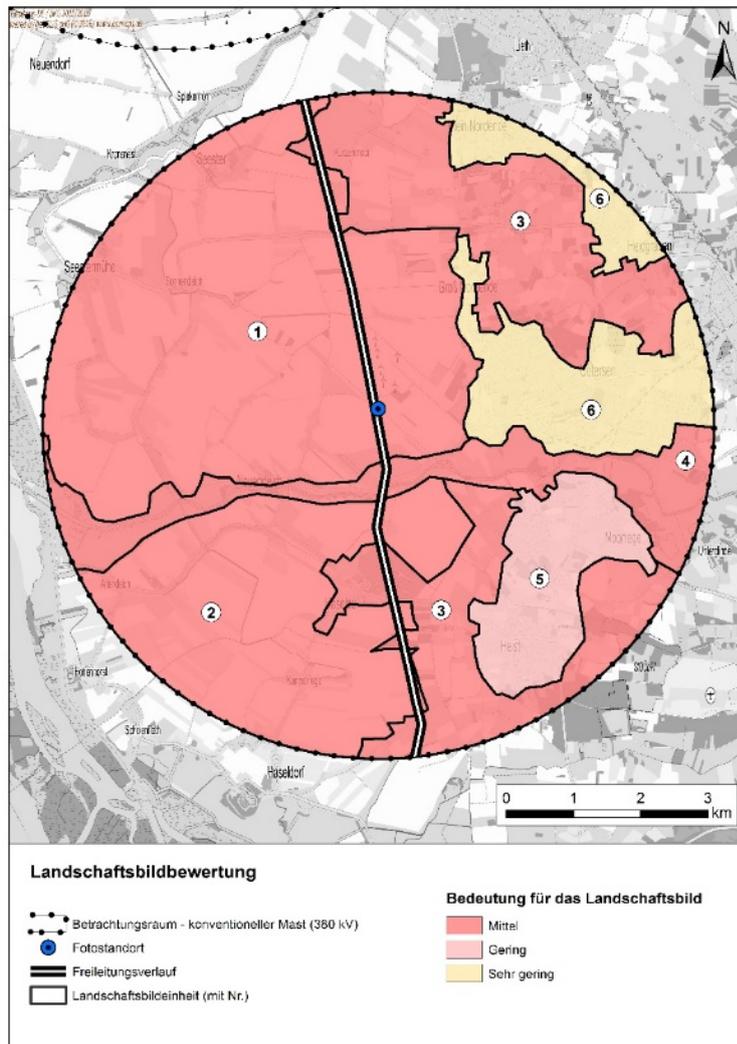


Abb. 40: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.2) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Der betrachtete Raum erstreckt sich ausgehend vom Beobachtungsstandort in einem Radius von 5.000 m und umfasst eine Gesamtgröße von 7.854 ha (s. Abb. 40). Das Untersuchungsgebiet befindet sich südlich von Elmshorn und westlich von Pinneberg im Kreis Pinneberg. Im UG liegen die Siedlungsbereiche von Uetersen und Heist. Westliche und südliche Bereiche des Standorts grenzen an die Elbe und tidebeeinflussten Marschflächen. 60 % des UG werden vom Naturraum „Holsteinischen Elbmarsch der Unterelbe-Niederung“ eingenommen, 40 % zählen zum ‚Hamburger Ring‘ der ‚Schleswig-Holsteinischen Geest‘, in der sich die größten Siedlungsbereiche, Feuchtgrünländer, aber auch moorige Standorte befinden.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 40 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 2.187 ha (27,9 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil durch die Siedlungsgebiete verursacht wird. 6.211 ha (79,1 %) der Gesamtfläche befinden sich innerhalb von Landschaftsschutzgebieten, die fast vollständig dem LSG „Pinneberger Elbmarschen“ (s. Anhang Tab. 42; Anhang Abb. 56, links) zuzuordnen sind. Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt sechs Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Ackergeprägte offene Kulturlandschaft der Pinneberger Elbmarschen (2.703 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 befindet sich im Nordwesten des UG und wird von langen und kleinparzelligen Ackerflächen dominiert, die nur im geringen Maße begrünt sind. Daneben lassen sich hier mehrere Obstanbauflächen finden. In der Bildeinheit befinden sich einzelne kleine Waldflächen. Bereiche östlich von Sonnendeich sind von größeren halbverlandeten Auen charakterisiert. Der Westen der Landschaftsbildeinheit weist eine höhere Entwässerungskanaldichte auf als die östlichen Bereiche. Im Osten der Einheit stehen sechs WEA des WP Uetersen, die sich zwischen vier Freileitungstrassen befinden. Im UG befinden sich mehrere Einzelgehöfte und kleinere Dörfer (Seester, Seestermühe, Sonnendeich, Neuendeich), die sich entlang der Landstraßen erstrecken. Die Landschaftsbildeinheit ist insgesamt wenig strukturiert und erlaubt eine weite Fernsicht. Die hohe Anzahl an Freileitungen (380 kV und 110 kV), welche die Einheit im Osten queren sowie der weithin sichtbare WP werfen die historische Kontinuität herab, so dass diese zusammenfassend als gering eingestuft wird. Vielfalt und Natürlichkeit werden als mittel bewertet. Es ergibt sich eine mittlere Einstufung für die Eigenart der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft.

Landschaftsbildeinheit 2: Acker- und obstanbaugeprägte offene Kulturlandschaft (1.419 ha)

Die vom Acker- und Obstanbau geprägte offene Kulturlandschaft bildet die Landschaftsbildeinheit 2 und befindet sich im Südwesten des UG. Sie ist durch eine Vielzahl von langgestreckten Obstanbauflächen charakterisiert, die von kleinparzelligen Ackerflächen sowie langgestreckten Flächen mit mittelhohen Bäumen umgeben ist. In der Einheit befinden sich die Dörfer Altendeich, Kamperrege der Ortsteil Klevendeich. Die älteste funktionsfähige Drehbrücke Deutschlands, welche im Jahr 1887 fertiggestellt wurde und die Haseldorfer Marsch mit dem Ortsteil Klevendeich verbindet, quert den Fluss Pinnau und ist im Norden der Landschaftsbildeinheit gelegen. Des Weiteren befindet sich im nordöstlichen Teil der Einheit ein weiteres Gehöft. Im Nordosten sowie äußersten Südosten verlaufen drei bzw. zwei Freileitungen. Insgesamt ist die Landschaftsbildeinheit nur wenig strukturiert und die Schläge werden selten von Bäumen oder Hecken abgegrenzt. Die historische Kontinuität wird u.a. aufgrund der Drehbrücke als hoch bewertet. Vielfalt und Natürlichkeit sind von mittlerer Wertigkeit, so dass sich eine mittlere Bewertung der Eigenart für diese Landschaftsbildeinheit ergibt.

Landschaftsbildeinheit 3: Struktureiche Feuchtgebiete mit überwiegend Grünlandnutzung (1.761 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 3 ist in zwei Teilflächen gegliedert und liegt nördlich von Uetersen und Groß Nordende, deren Fläche im Nordosten von den Ortschaften Klein Nordende und Heidgraben abgegrenzt wird sowie im Südosten zwischen Haselau und Heist und östlich von Heist gelegen ist. Bei Haselau befindet sich in der Teilfläche der Einheit ein Golfplatz. An den Übergangsbereichen der Marschen zur Geest westlich von Heist ist das langgestreckte Kliff-Geotop „Elbtalrand“ zu finden, welches sich vom Holmerberg bis zu den nordwestlichen Randbereichen Pinnebergs erstreckt. In der Einheit sind kleinere Obstanbaugebiete und entwässerte Feuchtgrünländer auf meist sehr kleinen, gut strukturierten Parzellen zu finden, deren Schläge oft von Bäumen, Hecken und Knicks abgegrenzt werden. In der nördlichen Teilfläche liegen kleinere Waldstandorte und eine Vielzahl an Gehöften, Einzelhäusern und die Ortschaft Kurzenmoor. Die südliche Teilfläche beinhaltet die Gemeinde Haselau. Die Vielfalt der Landschaftsbildeinheit wird als hoch bewertet. Die historische Kontinuität wird aufgrund der vier Freileitungen, die die südliche Teilfläche queren sowie den drei Freileitungen, die die nördliche Teilfläche streifen, lediglich als mittel eingestuft. Die Natürlichkeit wird ebenfalls als mittel bewertet, so dass die Eigenart insgesamt eine mittlere Einstufung erhält.

Landschaftsbildeinheit 4: Überschwemmungsgebiet der Pinnau (625 ha)

Das tidebeeinflusste Überschwemmungsgebiet der Pinnau durchquert das UG von West nach Ost entlang der Ortschaft Neuendeich und südlich von Uetersen bzw. nördlich von Moorrege und bildet die Landschaftsbildeinheit 4. Die westlichen Bereiche der Einheit bilden die Mündung der Pinnau in die Haseldorfer Binnenelbe und gehören zum EU-Vogelschutzgebiet (Untere Elbe bis Wedel“ (DE-2323-401). Die gesamten Überflutungsbereiche der Pinnau sind Teil des FFH-Gebiets „Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen“ (DE-2323-392). Die landwirtschaftlichen Flächen der Einheit werden hauptsächlich als Grünland genutzt und weisen ein ausgedehntes Entwässerungsnetz (Entwässerung über die Priele) auf, so dass eine Beweidung möglich ist. Entlang der Überflutungsbereiche wachsen z.T. natürliche Röhrichtbestände. In der Einheit sind ein Sportboothafen und zwei kleinere Bootsanleger gelegen. Der Mündungsbereich der Pinnau ist vollständig eingedeicht und es befindet sich außerdem ein Flutsperrwerk in diesem Bereich. Im Zentrum zerschneiden vier dicht beieinander liegenden Freileitungen die Einheit. Durch das Pinnau-Sperrwerk, die Freileitungen und den Sportboothafen werden die historische Kontinuität und Natürlichkeit der Landschaftsbildeinheit herabgestuft und lediglich als mittel bewertet. Die Vielfalt der Einheit ist als hoch zu bewerten, so dass die Eigenart insgesamt eine mittlere Bewertung in der Landschaftsbildeinheit erhält.

Landschaftsbildeinheit 5: Zusammenhängender mäßig verdichteter Siedlungsbereich Moorrege-Heist (491 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 5 umfasst den mäßig verdichteten, zusammenhängenden Siedlungsbereich der Ortschaften Moorrege und Heist. Diese sind durch kleine, oft uniforme Hauseinheiten charakterisiert, die von Obstanbauflächen und Feuchtwiesen mit kleineren Tümpeln abgewechselt werden. In Moorrege befindet sich das 1870 von D. Lienau erbaute Landhaus (Schloss Düneck). Die Einheit wird von zwei Freileitungen durchquert, die eine Abwertung der historischen Kontinuität bewirken, die infolgedessen als gering eingestuft

wird. Auch die Natürlichkeit wird als gering bewertet, so die Eigenart der Landschaftsbildeinheit insgesamt als gering anzusprechen ist.

Landschaftsbildeinheit 6: Stark verdichteter Siedlungsbereich Uetersen-Heidgraben-Nordheide (855 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 6 besteht aus zwei Teilflächen im Nordosten des UG. Die Ortschaften Klein Nordende und Heidgraben befinden sich nördlich bzw. nordöstlich der Raumeinheit 3. Die zweite Teilfläche liegt im Osten des UG und umfasst Groß Nordende, Heidgraben und Uetersen. Uetersen wird von einer Bahntrasse im Siedlungsgebiet durchquert. In den Verdichtungsräumen sind nur wenige Grün- und Wasserflächen vorhanden. Die Siedlungsflächen, insbesondere in Uetersen, werden von z.T. größeren Wohneinheiten geprägt. In den restlichen Bereichen sind überwiegend Ein- und Zweifamilienhäuser. Aufgrund der Charakteristik der Landschaftsbildeinheit werden die historische Kontinuität, Vielfalt und Natürlichkeit als gering und daher die Eigenart als sehr gering bewertet.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 24.

Tab. 24: Bestandsbewertung für sechs abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.2).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Ackergeprägte offene Kulturlandschaft der Pinneberger Elbmarschen	2.703,3	Gering	Mittel	Mittel	Mittel
Acker- und obstanbaugeprägte offene Kulturlandschaft	1.418,5	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel
Strukturreiche Feuchtgebiete mit überwiegend Grünlandnutzung	1.760,8	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel
Überschwemmungsgebiet der Pinnau	625,2	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel
Zusammenhängender mäßig verdichteter Siedlungsbereich Moorrege-Heist	490,9	Gering	Mittel	Gering	Gering
Stark verdichteter Siedlungsbereich Uetersen-Heidgraben-Nordheide	855,1	Gering	Gering	Gering	Sehr gering

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit Donaumasten und innovativen Einebenenmasten. Die unterschiedlich breiten Wirkzonen beider Trassen finden sich in Abb. 41.

Für die im Landschaftsbildtyp 4.2 untersuchten Donaumasten und die innovativen Einebenenmasten erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden aufgeschlüsselt für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten (s. Tab. 24; Anhang Abb. 56). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen.

Es zeigt sich, dass sich die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum durch innovativen Einebenenmasten gegenüber den Donaumasten um 67,1 % geringer darstellt. In der Nahzone wird eine Fläche von 282 ha mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung somit visuell nicht beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung der innovativen Einebenenmasten um 1.627,9 ha gegenüber den Donaumasten verringert. In der Fernzone, deren Beeinträchtigung in der Eingriffsbewertung nur noch gering ins Gewicht fällt, ist die visuelle Beeinträchtigung durch innovative Einebenenmasten gegenüber Donaumasten um 88,3 ha geringer.

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten), zeigten für die Teilkriterien historische Kontinuität sowie Vielfalt der als hoch eingestufteten Landschaftsbildeinheiten eine um 479,3 ha bzw. 708,8 ha geringere Beeinflussung durch die innovativen Einebenenmasten. Zusammenfassend betrachtet wurde der gewählte Betrachtungsraum des Landschaftstyp 4.2 fast vollständig einer mittleren Eigenart zugeordnet, für die es durch die innovativen Einebenenmasten im Vergleich zu den konventionellen Donaumasten zu einer um 1.960,3 ha geringeren visuellen Flächenbeeinflussung kommt (s. Tab. 25).

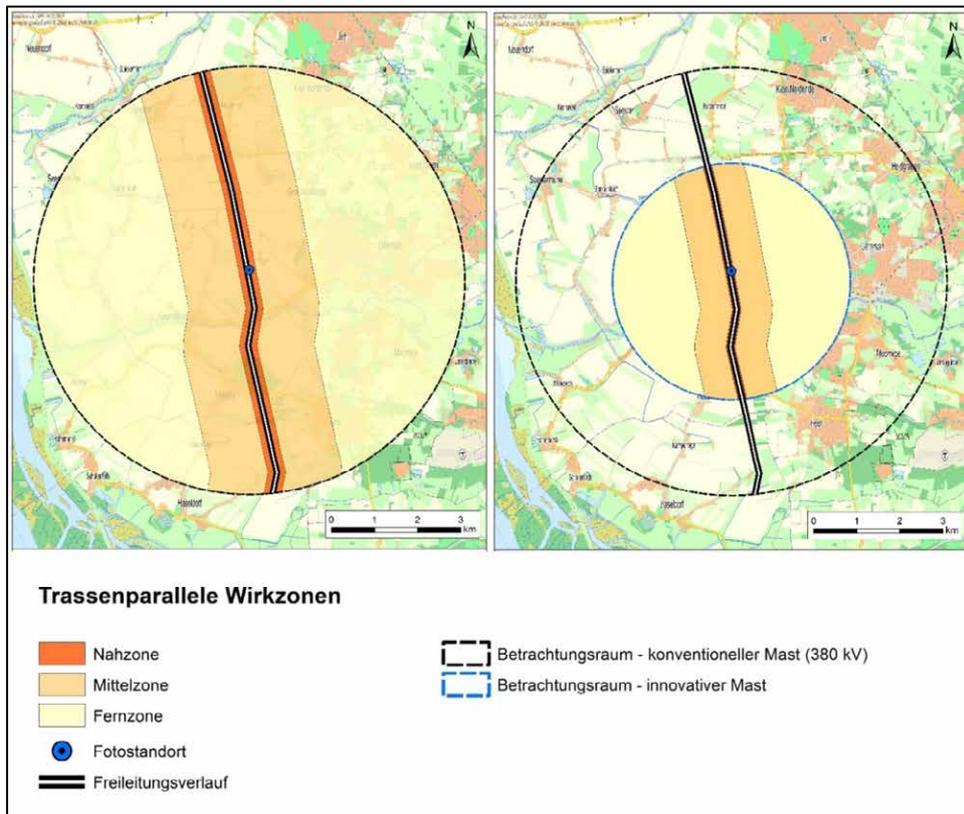


Abb. 41: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (Landschaftstyp 4.2) der drei trassenparallelen Wirkzonen von konventionellen Donaumasten (links) und innovativen Einebenenmasten (rechts) im Untersuchungsraum.

Tab. 25: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 4.2 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Einebenenmast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	60,6	391,3	27,4	479,3
Mittel	99,9	587,3	21,6	708,8
Gering	121,5	649,3	39,3	810,1
	Vielfalt			
Hoch	99,9	587,3	21,6	708,8
Mittel	182,1	1.033,5	63,5	1.279,1
Gering	0	7,1	3,3	10,4
	Natürlichkeit			
Hoch	0	0	0	0
Mittel	282	1.598,5	79,8	1.960,3
Gering	0	29,4	8,4	37,8
	Eigenart			
Mittel	282	1.598,5	79,8	1.960,3
Gering	0	22,3	5,2	27,5
Sehr Gering	0	7,1	3,3	10,4

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Die knapp 50 m hohen Masten der konventionellen Donaumasttrasse (die aus den Landschaftsaufnahmen berechnete Höhe für den Donaumast beträgt 46,8 m; diese Höhe wurde auch für den hier dargestellten visuellen Vergleich mit dem innovativen Einebenenmast herangezogen) wirken am Standort der Landschaftsbildaufnahme visuell besonders auffällig. Die sehr weitläufige, offene Fläche, die nur von einzelnen Baumreihen und Gehöften unterbrochen wird, lässt den vorderen Mast als sehr raumdominant erscheinen. Aufgrund seiner Höhe überragen die Donaumasten die vorhandenen Baumreihen und Häuser, so dass sie auch in der Mittel- und Fernzone noch gut zu erkennen sind. Der Sonnenstand und hohe Kontrast gegenüber den Wolken verstärken diesen Eindruck. Die Leitungen hängen relativ stark durch, sind aber in der Mittel- und Fernzone aufgrund der Witterung kaum noch zu erkennen. Die Mehrebenenordnung der Leitungsführung vergrößert die visuell wahrnehmbare Fläche des Hindernisses. Durchhang und Abstand der einzelnen Phasen wirken jedoch auflockernd und mindern dadurch die visuelle Wirkungsintensität (s. Abb. 42, oben).

Der innovative Einebenenmast fügt sich mit seiner geringen Masthöhe gut in die ackergeprägte offene Kulturlandschaft ein. In der Nahzone ist die visuelle Wirkung durch den breiten Querträger intensiviert. Durch die Angleichung der Masthöhen an die Vegetation stellt sich die visuelle Beeinträchtigung in der Mittel- und v.a. in der Fernzone deutlich geringer dar als dies bei der konventionellen Leitung der Fall ist. Die gebündelten Leitungen und Abstandshalter sind in der Nah- und Mittelzone noch gut zu erkennen. Die Sichtbarkeit nimmt jedoch mit zunehmender Distanz ab (s. Abb. 42, unten).

Der Einebenenmast ist im Vergleich zum konventionellen Donaumast weniger raumdominant, da er sich aufgrund seiner geringeren Höhe besser in die Umgebung einfügt. Dies ist besonders deutlich ab der Mittelzone erkennbar. Die Leitungen heben sich beim Einebenenmast deutlicher gegen den wolkigen Himmel ab. Aufgrund der Abstandshalter wird dieser Eindruck besonders in der Nahzone verstärkt. Die visuelle Wirkintensität der hier visualisierten innovativen Leitungen ist trotz der intensiveren Wahrnehmung der Leitungen und der Vollwandmasten gegenüber den konventionellen Leitungen geringer. Insgesamt ist aufgrund der geringeren Raumdominanz deshalb eine hohe Akzeptanz für entsprechende Leitungen in diesem Landschaftstyp zu erwarten.



Abb. 42: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 4.2; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).

4.2.8 Bestandserfassung und Bewertung des Standortes einer Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (6)

Naturräumlicher und kulturhistorischer Bestand

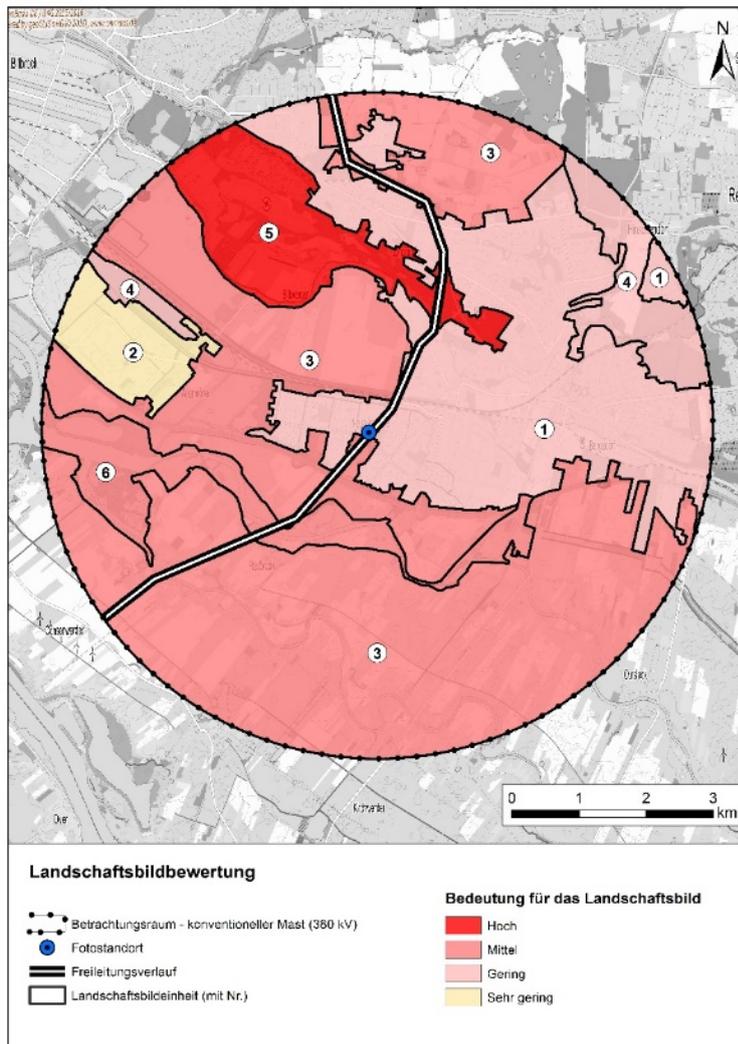


Abb. 43: Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums der Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (Landschaftstyp 6) mit dem Verlauf der vorhandenen Freileitungstrasse und dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen.

Der betrachtete Verdichtungsraum erstreckt sich ausgehend vom Beobachtungsstandort in einem Radius von 5.000 m und umfasst eine Gesamtgröße von 7.854 ha (s. Abb. 43). Er befindet sich im östlichen Stadtgebiet der Stadt Hamburg im Naturraum des Hamburger Rings der Schleswig-Holsteinischen Geest sowie der Hamburger Elbmarschen. Der Untersuchungsraum ist umgeben von weiteren verdichteten Flächen. Nur südlich finden sich Agrarlandschaften mit länglichen Siedlungsstrukturen entlang der Straßen.

Bewertung der Landschaftsbildeinheiten im Betrachtungsraum

In Abb. 43 sind die Ergebnisse der Landschaftsbilderfassung und die Gesamtbestandsbewertung der „Eigenart“ für die Flächen des Betrachtungsraumes dargestellt. Die Abbildung wurde um die Darstellung von Bereichen mit Sichtverschattung ergänzt. Insgesamt sind im Betrachtungsraum 3.235 ha (41,2 %) sichtverschattet, wobei der überwiegende Teil auf Siedlungs- und Gewerbegebiete verursacht wird. 4.790 ha (61,0 %) der Gesamtfläche befinden sich innerhalb von mehreren Landschafts- und Naturschutzgebieten (s. Anhang Tab. 43; Anhang Abb. 57, oben links). Der Betrachtungsraum beinhaltet Flächen von insgesamt sechs Landschaftsbildeinheiten, die im Folgenden kurz charakterisiert werden.

Landschaftsbildeinheit 1: Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbereich (1.993 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 1 umfasst die Hamburger Siedlungsbereiche Mümmelmannsberg, Havighorst, Lohbrücke, Neuallermöhe sowie Bergedorf. Es handelt sich um stark verdichtete Siedlungsstrukturen mit primär Ein- und Zweifamilienhäusern, im Bereich von Bergedorf und Mümmelmannsberg auch bis hin zu Wohnblocks. Eine Vielzahl von Gewässerstrukturen (Seen, Teichen, Fließgewässern), Kleingartenanlagen und Grünanlagen lockern die stark verdichteten Strukturen auf. Der Betrachtungsraum wird zerschnitten durch mehrgleisige Nah-, Fern- sowie Güterverkehrsbahntrassen, die sich im östlichen Bereich von Bergedorf gabeln. Hier schließen sich größere Industriebereiche an. Bis zu drei parallele Freileitungen im nördlichen Bereich, die sich in Lohbrücke aufsplitten und in südliche bzw. östliche Richtung weiterverlaufen, führen zu einer geringen Bewertung der historischen Kontinuität. Die Vielfalt erhält eine mittlere Bewertung, die Natürlichkeit wird mangels naturnaher Standorte und aufgrund der zuvor genannten Beeinträchtigungen als gering bewertet. Es ergibt sich insgesamt eine geringe Bewertung der Eigenart.

Landschaftsbildeinheit 2: Gewerbe und Siedlungsbereich Allermöhe (266 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 2 befindet sich im Westen des Untersuchungsgebiets. Im Norden begrenzt eine mehrgleisige Bahntrasse, im Süden die Autobahn 25 die Landschaftsbildeinheit. Sie besteht hauptsächlich aus einem stark versiegelten Gewerbegebiet, welches sich nach Westen fortsetzt. Große, mehrstöckige Lager- und Industriehallen bestimmen das Bild. Im östlichen Teil des Beobachtungstraums erstreckt sich an der Hauptverkehrsstraße ein kompaktes, längliches Siedlungsgebiet von Ein- und Zweifamilienhäusern. Im Norden und Osten existieren zudem großflächige Kleingartenanlagen entlang des Industriegebiets. Die Schlickdeponie Feldhofe, auf der mit Schadstoffen kontaminierte Elbsedimente gelagert werden, erhebt sich um bis zu 20 m über die umgebende Geländetopografie. Aufgrund des hohen Grades der Versiegelung wird die Natürlichkeit mit gering bewertet. Die Bebauung des Industriegebiets sowie die Schlickdeponie führen zu einer geringen Bewertung in den Kategorien Vielfalt und historische Kontinuität. Damit ergibt sich als Gesamtbewertung der Eigenart eine sehr geringe Bewertung.

Landschaftsbildeinheit 3: Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte (4.210 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 3 ist die größte betrachtete Landschaftsbildeinheit in diesem Untersuchungsgebiet. Charakteristisch für diesen Teil sind die langgestreckten Siedlungsbereiche entlang der Hauptverkehrsstraßen mit Ein- und Zweifamilienhäusern. Im Norden und Süden des Beobachtungstraums finden sich mittelgroße, langgezogene Acker- und Grünland-

parzellen ohne größere Baum- oder Heckenstrukturen. Im östlichen Bereich überwiegt Grünland auf kleiner werdenden Strukturen und einer höheren Anzahl von Entwässerungskanälen, Ackerrandstreifen und einer höheren Baumdichte mit vereinzelt Knickstrukturen. Ein großer Teil wird vom Naturschutzgebiet Kirchwerder Wiesen eingenommen. Die Dove- und Gose-Elbe sowie mehrere Bracks sorgen für eine Erhöhung der Strukturvielfalt des Gebiets und eine mittlere Bewertung der Vielfalt. Auch die Natürlichkeit und die historische Kontinuität werden als mittel bewertet. Insgesamt ergibt sich eine mittlere Eigenart.

Landschaftsbildeinheit 4: Wald-Offenland-Komplex (353 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 4 teilt sich auf in zwei Teilflächen, wovon eine im Westen und die andere im Osten der Landschaftsbildeinheit liegt. Die westlich gelegene Fläche ist ein strukturarmer, langgestreckter Mischwald, der im Norden durch Bahngleise und im Süden durch den Gewerbe- und Siedlungsbereich Allermöhe begrenzt wird. Die nördlichen Flächen bestehen aus langgestreckten, sandigen Ackerflächen, die von strukturarmen Michwäldern umgeben sind. Südlich davon durchfließt die Bille das Gebiet. Freileitungen queren über den Bäumen zentral das Gebiet. Die historische Kontinuität ist insgesamt nur als gering zu bewerten. Die Vielfalt wird aufgrund der sehr strukturarmen Gebiete ebenfalls nur mit gering bewertet. Jedoch weisen die Gebiete eine mittlere Natürlichkeit auf, so dass die Eigenart mit gering zu bewerten ist.

Landschaftsbildeinheit 5: Strukturierter Binnendünenbereich der Boberger Niederung (583 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 5 ist zum Großteil durch sehr abwechslungsreiche Strukturen mit sandigen Bereichen einer Heidelandschaft und offenen Binnendünenstrukturen geprägt und befindet sich im Naturschutzgebiet Boberger Niederung. Landwirtschaftlich genutzte Marschwiesen (Grünland und Äcker) in feuchteren Bereichen und zusammenhängende Waldstandorte tragen zum strukturreichen Bild des Betrachtungsraums bei. Der zentral gelegene Offenbereich wird vom Segelflugplatz Boberg eingenommen und ist fast vollständig von Mischwald umschlossen. Drei größere und mehrere kleine Seen sowie die Bille befinden sich in dem Gebiet und tragen zu einer hohen Vielfalt bei. Ebenso ist die historische Kontinuität durch die letzte Binnendüne im Hamburger Stadtgebiet mit hoch bewertet. Die Abwertung der Natürlichkeit um eine Stufe auf Mittel erfolgt aufgrund der Flächenbeeinträchtigung durch den großräumigen Segelflugplatz. Dieser wird zwar nur in geringem Umfang genutzt, so dass praktisch keine Lärmbelästigung stattfindet und ökologisch wertvolle Trockenhabitate existieren, jedoch führt er zu einer Verringerung der potentiellen Binnendüenausdehnung. Insgesamt ergibt sich daraus eine hohe Eigenart für die Landschaftsbildeinheit.

Landschaftsbildeinheit 6: Dove-Elbe-Niederung (450 ha)

Die Landschaftsbildeinheit 6 Dove-Elbe-Niederung verläuft südlich von Allermöhe und Neuallermöhe entlang der Autobahn 25. Zu einem großen Teil besteht das Gebiet aus dem Naturschutzgebiet „Die Reit, Wasserpark Dove Elbe mit dem Eichbaumsee“. Teilweise finden sich baum- und heckenbestandene Ufer an der Dove-Elbe sowie Acker- und Grünlandbewirtschaftung an den Parzellenrändern im östlichen Bereich zwischen den Autobahnabfahrten HH-Allermöhe und HH-Nettelburg. Die westlichen Flächen unterliegen hauptsächlich einer extensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung mit einem höheren Baumbestand. Dieser Bereich weist zudem eine starke Freizeitnutzung durch mehrere Sportboothäfen auf. Die Altgewässer der Dove-Elbe sind stark verkrautet und mit dichten Teppichen von Teichro-

sen bestanden. Die Natürlichkeit dieses Gebiets wird durch die teilweise intensive Nutzung um einer Stufe abgewertet. Die historische Kontinuität wird ebenfalls mit mittel bewertet. Lediglich die Vielfalt ist mit hoch bewertet. Die Eigenart ist als mittel zu bewerten.

Eine Zusammenfassung der Bestandsbewertungen befindet sich in Tab. 26.

Wirkungsanalyse, Eingriffsbewertung und Berechnung der Flächenbeeinträchtigungen

Die vergleichenden Untersuchungen erfolgten zwischen einer konventionellen Trasse mit Donaumasten und den drei innovativen Mastsystemen. Die unterschiedlich breiten Wirkzonen aller Trassen finden sich in Abb. 44.

Tab. 26: Bestandsbewertung für sechs abgegrenzte Landschaftsbildeinheiten in der Landschaft mit hoher Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (Landschaftstyp 6).

Landschaftsbildeinheit	Flächengröße [ha]	Teilkriterien der Bewertung			Gesamtbewertung „Eigenart“
		Historische Kontinuität	Vielfalt	Natürlichkeit	
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbereich	1.993,0	Gering	Mittel	Gering	Gering
Gewerbe und Siedlungsbereich Allermöhe	265,5	Gering	Gering	Gering	Sehr gering
Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte	4.210,2	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Wald-Offenland-Komplex	352,8	Gering	Gering	Mittel	Gering
Strukturierter Binnendünenbereich der Boberger Niederung	582,7	Hoch	Hoch	Mittel	Hoch
Dove-Elbe-Niederung	449,8	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel

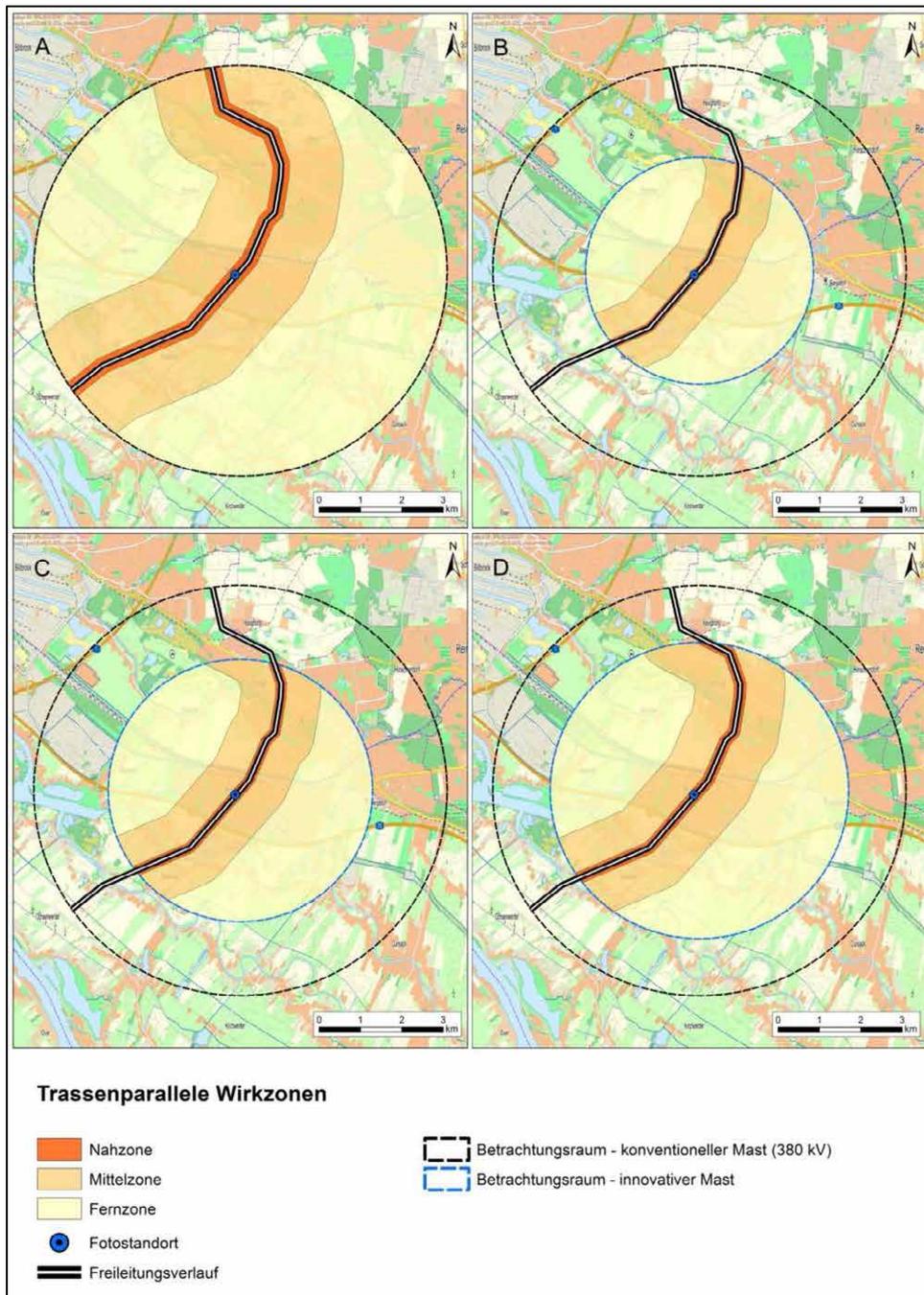


Abb. 44: Vergleich der räumlichen Ausdehnung (6) der drei trassenparallelen Wirkzonen vom konventionellen Donaumast (A) sowie den drei innovativen Mastsystemen (Einebenenmast (B), Y-Mast (C) und Sternkettenmast (D)).

Für die im Landschaftsbildtyp 6 untersuchten Donaumasten sowie innovativen Sternkettenmasten erfolgten in den nachfolgenden Schritten Berechnungen der aus Landschaftsbildsicht beeinträchtigten Flächengrößen (s. Abschn. 4.1.3). Diese wurden für die einzelnen Wirkzonen sowie die jeweiligen dort befindlichen Landschaftsbildeinheiten aufgeschlüsselt (s. Tab. 26; Anhang Abb. 57). Anschließend wurden die Mastsysteme miteinander verglichen. Die

Landschaftsbildeinheit 4 (Wald-Offenland-Komplex) befindet sich außerhalb des Betrachtungsraums der innovativen Einebenenmasten.

Es zeigt sich, dass die flächenbezogene Landschaftsbildbeeinträchtigung im gesamten Betrachtungsraum bei allen innovativen Masten gegenüber den Donaumasten geringer ausfällt. Die Verringerung beträgt beim Einebenenmast 73,1 % und 54,4 % beim Sternkettenmast. In der Nahzone wird eine Fläche zwischen 226,6 ha (Einebenen) und 162,1 ha (Sternketten) mit insgesamt sehr hoher Eingriffsbewertung somit visuell nicht beeinflusst. Ganz ähnlich verhält es sich in der Mittelzone, wo von einer hohen Eingriffsbewertung ausgegangen wird. Hier ist die visuelle Beeinträchtigung zwischen 1.322,9 ha und 1.009 ha gegenüber den Donaumasten geringer. In der Fernzone, in der die Beeinträchtigung nur noch gering in die Eingriffsbewertung einfließt, ist durch die innovativen Mastsysteme von einer visuellen Beeinträchtigung auszugehen, die zwischen 90 ha und 67,9 ha gegenüber konventionellen Donaumasten verringert ist.

Die gruppierten Bestandsbewertungen (aggregiert für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten) der Teilkriterien, zeigten insbesondere für die historische Kontinuität und Vielfalt der als hoch eingestuften Landschaftsbildeinheiten eine Verringerung der flächenbezogenen visuellen Beeinflussung. Im Vergleich der innovativen mit den konventionellen Masten kam es zu einer zwischen 83,2 ha (Einebene) bis 65,9 ha (Sternkette) bzw. zwischen 216,1 ha und 173 ha geringeren Beeinflussung der historische Kontinuität bzw. Vielfalt. In der Gesamtbewertung der als hoch bewerteten Eigenart im gewählten Betrachtungsraum des Landschaftstyp 6 wurde im Vergleich zu den konventionellen Donaumasten eine Fläche von bis zu 83,2 ha visuell nicht beeinträchtigt (s. Tab. 27 bis Tab. 29).

Tab. 27: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 6 durch innovative Einebenenmasten gegenüber Tonnenmasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teil-kriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Einebenen- mast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	1,6	77,1	4,5	83,2
Mittel	205,7	1.169,5	75,4	1.450,6
Gering	19,3	76,2	10,2	105,7
Bewertung (Einebenen- mast)	Vielfalt			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	15,5	189,8	10,8	216,1
Mittel	211,1	1.133	73,9	1.418,0
Gering	0	0	5,3	5,3
Bewertung (Einebenen- mast)	Natürlichkeit			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Mittel	207,3	1.246,7	82,2	1.536,2
Gering	19,3	76,2	7,8	103,3
Bewertung (Einebenen- mast)	Eigenart			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	1,6	77,1	4,5	83,2
Mittel	205,7	1.169,5	75,4	1.450,6
Gering	19,3	76,2	7,2	102,7
Sehr Gering	0	0	3,0	3,0

Tab. 28: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 6 durch Y-Masten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Y-Mast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	1	73,3	1,3	75,6
Mittel	184,6	1.022,8	65,5	1.273
Gering	17	55,6	9,6	82,2
Bewertung (Y-Mast)	Vielfalt			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	12,5	172,3	6,92	191,7
Mittel	190,1	979,4	64,7	1.234,2
Gering	0	0	4,8	4,8
Bewertung (Y-Mast)	Natürlichkeit			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Mittel	185,6	1.096,1	69,1	1.350,8
Gering	17	55,6	7,3	79,9
Bewertung (Y-Mast)	Eigenart			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	1	73,3	1,3	75,6
Mittel	184,6	1.022,8	65,5	1.273
Gering	17	55,6	7,2	79,8
Sehr Gering	0	0	2,4	2,4

Tab. 29: Differenz der nicht-beeinflussten Flächen [ha] im Landschaftstyp 6 durch Sternkettenmasten gegenüber Donaumasten im Betrachtungsraum für die einzelnen Teilkriterien (Historische Kontinuität, Vielfalt, Natürlichkeit) sowie die Eigenart als Gesamtbewertung, aufgeschlüsselt nach der Wirkzone (Nah-, Mittel-, Fernzone) und der gruppierten Bestandsbewertung für alle Landschaftsbildeinheiten.

Bewertung (Sternkettenmast)	Historische Kontinuität			
	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0,6	65,7	-0,4	65,9
Mittel	151,5	887,5	58,9	1.097,9
Gering	10	55,7	9,4	75,1
	Vielfalt			
Hoch	9,7	158,7	4,6	173,0
Mittel	152,4	850,2	59,1	1.061,7
Gering	0	0	4,2	4,2
	Natürlichkeit			
Mittel	152	953,3	60,7	1.166
Gering	10	55,7	7,3	73
	Eigenart			
Bewertung (Sternkettenmast)	Nahzone [ha]	Mittelzone [ha]	Fernzone [ha]	Gesamtzone [ha]
Hoch	0,6	65,7	-0,4	65,9
Mittel	151,5	887,5	58,9	1.097,9
Gering	10	55,7	7,4	73,1
Sehr Gering	0	0	2,0	2,0

Vergleichende Beurteilung und Bewertung anhand der Visualisierung

Die konventionelle Donaumasttrasse ragt mit einer Höhe von 50 m an diesem flachen und strukturreichen Standort deutlich über die angrenzende Vegetation hinaus. Durch die Anordnung der Leiterseile auf mehreren Ebenen ist die visuelle Wahrnehmung der Freileitung verstärkt, so dass sie als sehr raumdominant erscheint. Dieser Eindruck wird in Landschaftsbildaufnahme noch durch eine am vordersten Mast befestigte Funkantenne verstärkt. Die stark durchhängenden Leiterseile sind in der Nahzone gut zu erkennen und verstärken die visuelle Beeinträchtigung. In der Mittelzone nimmt die Wirkung aufgrund der dargestellten Witterungsverhältnisse und der zunehmenden Distanz ab. Aufgrund der Nutzung des Gebiets als Naherholungsraum in Siedlungsnähe und der angrenzenden Schrebergärten wird das Landschaftsbild als in besonderem Maße visuell verletzlich eingeschätzt (s. Abb. 45, oben).



Abb. 45: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 6; Trasse mit konventionellen Donaumasten (oben) und modellierten innovativen Einebenenmasten (unten).



Abb. 46: Landschaftsbildaufnahme im Landschaftstyp 6; Trasse mit modellierten Y-Masten (oben) und modellierten innovativen Sternkettenmasten (unten).

Der erste visualisierte innovative Mast (Einebenenmast) ist mit 27,6 m Höhe sehr niedrig, so dass der Kontrast zum freien Himmel gering ausfällt. In der Nahzone wirkt der Mast aufgrund des breiten Querträgers allerdings sehr dominant. Mit zunehmender Entfernung hebt sich dieser Effekt jedoch auf. Besonders in der Mittelzone führt die geringe Höhe und Annäherung an die Höhe von Gehölzen und Gebäuden zu einer geringen visuellen Beeinträchtigung. Aufgrund einer Vorbelastung in der Fernzone (Funkurm) fällt die Beeinträchtigung durch den innovativen Mast dort vergleichsweise gering aus. Die gebündelten Leiterseile sind optisch auffällig. In der Visualisierung kommt es links zu einer optischen Überschneidung von Erdseil und gebündelten Leiterseilen. Dieser negative Eindruck wird durch die Abstandhalter verstärkt. In der Mittelzone nimmt die visuelle Beeinträchtigung durch die Leiterseile ab (s. Abb. 45, unten).

Der zweite visualisierte innovative Mast, der Y-Mast, hebt sich mit seiner Masthöhe von 32 m von der Vegetation in Nah- und Mittelzone ab. Die Vorbelastung in der Fernzone (Funkurm) relativiert die visuelle Beeinträchtigung ab der Mittelzone jedoch. Aufgrund der sich aufgebenden Querträger und der schmalen Trasse von 26,1 m wirkt die Leitung nur gering raum-einnehmend. Die Leiterseile sind in der Nahzone, verstärkt durch die Abstandhalter visuell stark wahrnehmbar. Diese Wirkung wird durch die Mehrebenenordnung verstärkt (s. Abb. 46, oben).

Der dritte visualisierte innovative Mast, der Sternkettenmast, ist mit 36,1 m der höchste der innovativen Mastsysteme. Aufgrund der Mehrebenenordnung der Leiter und der Abstandhalter wirkt die Leitung raumdominant. Der Sternkettenmast setzt sich am deutlichsten von allen drei innovativen Systemen von der Vegetation ab, so dass die visuelle Wirkintensität als hoch bewertet wird. Die Wirkintensität erreicht jedoch nicht die Intensität des konventionellen Donaumastes (s. Abb. 46, unten).

Im direkten Vergleich wirkt der konventionelle Donaumast aufgrund seiner Höhe als am raumdominantesten. Von den innovativen Freileitungssystemen geht eine deutlich geringere visuelle Beeinträchtigung aus. Insbesondere der Einebenenmast hebt sich durch seine geringe Höhe nur wenig von der Vegetation ab und hat ab der Mittelzone eine sehr geringe Fernwirkung. Allerdings erhöhen die gebündelten Leiterseile, durch die Anordnung in einer Ebene verstärkt, die visuelle Fläche der Leitung des Einebenenmastes in der Nahzone. Eine in anderer Weise geringe Sichtbeeinträchtigung weist der Y-Mast aufgrund seiner geringen Trassenbreite auf. In der Mittelzone ist dieser Masttyp in der Visualisierung kaum noch zu erkennen. Der Mastfuß verschwindet fast gänzlich in der Vegetation, so dass lediglich die schlankeren, seitlich abstehenden Querträger visuell hervortreten. Da die innovativen Masttypen, besonders der Einebenen- und der Y-Mast, weniger raumdominant sind, ist bei diesen mit einer erhöhten Akzeptanz bei Erholungssuchenden zu rechnen. Besonders im siedlungsnahen Raum kann ggf. durch die gewohnte Form als Gittermast die Akzeptanz gesteigert werden.

4.3 Zusammenfassende Bewertung der Wirkung der Freileitungsmastsysteme auf das Landschaftsbild

4.3.1 Schlussfolgerungen für die unterschiedlichen Landschaftstypen

Im nachfolgenden Abschnitt werden die Berechnungen der Flächenbeeinträchtigungen der einzelnen Landschaftsbildanalysen und die durchgeführten Visualisierungen aus dem vorangegangenen Abschnitt zusammenfassend bewertet. Die repräsentative Auswahl der visualisierten und für die Landschaftsbildanalyse verwendeten Landschaftstypen erlaubt es, übertragbare Schlussfolgerungen hinsichtlich der Wirkung der innovativen Mastsysteme auf die Landschaft zu ziehen.

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 1.1 - küstennahe Landfläche der Nordsee

Der Betrachtungsraum im Landschaftstyp 1.1 befindet sich in den topografisch sehr ebenen Elbmarschen mit hoher Fernsicht, einem prozentual großen Anteil an landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie einem dichten Netz an Entwässerungsgräben. Durch die landschaftliche Ausprägung und anthropogene Überprägung ist dieses Untersuchungsgebiet repräsentativ für einen typischen Standort einer küstennahen Landfläche (vgl. Abschn. 4.2.1).

Die Ergebnisse der Landschaftsbildanalysen sowie Visualisierung in dem gewählten Ausschnitt des Landschaftstypen 1.1 zeigen, dass sich durch den Einsatz innovativer Masten (Y-Mast stellvertretend geprüft) im Vergleich mit konventionellen Donaumasten in einer offenen, schwach strukturierten Landschaft mit geringen Reliefunterschieden die flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigungen um über 50 % verringern lassen. Besonders durch das Fehlen einer möglichen Sichtverschattung durch Wald- oder Siedlungsgebiete kann ausgehend von den innovativen Freileitungssystemen für diesen Landschaftstypen eine geringere Beeinträchtigung erzielt werden. Diese Reduzierung der visuellen Flächenbeeinträchtigung ist prozentual auf ihre Größe bezogen in den drei einzelnen Wirkzonen annähernd gleich hoch und beträgt in diesem Beispiel insgesamt knapp 1.800 ha.

Die in der wenig strukturierten und durch eine geringe Reliefenergie gekennzeichneten Küstenlandschaft erzielten Ergebnisse sind im Hinblick auf eine Verringerung der Landschaftsbildbeeinträchtigung durch innovative Masten auf offene Kulturlandschaften generell übertragbar. Dabei wird deutlich, dass sich dieser Effekt bei einer zunehmenden Strukturvielfalt in der Kulturlandschaft sogar noch erhöht. Aufgrund einer zunehmenden Sichtverschattungen durch Wald- oder Siedlungsstrukturen kann durch die geringeren Höhen der innovativen Masten eine Reduzierung der visuellen Wirkung gegenüber den deutlich höheren konventionellen Masten erzielt werden.

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 2.1 - Waldlandschaft

Der ausgewählte Betrachtungsraum im Landschaftstyp 2.1 liegt in einem sehr strukturreichen Gebiet mit großen topografischen Unterschieden und weist einen sehr hohen Waldanteil von knapp 70 % auf. Der gewählte Standort der Landschaftsbildaufnahme befindet sich innerhalb einer breiten Waldschneise, welche die Sicht stark einschränkt und auf den baumfreien Bereich der Schneise beschränkt. Insgesamt kann der hier gewählte Betrachtungsraum des Landschaftstyps einer Waldlandschaft als repräsentativ angesehen werden (vgl. Abschn. 4.2.2).

In der Waldlandschaft mit konventionellen Tonnenmasten wurden vergleichende Untersuchungen mit allen drei innovativen Mastsystemen durchgeführt. Die Landschaftsbildanalysen sowie Visualisierungsergebnisse der Untersuchungen in dem gewählten Ausschnitt zeigen, dass sich durch den Einsatz von innovativen Mastsystemen anstelle der konventionellen Tonnenmasten eine Verringerung der flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigung um 75 % und mehr erreichen lässt. Im Vergleich aller untersuchten Landschaftstypen sind dies die höchsten ermittelten Reduzierungen. Dies resultiert zum einen aus der gegenüber den innovativen Masten deutlich erhöhten Fernsichtbarkeit der konventionellen Tonnenmasten und den somit größeren Wirkzonen. Des Weiteren verursacht der große Anteil an sichtverschatteten Bereichen eine Verschattung der innovativen Masten, sodass die visuelle Beeinflussung abnimmt. Durch die beträchtliche Reduzierung der visuell flächenbezogenen Beeinträchtigung kann besonders ein Vorteil für die in vielen Waldgebieten gelegenen Schutzgebiete bestehen. Deren Anteil ist, wie auch im Betrachtungsraum, in einem solchen Landschaftstyp überdurchschnittlich hoch. Die flächenbezogene Reduzierung der visuellen Beeinträchtigung in Schutzgebieten ist daher auch in diesem Landschaftstyp besonders ausgeprägt. Dies ist u.a. auch für die Avifauna von Bedeutung (s. Abschn. 5). Im Vergleich der innovativen Mastsysteme ist die sichtbeeinträchtigte Fläche bei Einebenenmasten am geringsten. Die Einsparung beträgt bei diesem Beispiel über alle drei Wirkzonen gerechnet bis zu 1.800 ha gegenüber den konventionellen Tonnenmasten.

Die geringste visuelle Beeinträchtigung durch den Einsatz des Einebenenmastes beruht v.a. auf dessen niedriger Höhe, die sich kaum über die Baumspitzen vorhandener Gehölze hinaus bewegt. Andererseits weist dieser Masttyp die höchste Traversenbreite auf, was im Vergleich der innovativen Masten zu einer deutlichen Erhöhung der visuellen Wirkung innerhalb der Nahzone führt. Darüber hinaus ist der Einebenenmast auf eine breitere Waldschneise angewiesen, was die visuelle Wirkung innerhalb der Nahzone weiter erhöht. Der Y-Mast ordnet sich im quantitativen Vergleich zwischen dem Einebenenmast und der Sternkette ein. Aufgrund der vertikalen Ausmaße ist die Raumdominanz gegenüber dem Einebenenmast höher. Die visuelle Wirkungsintensität ist insbesondere im Nahbereich durch die schmalere Traverse geringer, so dass dieser Masttyp innerhalb von Waldstandorten bevorzugt Verwendung finden könnte.

In einer stark strukturierten und durch eine hohe Reliefenergie gekennzeichneten Waldlandschaft erzielen alle drei innovativen Mastsysteme gegenüber den konventionellen Tonnenmasten deutliche Verringerungen der Landschaftsbildbeeinträchtigung. Der Landschaftstyp des Waldstandortes ist durch seinen hohen Anteil an sichtverschatteten Bereichen kaum mit anderen Landschaftstypen vergleichbar. Am ehesten existieren aufgrund des hohen Anteils an sichtverschatteten Bereichen Ähnlichkeiten zu Verdichtungsräumen. Die biotopzerschneidenden Waldschneisen wirken unabhängig von der Art des Mastes visuell sehr intensiv und sollten aus Landschaftsbildsicht nach Möglichkeit vermieden werden. Dies ist z.B. durch eine Trassenführung als Erdkabel, einer Umgehung des Waldstandortes oder auch durch ein ökologisches Schneisen-Management durch niedrigwüchsige Gehölze möglich.

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 3.6 - gehölz- bzw. waldreiche grünlandgeprägte Kulturlandschaft

In einer topografisch sehr abwechslungsreichen Landschaft mit Grünland- und Ackernutzung befindet sich der ausgewählte Betrachtungsraum im Landschaftstyp 3.6. Die hohe Strukturvielfalt, bestehend aus Wald- und Knickbiotopen, ist dabei repräsentativ in ihrer Ausprägung

für den Landschaftstyp einer gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (vgl. Abschn. 4.2.3).

Die Landschaftsbildanalysen und Visualisierungen fanden in dem gewählten Ausschnitt des Landschaftstypen 3.6 auf einer 110 kV-Trasse mit konventionellen Einebenenmasten statt. Bedingt durch die in diesem unsymmetrischen 110kV/380kV-Vergleich ausnahmsweise höhere Mastform der innovativen 380 kV-Masten, stellt sich die flächenbezogene Beeinträchtigung gegenüber den konventionellen Masten um ein Fünftel erhöht dar. Dies wird neben den größeren Wirkzonen auch durch die strukturell bedingt geringe Verschattung und folglich vielfache Sichtbarkeit der Masten verursacht. Im Ergebnis ist die zusätzlich beeinflusste Wirkzone aller drei Zonen um 130 ha größer. Gegenüber der bestehenden 110 kV-Trasse erhöht daher sich die visuelle Beeinträchtigung durch die innovativen 380 kV-Einebenenmasten in der strukturierten grünlandgeprägten Kulturlandschaft. Die visuelle Wirkung beruht dabei nicht allein auf den geringfügigen Höhenunterschieden der Masten, sondern auch auf den Baukörpern, die bei den innovativen Masten einen deutlich massiveren Eindruck machen. Dieser Eindruck mag zum einen darauf beruhen, dass in diesem Fall Gittermastkonstruktionen mit Massivmasten verglichen werden. Es erscheint jedoch plausibel, dass die innovativen Masten, die gegenüber 110 kV-Masten ein Vielfaches an Zugkräften aufnehmen müssen, aus statischen Gründen auch als Gitterkonstruktion massiver ausfallen würden.

Die sichtverschatteten Bereiche innerhalb dieses Landschaftstypens stellen sich bei beiden Mastsystemen mit etwa einem Drittel ungefähr gleich hoch dar. Die hohe Vielfalt der beiden größten Landschaftsbildeinheiten des untersuchten Landschaftstypen 3.6, insbesondere verursacht durch zusammenhängende Baum- und Knickstrukturen, wirkt auflockernd und sichtverschattend, mindert dadurch die visuellen Beeinträchtigungen und zeigt auf diese Weise exemplarisch die Vorteile einer hohen Strukturvielfalt für die Erscheinung des Landschaftsbildes einer jeglichen Landschaft auf.

Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse ist insbesondere für den sich anschließenden Landschaftstyp 3.7 gegeben (detaillierte Beschreibungen und die Bewertung der visuellen Wirkung innovativer 380 kV-Masten im Vergleich zu konventionellen 110 kV-Einebenenmasten finden sich in Abschn. 4.3.3).

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 3.7 - gehölz- bzw. waldreiche ackergeprägte Kulturlandschaft

Der ausgewählte Betrachtungsraum im Landschaftstyp 3.7 befindet sich in einer topografisch sehr abwechslungsreichen Landschaft mit Acker- und Grünlandnutzung, welche durch ihre hohe Strukturvielfalt bestehend aus Wald- und Knickbiotopen in ihrer Ausprägung repräsentativ für den Landschaftstyp einer gehölz- bzw. waldreichen ackergeprägten Kulturlandschaft ist (vgl. Abschn. 4.2.4). Die landschafts- und naturräumliche Ausprägung innerhalb dieses Typs ist sehr ähnlich zu dem sich unmittelbar südlich anschließenden Landschaftstypen 3.6 und unterscheidet sich hauptsächlich durch den höheren Anteil an Ackerflächen.

Wie für den Landschaftstyp 3.6 fanden die Landschaftsbildanalysen und Visualisierungen auf einer 110 kV-Trasse statt. Hierbei erfolgte jedoch der Vergleich mit einem konventionellen Donaumast. Bedingt durch die deutlich höheren 380-kV-Masten vom Typ der innovativen Sternkette war die flächenbezogene Beeinträchtigung gegenüber der Donaumasttrasse um über 40 % erhöht. Dies ist nicht nur durch die gegenüber der 110 kV-Trasse größeren Wirk-

zonen der innovativen Masten zu erklären, sondern auch durch eine geringere Sichtverschattung der höheren Sternkettenmasten. Trotz des erhöhten Anteils sichtverschatteter Bereiche in diesem Landschaftstyp (verglichen mit der offenen, strukturarmen und reliefarmen Kulturlandschaft -vgl. Landschaftstypen 1.1; 4.1; 4.2 in Abschn. 4.3.1) ist eine visuelle flächenbezogene Beeinträchtigung gegeben. Dies bestätigt nochmals die zuvor getroffene Aussage (Landschaftstyp 3.6 in Abschn. 4.3.1) zur Bedeutung einer hohen Strukturvielfalt für das Landschaftsbild. Über alle untersuchten Wirkzonen hinweg werden im gesamten Untersuchungsraum durch die innovativen Sternkettenmasten etwas über 700 ha zusätzlich im direkten Vergleich zu den konventionellen 110 kV Donaumasten beeinflusst.

Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse ist insbesondere für den zuvor behandelten Landschaftstyp 3.6 gegeben. Eine detaillierte Aufschlüsselung der visuellen Wirkung von innovativen Masten auf konventionellen 110 kV- im Vergleich zu 380 kV-Trassen findet sich in diesem Abschnitt (4.3.1) zum Landschaftstyp 3.6.

Im Vergleich der 110 kV-Bestandstrassen mit den innovativen Mastsystemen innerhalb der Landschaftstypen 3.6 (Gehölz- bzw. waldreiche grünlandgeprägte Kulturlandschaften) und 3.7 (Gehölz- bzw. waldreiche ackergeprägte Kulturlandschaften) ist zu berücksichtigen, dass mit der höheren landschaftlichen Belastung ohne eine Neuinanspruchnahme unbeeinträchtigter Landschaftsräume eine fast vierfache Erhöhung der Übertragungsleistung einherginge.

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 3.12 - Obstbaulandschaft

Eine geringe Reliefenergie kennzeichnet den ausgewählten Betrachtungsraum im Landschaftstyp 3.12, der von einem hohen Anteil intensiv genutzter Ertragskulturen (Obstanbau) charakterisiert ist. Der Standort der Landschaftsbildaufnahme befindet sich unmittelbar an einer bewirtschafteten Anbaufläche von Apfelbäumen, die zum Zeitpunkt der Aufnahme unbebaut waren. Der gewählte Betrachtungsraum in diesem Landschaftstyp ist nicht nur für die spezielle Obstbaulandschaft repräsentativ, sondern gilt in seiner Repräsentativität auch für andere intensiv ertragswirtschaftliche genutzte Gebiete mit mittelhohem Bewuchs (vgl. Abschn. 4.2.5).

Die Landschaftsbildanalysen sowie Visualisierungsergebnisse der Untersuchungen in dem gewählten Ausschnitt des Landschaftstypen 3.12 zeigen, dass sich durch den Einsatz von Sternkettenmasten in einer offenen und mäßig strukturierten Landschaft mit geringen Reliefunterschieden im Vergleich zu konventionellen 380 kV-Donaumasten die flächenbezogenen Beeinträchtigungen um insgesamt über 40 % verringern lassen. Die auftretenden Sichtverschattungen auf die Freileitungen von ca. einem Drittel der Gesamtfläche werden dabei weniger durch die niedrigen, strukturarmen Obstplantagen verursacht, sondern vielmehr durch die langgestreckten Siedlungsstrukturen der für diese Gegend typischen Straßendörfer. Die gegenüber den konventionellen Masten erzielte Reduzierung der flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigung durch die Sternkettenmasten beträgt im direkten Vergleich mit den Donaumasten über 1.100 ha.

Insgesamt könnte in dieser mäßig strukturierten und durch eine geringe Reliefenergie gekennzeichneten intensiven Ertragskulturlandschaft, primär auf Grundlage der geringeren Höhe innovativer Masten, eine deutliche Verringerung der Landschaftsbildbelastung erzielt werden. Eine Übertragung der erzielten Ergebnisse wäre bedingt für offene Kulturlandschaften mit einer mäßigen Siedlungsdichte in einer relativ reliefarmen Landschaft möglich. All-

gemein zeigt sich hier abermals, dass niedrigere Mastkonstruktionen gegenüber konventionellen 380 kV-Freileitungen deutliche Einsparungen der Flächenbeeinträchtigungen ermöglichen.

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 4.1 - grünlandgeprägte offene Kulturlandschaft

Der ausgewählte Betrachtungsraum im Landschaftstyp 4.1 liegt in einem strukturarmen Gebiet mit geringen topografischen Unterschieden und einer grünland- sowie ackerlanddominierten Nutzung. Aufgrund der Nutzung als Grünland ist eine hohe Fernsicht auf die Freileitungstrasse möglich. Sowohl hinsichtlich der naturräumlichen Ausprägung als auch der anthropogenen Überprägung ist dieses Untersuchungsgebiet repräsentativ für eine grünlandgeprägte offene Kulturlandschaft (vgl. Abschn. 4.2.6).

In der betrachteten Offenlandschaft mit konventionellen Donaumasten wurden vergleichende Untersuchungen mit allen drei innovativen Mastsystemen durchgeführt. Die Ergebnisse der Landschaftsbildanalysen sowie Visualisierungen verdeutlichen, dass sich durch den Einsatz von innovativen Mastsystemen eine Verringerung der flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigung um fast 70 % erreichen lässt. Diese Reduzierung ist nach dem Waldstandort die zweithöchste von allen untersuchten Landschaftstypen. Trotz der geringeren Sichtverschattung (< 8 %, fast ausschließlich durch Siedlungsstrukturen) gegenüber dem Waldstandort ist die visuelle flächenbezogene Beeinträchtigung deutlich geringer. Die verringerten Flächenbeeinträchtigungen resultieren hauptsächlich aus der geringeren Wirkzonenausdehnung der innovativen Masten und weniger aus Sichtverschattungen durch hohe Strukturen. Die mit drei innovativen Masten gegenüber den konventionellen Masten erreichbare Reduzierung der visuellen Flächenbeeinträchtigung beträgt so insgesamt bis zu über 2.100 ha. Dies sind bezogen auf die absolute Fläche (in ha) die größten Flächeneinsparungen in allen untersuchten Landschaftstypen.

In dieser schwach strukturierten und durch eine geringe Reliefenergie gekennzeichneten Offenlandschaft erzielen alle drei innovativen Mastsysteme gegenüber den konventionellen Donaumasten deutliche Verringerungen der Landschaftsbildbeeinträchtigung. Die geringste flächenbezogene visuelle Beeinträchtigung lässt sich durch den Einsatz des Einebenenmastes erreichen, da dieser in zunehmender Entfernung am ehesten visuell in der Landschaft verschwindet. Wie in Abschn. 4.3.1 (Landschaftstyp 2.1) beschrieben führt die Traversenbreite dieses Masttyps in der Nahzone zu einer Erhöhung der visuellen Wirkung. Diese Wirkung verliert sich allerdings mit zunehmendem räumlichem Abstand zum Betrachter in der Mittel- und Fernzone. Der Vergleich der drei innovativen Masttypen zeigt auf, dass die flächenbezogene visuelle Beeinflussung beim Einebenenmast am geringsten in diesem Landschaftstyp ist, so dass dieser Masttyp bevorzugt innerhalb von strukturarmen, ebenen Landschaften Verwendung finden könnte.

Eine Übertragbarkeit der im Hinblick auf eine Verringerung der Landschaftsbildbeeinträchtigung durch innovative Masten in dieser wenig strukturierten und durch eine geringe Reliefenergie gekennzeichneten Landschaft erzielten Ergebnisse ist auch auf die unter Abschn. 4.3.1 (Landschaftstyp 1.1) behandelten Küstenlandschaften sowie auf die ackergeprägten offenen Kulturlandschaften (Landschaftstyp 4.2) gegeben. Die Erkenntnisse hinsichtlich des sehr positiven Effektes einer aufgelockerten Sichtverschattung in einer vielfältigen und hoch

strukturierten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 1.1) treffen auch für diesen Landschaftstyp zu.

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 4.2 - ackergeprägte offene Kulturlandschaft

Strukturarmut und nur geringe topografische Unterschiede kennzeichnen den ausgewählten Betrachtungsraum im Landschaftstyp 4.2. In diesem erfolgt acker- und grünlanddominierten Nutzung des Bodens. Das Landschaftsbild der östlichen Bereiche wird in einem hohen Grad von Siedlungsstrukturen geprägt. Sowohl hinsichtlich der naturräumlichen Gegebenheiten als auch deren anthropogener Überprägung ist das ausgewählte Untersuchungsgebiet daher repräsentativ für eine ackergeprägte offene Kulturlandschaft (vgl. Abschn. 4.2.7).

Ein Vergleich der erzielten Ergebnisse der Landschaftsbildanalysen und Visualisierungen bietet sich mit den Ergebnissen des Landschaftstypen 1.1 an, dessen Betrachtungsraum sich nördlich anschließt. Die Unterschiede der flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigung der Analyse beruhen darauf, dass hier der innovative Einebenenmast geprüft wurde, während im Landschaftstyp 1.1. der Y-Mast stellvertretend herangezogen wurde. Die Untersuchungen in diesem Landschaftstyp zeigen, dass sich durch den Einsatz innovativer Masten im Vergleich mit konventionellen Donaumasten in einer offenen, schwach strukturierten Landschaft mit geringen Reliefunterschieden und einer hohen Sichtverschattung (drei größere zusammenhängende Siedlungsbereiche im östlichen Bereich des Betrachtungsraumes) die flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigungen um bis zu zwei Drittel (knapp 2.000 ha in dem Untersuchungsgebiet) verringern lassen.

Die Ergebnisse dürften auf andere offene, strukturarme Kulturlandschaften übertragbar sein (Landschaftstypen 1.1 sowie 4.1).

Schlussfolgerungen für den Landschaftstyp 6 - hohe Dichte an Siedlungen und Infrastruktur

Der untersuchte Betrachtungsraum weist aufgrund zusammenhängender Siedlungsräume und Infrastruktur eine sehr hohe Flächenverdichtung auf. Der hohe Grad an anthropogener Überprägung dieses Gebietes als auch der gewählte Ausschnitt der Landschaftsbildaufnahme erscheinen repräsentativ für den Landschaftstyp 6 und dessen hohen Versiegelungsgrad (vgl. Abschn. 4.2.8).

In diesem hochverdichteten Landschaftstyp erfolgen Untersuchungen aller drei innovativer Mastsysteme im Vergleich zu einer konventionellen Donaumast-Freileitung. Innerhalb des Betrachtungsraumes sind mehr als zwei Drittel der Trassenführung sichtverschattet, was zum überwiegenden Teil auf großflächige Siedlungs- und Gewerbegebiete zurückzuführen ist. Aus den Landschaftsbildanalysen und Visualisierungen wird ersichtlich, dass mit innovativen Mastsystemen eine Verringerung der flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigung um über 70 % erreicht werden kann. Im Vergleich der drei innovativen Mastsysteme untereinander ist die Beeinträchtigung durch den Einebenenmasten am geringsten. So lassen sich im vorliegenden Beispiel gegenüber den konventionellen Donaumasten über alle drei Wirkzonen gerechnet bis zu 1.600 ha sichtbeeinträchtigter Fläche einsparen.

Ähnlich wie im Waldlandschaftstyp resultieren die gegenüber den konventionellen Donaumasten hohen Einsparpotentiale aus einer verringerten Fernsicht. Die visuellen Wirkzonen des Einebenenmastes haben aufgrund seiner niedrigen Masthöhe zwar die geringste Aus-

dehnung, aufgrund seiner einzelnen, langgestreckten Traverse übt er jedoch in der Nahzone eine vergleichsweise hohe räumliche Dominanz aus. Dies könnte im Beispiel eines stark verdichteten Raums mit einer hohen Siedlungsdichte (direkt betroffene Anwohner) und einem hohem Erholungswert (z.B. Kleingartenanlagen, Badestellen eines angrenzenden Sees) als ein großes visuelles Hindernis wahrgenommen werden. Der Y-Mast wirkt im direkten Vergleich mit den Einebenenmasten aufgrund seiner deutlich schlankeren Form graziler. Darüber hinaus erlauben die Y-Masten eine schmalere Trasse und die zerschneidende Wirkung innerhalb von Gehölzbereichen wird reduziert.

In den charakteristischer Weise durch hohe Flächenkonkurrenz geprägten Siedlungsbereichen dürfte unabhängig der o.g. flächenbezogenen visuellen Beeinträchtigungen das Argument der Flächeneinsparung schmalere Trassen gegenüber konventioneller Leitungen für innovative Mastsysteme sprechen. Zukünftig ist für das innovative Leitungssystem noch ein Gittermast zu entwickeln, um einen transparenteren Masten als den Vollwandmasten zur Verfügung zu haben. Innerhalb von Gewerbegebieten, könnte allerdings aufgrund der räumlichen Gegebenheiten und stark anthropogenen Überprägung der Vollwandmast den präferierten Masttypen darstellen.

4.3.2 Zusammenfassende Schlussfolgerungen für den Vergleich der drei untersuchten innovativen 380 kV-Mastsysteme mit konventionellen Masten

Die durchgeführten Landschaftsbildanalysen einschließlich der Visualisierungen in den ausgewählten, unterschiedlichen Landschaftstypen ergeben in Summe einen repräsentativen Eindruck zur visuellen Wirkung der innovativen Mastsysteme in der Landschaft. Die visuellen Wirkfaktoren der drei untersuchten innovativen 380 kV-Mastsysteme unterscheiden sich von den konventionellen Mastsystemen insbesondere durch:

- die straff gespannten Leiterseile,
- die auf den straff gespannten Seilen beruhenden schmalere Trassenbreiten, gegenüber konventionellen Leitungs-/ Mastsystemen,
- die höhere Anzahl und die höhere Sichtbarkeit der Tragbündelabstandshalter, gegenüber konventionellen Leitungs-/ Mastsystemen,
- die geringere Höhe der innovativen Mastkonstruktionen sowie
- die optimierte Integration der Erdseile, bzw. deren kompaktere Führung an den Leitungseilen.

Da die Konstruktion des innovativen Mastes sowohl als Vollwand- als auch als Gitternetzkonstruktion möglich ist, gehört dieses Merkmal nicht zu den strukturell unterschiedlichen visuellen Wirkfaktoren. Allein in dieser Studie wurden innovative Masten ausschließlich als Vollwandmasten visualisiert.

Bedingt durch niedrigere Konstruktionen werden alle innovativen Masttypen in deutlich geringerer Entfernung nicht mehr visuell wahrgenommen (kürzere Sichtweiten) als die konventionellen Einebenen-, Donau- und Tonnenmasten. Die Ergebnisse der Landschaftsbildanalysen bestätigen dies in den quantitativen Vergleichen der visuell beeinträchtigten Fläche. Die qualitativen Ergebnisse der Visualisierungen zeigen ebenfalls deutlich überwiegend eine geringere Sicht- und Raumdominanz der innovativen gegenüber den konventionellen Mastsystemen. Hierbei ist nach Wirkzonen zu unterscheiden: In der Nahzone fällt trotz deutlich

niedrigerer Masthöhen noch eine gewisse Massivität der innovativen Mastsysteme ins Auge, die u.a. aus der gebündelten Leitungsführung sowie den im 20 m-Abstand gestaffelten Tragbündelabstandshaltern resultiert. Zu einem gewissen Anteil resultiert der Eindruck der Massivität auch aus den in dieser Studie ausschließlich visualisierten Vollwandmasten. Die Visualisierung mit Gittermasten war aufgrund noch fehlender, technischer Abmessungen innerhalb der Projektlaufzeit nicht möglich. Andererseits ist anzunehmen, dass auch die hier nicht geprüften innovativen Gittermasten aufgrund der aufzunehmenden Zugspannungen eine massivere Erscheinung als die konventionellen Masten aufweisen. Die visuellen Auffälligkeiten der Leitungsbündelung und Abstandshalter verlieren sich in der Mittelzone mit zunehmender Distanz deutlich. In der Mittelzone wirken insbesondere die straff gespannten Leiterseile im direkten Vergleich mit den konventionellen Seildurchhängen sehr viel weniger raumdominant. In Fernzone lassen sich sowohl die innovativen als auch die konventionellen Masten nur noch schemenhaft und ohne unterscheidbare Leiter- und Erdseile erkennen. Dabei verschmelzen die kürzeren innovativen Masten allerdings deutlich schneller mit dem Hintergrund als die konventionellen. Spätestens ab der Mittelzone kann folglich unter qualitativen und quantitativen Gesichtspunkten von einer uneingeschränkt positiven Wirkung der innovativen Mastsysteme auf das Landschaftsbild geschlossen werden.

Einebenenmasten

Zwischen den einzelnen innovativen Mastsystemen bestehen die Hauptunterscheidungsmerkmale in der Anzahl der Traversen, der damit einhergehenden Masthöhe und -breite sowie der Integration der zwei Erdseile in das jeweilige Mastsystem. Der Einebenenmast weist mit einer Höhe von 27,6 m die geringste Höhe aller drei untersuchten innovativen Mastsysteme auf. Unter visuellen Gesichtspunkten kommt die dadurch verringerte vertikale Raumdominanz insbesondere ab der Mittelzone zum Tragen, wo die geringe Masthöhe sowohl in strukturierten Lebensräumen (Gehölze, Gebäude) als auch in weiträumigen offenen Landschaften eine optische Annäherung mit den verschiedentlich ähnlich hohen Elementen der Umgebung bewirkt. In der Nahzone hingegen wirkt der Einebenenmast aufgrund des 38 m breiten Querträgers visuell sehr dominant. Die Erdseile sind in den Querträger integriert und befinden sich etwa 5 m oberhalb der straff gespannten Leiterseile.

Y-Masten

Aufgrund der geringen Breite von 26,1 m ermöglichen die Y-Masten die schmalste Trasse aller untersuchten innovativen Mastsysteme. Besonders auffällig ist dies in der Nahzone und bei Waldschneisen. Mit zunehmender Entfernung verringern sich solche Unterschiede zwischen den verschiedenen innovativen Mastsystemen jedoch. Mit einer Gesamtmasthöhe von 32,0 m bewegt sich der Umfang der visuell beeinträchtigten Fläche zwischen der des Einebenen- und der des Sternkettenmastes. Bei den durchgeführten Visualisierungen fügen sich Y-Masten gut in die im Hintergrund der Landschaftsbildaufnahmen sichtbaren Vegetationsstrukturen ein. Mit ihrer geringeren Höhe und der niedrigeren Leitungsführung wirken Y-Masten trotz der für den Betrachter ungewohnten Form weniger auffällig als die konventionellen Mastsysteme. Im Gegensatz zu den anderen innovativen Masten sind die Erdseile beim Y-Mast direkt am Ende der Traversen, als eine vierte horizontale Ebene angeordnet, was die Konstruktion visuell kompakt wirken lässt. Der vertikale Abstand der Erdseile zum nächstgelegenen Leiterseil beträgt ca. 5 m.

Sternkettenmasten

Die höchste visuelle Wirkung und flächenbezogene visuelle Beeinträchtigung aller drei untersuchten Mastsysteme geht von den Sternkettenmasten aus. Durch seine Gesamthöhe von 36,1 m, welche die Einebenenmasten und Y-Masten um über 8 m bzw. 4 m übersteigt, die zweithöchste Breite (31,4 m) und die Mehrebenenanordnung der Leiterseile besteht durch die Sternkettenmasten die höchste Sicht- und Raumdominanz der untersuchten innovativen Systemen. Wie auch schon zuvor beschrieben, ist die visuelle Wirkung in der Nahzone am höchsten und verringert sich mit zunehmender Entfernung vom Betrachter. In offenen, weiträumigen Landschaftstypen sind in der Fernzone visuell kaum noch Unterschiede zwischen den einzelnen innovativen Mastsystemen auszumachen. Die Erdseile sind baugleich zum Einebenenmast in den Querträger integriert und befinden sich etwa 5 m oberhalb der straff gespannten Leiterseile. Die visuelle Wirkung ist hier insgesamt durch die zusätzliche horizontale Ebene im direkten Vergleich erhöht.

4.3.3 Zusammenfassende Schlussfolgerungen für den Vergleich innovativer Mastsysteme mit konventionellen 110 kV-Leitungen

Ergänzend zu konventionellen 380 kV-Trassen dienten auch zwei konventionelle 110 kV-Trassen als Vergleichsleitungen für die untersuchten innovativen Mastsysteme. Anlass für diesen unsymmetrischen Vergleich eines 380 kV-Systems mit einem 110 kV-System war die Annahme, dass innovative 380 kV-Systeme aufgrund ihrer schmalen Schutzstreifenbreiten unter gewissen Bedingungen auch in 110 kV-Trassen errichtet werden könnten. Im direkten Vergleich zeigte sich, dass die wenige Meter höheren innovativen Mastkonstruktionen (Einebenen- sowie Sternkettenmasten) gegenüber den konventionellen Einebenen- sowie Donaumasten nicht nur über weitere Distanzen sichtbar sind und damit eine größere Fläche visuell beeinträchtigen, sondern darüber hinaus auch aufgrund ihrer massiven Konstruktion visuell auffälliger erscheinen. Insbesondere die hier visualisierten innovativen Vollwandmasten (Durchmesser: 2 m) wirken gegenüber den grazileren Gitternetzmasten (Kantenlänge: ca. 2 m) deutlich robuster. Des Weiteren fällt die höhere Anzahl an 380 kV-Leiterseilen ins Auge, die durch eine hohe Anzahl an Tragbündelabstandshalter voneinander getrennt werden.

Es ist im Einzelfall zu klären, inwieweit bei einer Inanspruchnahme von 110 kV-Trassen für eine 380 kV Leitung Erleichterungen bei der Umweltprüfung im Zulassungsverfahren zu erwarten wären. Einzeln betrachtet ist ein Wechsel von einer 110 kV-Leitung zu einer innovativen 380 kV-Leitung ein visuell erheblicher Eingriff. Gleichwohl ist im Vergleich mit 110 kV-Bestandstrassen zu berücksichtigen, dass mit der höheren landschaftlichen Belastung ohne eine Neuinanspruchnahme unbeeinträchtigter Landschaftsräume eine fast vierfache Erhöhung der Übertragungsleistung einherginge. Die Alternative einer konventionellen 380 kV-Leitung wäre ungleich beeinträchtigender.

4.4 Planungsempfehlungen

Die hier untersuchten innovativen Mastkonzepte sind in der Lage, die visuellen Beeinträchtigungen durch 380 kV-Freileitungen zu reduzieren. Aus Landschaftsbildsicht ist ihr Einsatz zu empfehlen. Zwar wird das Erscheinungsbild vieler Landschaften in Deutschland von herkömmlichen Freileitungen mit ihren Gitternetzmasten und dem starken Seildurchhang seit etlichen Jahrzehnten geprägt. Ein deutlich vom gewohnten Bild der Strommasten abweichendes Design der Mast- und Seilkonstruktionen wird daher zunächst auf den Betrachter

ungewohnt, eventuell sogar befremdlich wirken. Sehr zügig aber werden in der Wahrnehmung des Landschaftsbildes die Vorteile der innovativen Mastsysteme überwiegen, die nach den vorliegenden Untersuchungen vor allem auf ihrer geringeren Höhe und damit einer deutlich reduzierten visuellen Beeinträchtigung in der Mittel- und Fernzone sowie auf ihrer geringeren Schutzstreifenbreite beruhen. Eine erhöhte Aufmerksamkeit mögen diese technisch neuen Systeme der innovativen Freileitungstrassen vielleicht in den ersten Monaten erhalten, danach wird sich in der visuellen Wahrnehmung auch dieser Trassen das Gewohnheitsprinzip durchsetzen.

Der Einsatz visuell bekannter Mastformen könnte bei einer Einführung von innovativen Mastsystemen die Akzeptanz erhöhen. Dies spricht primär für den Einsatz von Einebenenmasten, da diese Form nicht nur die geringste Höhe aufweist, sondern dem Betrachter auch am vertrautesten ist und in dieser Hinsicht das geringste Konfliktpotential bietet. Auch dem Sternkettenmast kommen aufgrund seiner Konstruktion hohe visuelle Übereinstimmungen mit konventionellen Donau- und Tonnenmasten zu, womit beim vorzugsweisen Einsatz gewohnter Mastformen auch dieser Masttyp in Frage kommt.

Die Y-Form des Mastes wirkt insgesamt am ungewohntesten, gleichzeitig beansprucht er aber die geringste Schutzstreifenbreite. Dies könnte beispielsweise in stark verdichteten, städtischen Räumen (Landschaftstyp 6) Vorteile bieten. In bereits stark überprägten Räumen ist von einer höheren Akzeptanz für technische Neuerungen auszugehen, insbesondere wenn diese sich optisch gut in das vorhandene Landschaftsbild, z.B. das Zusammenspiel von Infrastruktur und industriellen Anlagen, einfügen. Eine angepasste Farbgestaltung könnte die Effekte unterstützen. Es wird daher insbesondere für diese Standorte empfohlen, die Farbgestaltung der Masten mit in die Überlegungen einzubeziehen.

Offene Kulturlandschaften sind hinsichtlich einer visuellen Beeinträchtigung durch Freileitungen unabhängig von der Konstruktionsart (konventionell, innovativ, Gitternetzmast, Vollwandmast) besonders verletzlich. Aufgrund einer Strukturarmut in diesen Landschaften wirken vertikale Elemente in Abhängigkeit von deren Höhe intensiv auf den Betrachter. Durch den Einsatz innovativer, weniger weit sichtbarer Systeme lassen sich die visuellen Beeinträchtigungen reduzieren. Bei geringer Reliefenergie bietet sich hierzu insbesondere der Einsatz des innovativen Einebenenmastes an, dessen besonders niedrige Leitungsführung sich am besten in die offene Landschaft einfügt. Für offene Landschaftstypen wie das Marschland (Landschaftstyp 1.1.), grünland- (Landschaftstyp 4.1.) und ackergeprägte offene Kulturlandschaften (Landschaftstyp 4.2) sind den Untersuchungen nach deshalb insbesondere Einebenenmasten empfehlenswert.

In den untersuchten Bereichen einer intensive Ertragskulturlandschaft (Landschaftstyp 3.12) kann aufgrund der starken Überformung und der damit einhergehenden geringeren visuellen Verletzlichkeit der einzelnen Landschaftsbildeinheit ein vergleichsweise hoher innovativer Masttyp, der die Leitungen auf mehreren Ebenen führt, wie der in der Visualisierung verwendete Sternkettenmast, empfehlenswert sein. Der Sternkettenmast ähnelt in seinem Erscheinungsbild den konventionellen Donaumasten und passt sich visuell diesen anthropogen stark überprägten Bereich gut an. Für andere Gebiete mit einer größeren Strukturvielfalt wären Mastformen mit geringerer Höhe visuell empfehlenswerter.

In strukturreichen Kulturlandschaften (Landschaftstypen 3.6 und 3.7) eignen sich unseren Untersuchungen zufolge je nach Einzelfall niedrige Mastkonstruktionen wie Einebenenmas-

ten oder auch Y-Masten, da vielfältige Landschaftsbestandteile in diesen Landschaftstypen für visuelle Auflockerungen und Sichtverschattungen sorgen. Einebenenmasten erfahren aufgrund ihrer niedrigen Höhe am ehesten eine Sichtverschattung durch Baum- und Heckenstrukturen. Gleichwohl sind Einebenenmasten aufgrund ihrer breiteren Traverse und ihres breiteren Schutzstreifens in der Nahzone aber auch auffälliger als Y-Masten, welche mit ihrer schmalen Konstruktion leichter mit horizontalen Landschaftselementen verschmelzen. Auch an Waldstandorten (Landschaftstyp 2.1) wird der Einsatz von Einebenen- oder Y-Masten empfohlen. Hinsichtlich der Schneisenbreite sind Y-Masten vorteilhaft, da sich die Breite des Eingriffs verringern lässt. Einebenenmasten dagegen passen sich eher an die Höhe der Baumkronen an, überragen diese weniger deutlich oder gar nicht und verringern auf diese Weise die Sichtbarkeit der Trasse.

Unabhängig von der gewählten Mastform könnte eine Bauweise als gewohnter Gitternetzmast - anstatt der hier zugrunde gelegten Vollwandmasten - die gewohnte Landschaftswahrnehmung unterstützen und auf diese Weise für eine Reduzierung visueller Beeinträchtigungen sorgen. Diese innovativen Gitternetzmasten würden eine etwas geringere Breite als die konventionellen Gitternetzmasten aufweisen und durch die Aufnahme einer hohen Zugspannung eine massivere Erscheinung als konventionelle Masten aufweisen. Inwieweit sich hierbei tatsächlich Verbesserungen erzielen lassen, wird an anderer Stelle zu untersuchen sein. Es wird aber ohnehin empfohlen, auch die aus dieser Studie resultierenden Ergebnisse der Landschaftsbildanalysen an Realstandorten unter wissenschaftlicher Begleitung zu validieren.

Da innovative Mastformen in Deutschland bisher nicht eingeführt sind, wird erst der Praxistest zeigen, inwieweit sie in der Lage sein werden, die Akzeptanz von Freileitungen zu erhöhen. In jedem Fall werden wie bei anderen Planungsprozessen auch frühzeitig die betroffenen Stakeholder (Planungsbetroffene, Umweltverbände, etc.) in die Planung einzubinden sein. Die Vorteile der innovativen Mastsysteme gegenüber konventionellen Masten lässt sich besonders eindrucksvoll über Visualisierungen des beplanten Landschaftsraums darstellen. Um eine hohe Objektivität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, sollten die Visualisierungen aus mehreren Perspektiven erfolgen. Denn je nach Standort des Betrachters wird die visuelle Wahrnehmung durch Sichtverschattungen (Bäume/Wälder/Siedlungen) oder durch unterschiedliche Belichtungen (Helligkeit der Masten, Schattenwurf) beeinflusst.

Literaturverzeichnis

Landschaftsbild Bewertungsverfahren

- BFN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2016): Naturbewusstsein 2015 – Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Bonn. 103 S.
- BFN (Stand 14.03.2007): Landschaftstypen: Definition der Landschaftstypen. URL: <<https://www.bfn.de/0311_landschaftstypen.html>> (Abruf: 24.05.2016).
- BfN (2014): Landschaften in Deutschland. URL: <<<https://geodienste.bfn.de/landschaften?lang=de>>> (Abruf: 18.07.2016)
- BRAKELMANN, H. (2004): Netzverstärkungstrassen zur Übertragung von Windenergie: Freileitung oder Kabel?. Studie im Auftrag des Bundesverbandes WindEnergie e.V., Rheinberg. 132 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2014): Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. URL: <<http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Bundeswaldinventur3.pdf;jsessionid=C7D0C896EC13DC5E0A27AD4B8F345943.2_cid385?__blob=publicationFile>> (Abruf: 10.02.2016).
- FLECKENSTEIN, K., REISS, S. & SCHWOERER-BÖHNING, B. (1996): Methoden zur Bewertung von Eingriffen in das Landschaftsbild bei Freileitungen. In: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): Berichte der ANL 20. Laufen/Salzach: 305-315.
- GERBAULET, H. (1994): Belastung von Naturhaushalt und Landschaftsbild durch eine Hochspannungsleitung. Eingriff und Kompensation. In: Schriftenreihe des Westfälischen Amtes für Landes- und Baupflege, Beiträge zur Landespflege, Heft 7. 87 S. + Karten.
- HOFMANN, L. und B.R. OSWALD (2010): Vergleich Erdkabel - Freileitungen im 110-kV-Hochspannungsbereich, Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Bundeslandes Brandenburg. Hannover. 59 S.
- KÖHLER, B. & PREIß, A. (2000): Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes - Grundlagen und Methoden zur Bearbeitung des Schutzguts „Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft“ in der Planung. In: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.), Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 20. Jg., Heft 1. Hildesheim. 72 S.
- LEITL, G. (1997): Landschaftsbilderfassung und -bewertung in der Landschaftsplanung. Dargestellt am Beispiel des Landschaftsplans Breitung-Wernshausen. In: Natur und Landschaft 72 (6): 282-290.
- NLT - NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (Hrsg.) (2011): Hochspannungsleitungen und Naturschutz - Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung beim Bau von Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen und Erdkabeln. Hannover. 42 S.
- NOHL, W. (1993): Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe – Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. Kirchheim. 76 S.
- PAUL, H.-U., UTHER, D., NEUHOFF, M., WINKLER-HARTENSTEIN, K., SCHMIDTKUNZ, H. & GROßNICK, J. 2004: GIS-gestütztes Verfahren zur Bewertung visueller Eingriffe durch Hochspannungsfreileitungen – Herleitung von Kompensationsmaßnahmen für das Land-

schaftsbild. In: Naturschutz und Landschaftsplanung – Zeitschrift für Angewandte Ökologie, Jg. 36, Heft 5: 139-144.

ROTH, M. (2012). Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung. Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragungen. Berlin. 286 S.

STATISTA (2011): Akzeptanz von Freileitungen und Erdkabeln nach Einsatzgebieten in Deutschland. URL: <<<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/200542/umfrage/akzeptanz-von-freileitungen-und-erdkabeln-nach-einsatzgebieten-in-deutschland/>>> (Abruf: 14.07.2014).

STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2015): Zensus 2011: Gebäude- und Wohnungsbestand: Endgültige Ergebnisse. URL: <<http://www.statistikportal.de/Statistik-Portal/Zensus_2011_GWZ.pdf>> (Abruf: 10.02.2016).

STINGLWAGNER, G, K., F.; HASEDER, I., E.; ERLBECK, R. (2005): Das Kosmos Wald und Forst Lexikon. 2. Aufl., Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart. 1022 S.

WEIGEL, J. (2005): Möglichkeiten der Erstellung eines DGM aus SRTM-Daten unter vergleichender Einbeziehung der Landnutzungsklassifikationen CORINE und ATKIS. URL: <<<http://www.ecogis.de/srtm-aufbereitung.pdf>>> (Abruf:17.2.2016)).

WÖBSE, H.H. (2002): Landschaftsästhetik. Über das Wesen, die Bedeutung und den Umgang mit landschaftlicher Schönheit. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 304 S.

Landschaftsbild

ENGEHAUSEN, B. (2009): Vergleichende umweltfachliche Untersuchung der Auswirkungen von 380kV Hochspannungsfrei- und Erdleitungen auf das Landschaftsbild und der Einflussfaktoren auf den Kompensationsbedarf. Diplomarbeit am Inst. f. Umweltplanung der Leibniz Univ. Hannover.

FLECKENSTEIN, K., REISS, S. & SCHWOERER-BÖHNING, B. (1996): Methoden zur Bewertung von Eingriffen in das Landschaftsbild bei Freileitungen. In: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): Sonderdruck aus Berichte der ANL 20.: 305–315.

GAREIS-GRAHMANN, F.-J. (1993): Landschaftsbild und Umweltverträglichkeitsprüfung. Analyse, Prognose und Bewertung des Schutzgutes „Landschaft“ nach dem UVPG. In: Beiträge zur Umweltgestaltung A 132. Erich Schmidt Verlag, Berlin. 270 S.

GERBAULET, H. (1994): Belastung von Naturhaushalt und Landschaftsbild durch eine Hochspannungsleitung. Eingriff und Kompensation. In: Schriftenreihe des Westfälischen Amtes für Landes- und Baupflege, Beiträge zur Landespflege, Heft 7. 87 S. + Karten.

JESSEL, B. (1998): Das Landschaftsbild erfassen und darstellen. Vorschläge für ein pragmatisches Vorgehen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Jg. 30, Heft 11: 356–361.

JESSEL, B., FISCHER-HÜFTLE, P., JENNY, D. & ZSCHALICH, A. (2003): Erarbeitung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes — Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 89982130 des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn. 304 S.

KLÖPPEL, D. & KRAUSE, C.L. (1996): Windkraftparks in der Erholungslandschaft: Standortprobleme unter dem Aspekt von Landschaftsbild und Erholungsqualität. Academia Verlag, St. Augustin. 201 S.

- KÖHLER, B. & PREIß, A. (2000): Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes - Grundlagen und Methoden zur Bearbeitung des Schutzguts „Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft“ in der Planung. In: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.) Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 20. Jg., Heft 1: 3–60.
- KRAUSE, C. (2000): Naturschutzfachlich begründete Abstandsempfehlungen zu Bereichen mit schutzwürdigem Landschaftsbild. In: WINKELBRANDT et al.: Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Landwirtschaftsverlag, Münster. 55 S.
- KRAUSE, C. & KLÖPPEL, D. (1996): Landschaftsbild in der Eingriffsregelung - Hinweise zur Berücksichtigung von Landschaftsbildelementen - Ergebnisse aus den F + E-Vorhaben 808 01 139 des Bundesamtes für Naturschutz. Angewandte Landschaftsökologie Heft 8. Bonn-Bad Godesberg. 180 S.
- MILJÖMINISTERIET (2010): Improvement of the visual impact of the 400 kV grid. Studie in Kooperation mit Energinet. DK.
- NLT - NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (Hrsg.) (2011): Hochspannungsleitungen und Naturschutz - Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung beim Bau von Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen und Erdkabeln. Hannover. 42 S.
- NNA (Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Hrsg.) (1997): Natur- und Landschaftserleben – Methodische Ansätze zur Inwertsetzung und Zielformulierung in der Landschaftsplanung. Mitteilungen aus der NNA, 8. Jg. Heft 1. 90 S.
- NOHL, W. (1993): Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe – Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. Kirchheim. 76 S.
- ROTH, M. & GRUEHN, D. (2010): Modellierung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft. Kriterien zur Bestimmung von Landschaftsbildqualitäten für große Räume. In: Natur und Landschaft 42 (4): 115-120.
- RUNGE K. & NOMMEL, J. (2006): Methodik der Landschaftsbildanalyse bei der Umweltverträglichkeitsprüfung von Offshore-Windenergieparks. In: STORM, P.-C. & BUNGE, T. (Hrsg.): Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung, Erich Schmidt Verlag. Berlin. 18 S.
- WEIGEL, J. (2007): Kompensationsflächenberechnung für Freileitungen. Hannover. 7 S.
- WEIGEL, J. & FALKENHAGEN, J. (2005): Software simuliert Wirkung auf das Landschaftsbild – Ex-Ante-Sichtbarkeitsanalyse für Großräume am Beispiel einer Freileitungstrasse durch Niedersachsen. In: Erneuerbare Energien, Jg. 15, Heft 8: 28-31.
- ZEWE, R. (1996): Einfluß von Freileitungen auf das Landschaftsbild – Neue und verbesserte Verfahren zur Beurteilung der Sichtbarkeit. Dissertation. Saarbrücken. 179 S.
- ZEWE, R. & GROß, M. (1997): Sichtbarkeit von Freileitungen. Sonderheft der ELEKTRIE anlässlich des 60. Geburtstags von Prof. Dr.-Ing. H.-J. Koglin. Zürich. 9 S.

5 Auswirkungen innovativer Mastsysteme auf die Avifauna

5.1 Ausgangspunkt und Methode

Auf Grundlage einer umfangreichen Literaturrecherche soll in diesem Abschnitt versucht werden, die maßgeblichen Wirkungen der neu entwickelten 380 kV-Freileitungssysteme und Masttypen auf die Avifauna zu identifizieren und zu bewerten. Aufgrund fehlender Feldstudien an innovativen Freileitungssystemen werden dazu Ergebnisse von Studien an konventionellen Freileitungen auf die neuen Mastsysteme übertragen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Bewertung folgender veränderter Mast- und Leitungskonfigurationen der innovativen Freileitungen:

- Reduzierte Masthöhen und Trassenbreiten,
- Verringerter Seildurchhang durch Stabilisierungsseile (Tragseile),
- Bündelung der Leiter- und Erdseile,
- Geringere Abstände zwischen den Leiterseilen.

Abhängig von der Flughöhe, Manövrierfähigkeit und Wahrnehmungsfähigkeit können sich bei veränderten Mastsystemen für einzelne Artengruppen und Arten unterschiedliche Wirkungen ergeben. Die folgenden, nach Brut- und Gastvögeln sowie Vogelzug untergliederten Ausführungen versuchen diese Unterschiede aufzuzeigen.

Gemäß §§ 44, 45 BNatSchG fallen alle europäischen Vogelarten (Avifauna) unter das Schutzregime des speziellen Artenschutzes. Jegliche Beeinträchtigung der geschützten Arten und ihrer Lebensräume - insbesondere bezogen auf die Avifauna, die an Freileitungen das höchste Konfliktpotential mitbringt - sind während des Baus und Betriebs zu vermeiden. Ausgenommen von Lärmemissionen und Scheuchwirkungen in der Bauphase, sind die maßgeblichen Beeinträchtigungen der Avifauna durch Freileitungen in der Betriebsphase zu erwarten. Die weiteren Ausführungen beziehen sich daher im Wesentlichen auf die Anlagengestaltung und den Betrieb von Freileitungen und die davon ausgehenden möglichen Auswirkungen auf die Avifauna.

In einer Vielzahl von Studien wurden die Auswirkungen von Freileitungen auf die Avifauna untersucht und beschrieben (BALLASUS & SOSSINKA 1997; BERNSHAUSEN et al. 1997; BfN 2009; HAAS et al. 2003; HAAS & SCHÜRENBERG 2008; HÖLZINGER 1987; HÜPPOP 2004; RICHARZ 2001; SOSSINKA 2000). Dabei wurden vor allem folgende Gefährdungsfaktoren für die Avifauna beschrieben:

- Stromschlag (Elektrokution): Mortalität durch Stromschlag infolge von Kurzschluss oder Erdschluss,
- Vogelschlag: Mortalität durch Leitungs- oder Mastenanflug,
- Entwertung und Gefährdung von Habitaten: Zerschneidung von Brut-, Rast- und Nahrungshabitaten sowie Wanderkorridoren, Vergrämung von Vögeln.

Im Höchstspannungsbereich spielt das Gefährdungsrisiko durch Stromschlag aufgrund der größeren sicherheits- und betriebstechnisch bedingten Leitungsabstände kaum eine Rolle (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2015; HAAS et al. 2005). Die folgenden Ausführungen werden sich

daher vor allem auf den Vogelschlag sowie die Entwertung und Gefährdung von Habitaten beziehen.

5.1.1 Ausgangsvoraussetzungen für den Vogelschlag

Die durch Vogelschlag verursachte Mortalität wird als der primäre Gefährdungsfaktor auf der Höchstspannungsebene angesehen. Diese Gefährdung besteht unabhängig von den Leitungs- und Mastkonfigurationen (Masttyp, Masthöhe und Leitungssysteme) (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2015; HAAS et al. 2003, 2005; RICHARZ 2001; SCHUMACHER 2002). Alle flugfähigen Vögel sind bei Leitungs- oder Mastenanflug unabhängig von ihrer Größe als potentiell kollisionsgefährdet anzusehen. Es wird daher jeweils im Zulassungsverfahren zu prüfen sein, ob und inwieweit aufgrund von innovativen Freileitungen ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko für bestimmte Vogelarten besteht.

Ein potentielles Kollisionsrisiko entsteht für Vögel insbesondere dort, wo Entfernungen zu unnatürlichen horizontalen Strukturen nicht abgeschätzt werden können (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2015; HAAS et al. 2003, 2005; RICHARZ 2001; SCHUMACHER 2002). Meist ereignen sich Kollisionen an der obersten Komponente der Freileitungen – den einzeln hängenden und besonders dünnen Erd- oder Blitzschutzseilen (HAAS et al. 2003; HOERSCHELMANN et al. 1988). Die Masten von Freileitungen sind tagsüber - unter normalen Sichtbedingungen - für Vögel gut erkennbar und bergen allenfalls eine geringe Kollisionsgefahr (KAHLERT et al. 2005). Nachts oder bei schlechter Sicht (bspw. bei Nebel) besteht an Leiter- und Erdseilen sowie den Masten ein erhöhtes Kollisionsrisiko (BERNSHAUSEN et al. 1997; HÖLZINGER 1987; KAHLERT et al. 2005). Beim Versuch die relativ gut erkennbaren Leiterseile zu überfliegen kollidieren die Vögel meist mit dem schlecht sichtbaren Erdseil (BEVANGER & BRØSETH 2004; HAAS et al. 2003; RICHARZ 2001; SOSSINKA 2000). Die optische Wahrnehmung der Konstruktion durch die Vögel, ihre Hindernisbeherrschung im Luftraum und das artspezifische bzw. saisonale Verhalten beeinflussen daher maßgeblich das Kollisionsrisiko (HOERSCHELMANN et al. 1988). Darüber hinaus ist das Kollisionsrisiko v.a. von den technischen Parametern der Leitungssysteme, wie der Lage der Erdseile, der Höhe der Leitungsführung und dem Phasenabstand, abhängig.

Von Kollisionen an Hoch- und Höchstspannungsleitungen sind vor allem Vögel betroffen, die aufgrund ihrer Morphologie in ihrer Reaktion eingeschränkt sind (hohes Gewicht und im Verhältnis zur Größe kurze Flügel). Sie sind konstitutionell wenig wendig und neigen daher oftmals dazu, erst in einer kritischen Nähe zu reagieren (BEVANGER 1998; JANSS 2000). Erschwerend kommt bei vielen Arten ein eingeschränktes Sehfeld aufgrund einer seitlichen Anordnung der Augen hinzu. Freileitungen werden in Flugrichtung durch das begrenzte binokulare Sehfeld nicht oder nur spät wahrgenommen und die Distanz zum Hindernis kann nur schlecht abgeschätzt werden (BERNSHAUSEN et al. 1997; BERNSHAUSEN & RICHARZ 2013; FERRER 2012; HAAS et al. 2003; JANSS & FERRER 1998; MARTIN 2010). Während das letztgenannte Merkmal auf die meisten Vogelarten – mit Ausnahme von Greifvögeln und Eulen – zutrifft, zählen zu den Arten mit geringer Wendigkeit und kritischer Nahreaktion vor allem größere Vögel. Ein erhöhtes Kollisionsrisiko besteht außerdem für Arten, die in Schwärmen oder nachts ziehen sowie für Jungvögel (BERNSHAUSEN et al. 1997; JANSS 2000). Das Kollisionsrisiko ist daher für einige Arten bzw. Artengruppen höher als für andere. Besonders in Durchzugs- und Rastgebieten, wie bspw. in Niederungen und an Leitstrukturen wie Fluss- und Bergtälern, kommt es vermehrt zu Kollisionen von Vögeln mit Freileitungen. Weitere bestimmende Faktoren sind Witterung, Habitatnutzung, Topografie, Störungen sowie Lei-

tungskonfigurationen (Traversenanzahl, Leiter- und Erdseilanordnung) und Trassenverlauf (KOOP 2002; VDE 2014).

5.1.2 Habitatentwertung

Die Habitatentwertung und -zerschneidung gilt außerdem als wichtiger Gefährdungsfaktor und hat Auswirkungen auf die Avifauna. Die Gefährdung durch Habitatentwertung und -zerschneidung stellt sich für Arten und Artengruppen sehr unterschiedlich dar. Eine Habitatentwertung kennzeichnet sich durch eine verminderte Raumnutzungsintensität sowie die Meidung des Nahbereichs von Höchstspannungstrassen (HÜPPOP 2004). Es wird jeweils im Zulassungsverfahren zu prüfen sein, ob und inwieweit aufgrund von innovativen Freileitungen ausgehende Beeinträchtigungen von artenschutzrechtlich zu schützenden Lebensräumen (Fortpflanzungs- oder Ruhestätten, d.h. Schlaf-, Mauser- und Rastplätze sowie z.B. Balzplätze, Paarungsgebiete, Neststandorte, Brutplätze oder -kolonien) der Avifauna zu erwarten sind.

5.2 Brutvögel

5.2.1 Vogelschlag

Brutvögel haben im Vergleich zu Gast- und Zugvögeln eine andere Raumnutzung und Aufenthaltsdauer. Einige Autoren gehen davon aus, dass sie sich durch die verhältnismäßig lange Dauer ihrer Anwesenheit an einem Ort ggf. an bestehende Strukturen und bauliche Veränderungen gewöhnen können (BERNSHAUSEN et al. 1997; BEVANGER & BRØSETH 2004; SELLIN 2010). Einige brütende Arten kollidieren folglich seltener mit Freileitungen als gebietsfremde rastende oder ziehende Vögel (HAAS et al. 2003; HOERSCHELMANN 1997; LLUR 2013; NABU 2013a). Allerdings kann die hohe Frequenz des Anflugs von Brutvögeln in einem mehrmonatigen Zeitraum das Kollisionsrisiko bei einigen Brutvogelarten deutlich erhöhen (HOERSCHELMANN 1997). Hinzu kommen die Risiken von Balzflügen, Revierkämpfen oder das hohe Risiko unerfahrener Jungvögel mit schlechtem Flugvermögen. Freileitungen in Bereichen von Flugkorridoren oder Anflugschneisen stellen, unabhängig von ihren Mast- und Leitungskonfigurationen, eine Gefahr für Vögel dar. Brutvögel, die großflächige offene Nahrungshabitate nutzen oder zwischen dem Brut- und Nahrungshabitat wechseln, sind einer erhöhten Gefahr durch den Leitungsanflug ausgesetzt. Dies trifft besonders auf Arten zu, die in einer kollisionsgefährdeten Höhe fliegen. Hierzu zählen Großvögel wie u.a. Weiß- und Schwarzstorch, Kranich, Löffler, Graureiher, Kormorane, Gänse, aber auch Mittel- und Gänseäger, Möwen, Seeschwalben, Greifvögel und Eulen. Greifvögel sind jedoch durch ihr gut ausgeprägtes räumliches Sehvermögen von Kollisionen mit Freileitungen weitaus seltener betroffen (BERNSHAUSEN et al. 1997; LANGGEMACH 1997). Daneben besteht außerdem für Wat- und Schnepfenvögel eine erhöhte Gefahr des Leitungsanflugs (BERNOTAT & DIERSCHKE 2015). Ebenso kann ein Fluchtverhalten durch das Aufschrecken der Brutvögel, trotz der gegenüber Gast- und Zugvögeln besseren Ortskenntnis, zu einer erhöhten Kollisionsgefahr beitragen. Ein allgemeines Kollisionsrisiko ist daher auch für die genannten Arten bei den innovativen Mastsystemen nicht auszuschließen.

Brutvogelarten mit einer kritischen Bestandssituation sind durch Kollisionen mit Höchstspannungsfreileitungen einem besonderen Risiko mit einer bestandsgefährdeten Wirkung ausgesetzt. Eine Abschätzung des Kollisionsrisikos ausgehend von Freileitungen bietet der vorhabentypspezifische Mortalitäts-Gefährdungs-Index (vMGI), der das artenspezifische Kollisionsrisiko angibt. Er wird aus populationsbiologischen Kriterien (Mortalität, Reproduktion, Po-

pulationsgröße und Populationsentwicklung) und naturschutzfachlichen Werten (Gefährdung nach der Roten Liste, Häufigkeit bzw. Seltenheit, Erhaltungszustand und nationale Verantwortlichkeit) gebildet. Zu den gefährdeten Limikolenarten gehören nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2015) u.a. Kiebitz, Flussuferläufer und Sandregenpfeifer. Bei Arten mit einer hohen oder sehr hohen Mortalitätsgefährdung (s. Tab. 30) durch Leitungsanflug müssen nur geringe bis mittlere konstellationsspezifische Risiken vorhanden sein, um insgesamt ein hohes Konfliktrisiko entstehen zu lassen. Bei Arten mit mittlerer Gefährdung (z.B. Graureiher, Silbermöwe oder Heringsmöwe) müssen mindestens hohe konstellationsspezifische Risiken auftreten, wovon nur bei Ansammlungen (z.B. Kolonien) dieser Arten, jedoch nicht bei Einzelbrutpaaren ausgegangen wird. Für durch den Leitungsanflug gefährdete Arten können daher veränderte Mast- und Leitungskonfigurationen zu einer Minderung des Kollisionsrisikos führen (s. Abschnitt 5.5) (BERNOTAT & DIERSCHKE 2015; NABU 2013b). Bei vielen Wiesenbrütern sind die lokalen Restpopulationen angesichts der gravierenden Bestandseinbrüche zusätzlich durch Freileitungen bedroht (ALTEMÜLLER & REICH 1997; BOSCHERT 2004; NLWKN 2009).

Tab. 30: Brutvogelarten, die nach dem vMGI einer sehr hohen bzw. hohen Gefährdung durch den Leitungsanflug mit Freileitungen ausgesetzt sind (nach BERNOTAT & DIERSCHKE 2015).

Artengruppe	Sehr hohe Gefährdung	Hohe Gefährdung
Trappen	Großtrappe	-
Störche, Kraniche	Kranich, Weiß- und Schwarzstorch	-
Reiherartige	Purpur- und Nachtreiher, Große Rohrdommel	Löffler, Zwergdommel
Wat- und Schnepfenvögel	Großer Brachvogel, Uferschnepfe, Kampf-, Alpenstrand- und Flussuferläufer, Triel, Goldregen-, Seeregen-, und Sandregenvfeifer, Steinwälzer, Kiebitz, Bekassine	Rotschenkel, Austernfischer, Waldschnepfe, Bruchwassertläufer
Hühnervögel	Auer- und Birkhuhn	Alpenschneehuhn
Schwäne	Singschwan	-
Gänse	-	Weißwangengans
Enten	Bergente	Pfeif-, Knäk-, Krick-, Löffel-, Tafel-, Moor- und Spießente
Taucher	Ohrentaucher	Rothalstaucher
Säger	-	Gänsesäger
Rallen	-	Zwergsumpf-, Tüpfelsumpf- und Kleines Sumpfhuhn, Wachtelkönig
Möwen	Zwergmöwe	Lach-, Mantel-, Steppen und Dreizehenmöwe
Seeschwalben	-	Raub-, Lach-, Fluss-, Trauer-, Zwerg- und Brandseeschwalbe
Greifvögel	Steinadler	Fisch-, See-, Schrei- und Schalladler
Sonstige	-	Basstölpel, Eissturmvogel

Vermehrte An- und Abflüge bei Wechseln zwischen den Brut- und Nahrungshabitaten erhöhen die Kollisionsgefahr der Brutvögel. Besonders an Brutkolonien und -plätzen von kollisionsgefährdeten Großvögeln, wie bspw. Reiher, Seeschwalben und von Möwen (mit Ausnahme der Schwarzkopfmöwe), entstehen Konflikte durch Freileitungen. Der Trassenverlauf an bzw. durch Brut- und Nahrungshabitate seltener/bedrohter Großvögel ist als kritisch zu betrachten. Daher sollte vom Trassenbau in besonders sensiblen Gebieten abgesehen werden. Unabhängig von den veränderten Leitungs- und Mastkonfigurationen kann das Kollisionsrisiko für Brutvögel nur nach Prüfung im Zulassungsverfahren abgeschätzt und eingestuft werden.

5.2.2 Habitatentwertung

Neben der Gefahr des Vogelschlags für Brutvögel besteht insbesondere für Arten des Offenlandes das Risiko der Habitatentwertung durch Freileitungen. Wiesenbrüter sind auf offene

und optisch weite Landschaften, u.a. zum Schutz vor Fressfeinden (Greif- und Rabenvögeln), angewiesen. Da Freileitungsmasten von diesen Prädatoren gerne als Ansitzwarten genutzt werden, können u. U. Vergrämungseffekte und Eingriffe in das Räuber-Beute-Verhältnis entstehen, sodass für bestandsgefährdete Bodenbrüter eine erhebliche Gefahr durch Freileitungen bestehen kann (ALTEMÜLLER & REICH 1997). Eine Habitatentwertung entsteht außerdem durch die Fragmentierung der Lebensräume, wie sie bspw. in Wäldern festzustellen ist.

5.2.3 Schlussfolgerungen in Bezug auf innovative Mastsysteme

Ausgehend von den genannten artengruppenspezifischen Eigenschaften können Brutvögel von den veränderten Mast- und Leitungskonfigurationen der innovativen Freileitungssysteme profitieren. Die niedrigere Leitungsführung aufgrund der deutlich geringeren Masthöhen kann abhängig von der artenspezifischen Flughöhe das Risiko eines Leitungsanflugs verringern. Besonders in Nähe von Gehölzen oder Wäldern kann durch die Sichtverschattung eine Angleichung der Flughöhe an die Vegetation erfolgen und sich somit die Kollisionsgefahr mindern.

Neben der geringen Masthöhe ist besonders durch die erhöhte Sichtbarkeit der Leiterseile der innovativen Mastsysteme eine Verringerung des Kollisionsrisikos bei Brutvögeln möglich. Die gebündelten Leiterseile und Tragbündelabstandshalter verstärken die visuelle Wahrnehmung der horizontalen Strukturen der Freileitungen. Durch die räumlich dichtere Anordnung des Erdseils zu den Leiterseilen und den verringerten Seildurchhang wird dieser Effekt weiter verstärkt. Besonders Brutvögel mit kritischen Nahreaktionen können dann den stromführenden und erdenden Komponenten ausweichen. Abhängig vom Landschaftstyp kann durch die erhöhte Sichtbarkeit bspw. in Waldschneisen das Kollisionsrisiko von u.a. Schwarzstörchen, die die Leiterseile konventioneller Leitungssysteme optisch nicht von der Umgebung unterscheiden können, gemindert werden (RYSILAVY & PUTZE 2000). Zusätzlich können die geringeren Abstände zwischen den Leiterseilen und die Anordnung der Leiterseile auf einer Ebene ein leichteres Überfliegen ermöglichen. Durch die geringere vertikale Hindernisfläche beim innovativen Einebenenmast kann sich so die Kollisionsgefahr für Brutvögel verringern. Allerdings bietet dieser, wie auch der innovative Sternkettenmast, Prädatoren Ansitzmöglichkeiten. In Gebieten von bestandsgefährdeten Wiesenbrütern ist – sofern räumlich nicht vermeidbar - insofern zu prüfen, ob aus avifaunistischer Sicht ggf. der Y-Mast zu empfehlen ist. Sein Mastdesign kann, im Vergleich zu den anderen innovativen Masten Prädatoren weniger Ansitzmöglichkeiten bieten.

5.3 Gastvögel

5.3.1 Vogelschlag

Verglichen mit Brutvögeln verfügen Gastvögel über geringere Ortskenntnisse, was ggf. das Kollisionsrisiko erhöht (BERNSHAUSEN et al. 1997; HOERSCHELMANN 1997). Abhängig von der Lage der Freileitungstrasse variiert bei Gastvögeln das Kollisionsrisiko. Freileitungen in Bereichen von Flugkorridoren oder Anflugschneisen stellen, unabhängig von ihren Mast- und Leitungskonfigurationen, eine Gefahr für Gastvögel und Brutvögel dar. Bei der Querung von Schlafgebieten und Nahrungsflächen sowie den dazwischen liegenden Flächen, müssen Gastvögel wie bspw. Kraniche, nordische Gänse oder Schwäne mindestens mehrmals täglich größere Distanzen zurücklegen und dabei die Leitungen überfliegen (MUGV 2003). Durch den häufigen Habitatwechsel kann das Kollisionsrisiko folglich höher sein als bei

Standvögeln (APLIC 2012; LBV 2016; LLUR 2013). Besonders Enten, Watvögel, Rallen und Möwen sind demnach von einem Leitungsanflug gefährdet (HOERSCHELMANN 1988; LLUR 2013). Für Arten, die nachts aktiv sind (u.a. Enten und Rallen), besteht eine zusätzliche Gefahr durch den Leitungsanflug. Ein Auszug der nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2015) gefährdeten Gastvögel ist der Tab. 31 zu entnehmen.

Tab. 31: Gastvogelarten, die nach dem vMGI einer sehr hohen bzw. hohen Gefährdung durch den Leitungsanflug mit Freileitungen ausgesetzt sind (nach BERNOTAT & DIERSCHKE 2015).

Artengruppe	Sehr hohe Gefährdung	Hohe Gefährdung
Störche, Kraniche	-	Schwarz- und Weißstorch (W/E), Kranich
Reiherartige	-	Löffler, Zwerg- und Große Rohrdommel, Nachtreiher
Wat- und Schnepfenvögel	Triel, Goldregenpfeifer (<i>apricaria</i>)	Kiebitz, Ufer- (<i>limosa/islandica</i>), Zwerg-, Doppel- und Pfuhlschnepfe (<i>lapponica</i>), Rotschenkel (<i>totanus/robusta</i>), Kampf-, Sumpf-, Meerstrand- und Alpenstrandläufer (<i>schinzii</i>), Mornellregen- und Seeregenpfeifer, Großer Brach- und Regenbrachvogel, Austernfischer
Schwäne	-	Zwerg- und Singschwan
Gänse	Zwerggans	Saat- (<i>fabalis</i>), Brand-, Ringel- (<i>hrota</i>) und Kurzschnabelgans
Enten	-	Moor-, Samt- und Bergente
Taucher	-	Stern-, Pracht- und Ohrentaucher
Rallen	-	Zwergsumpfhuhn
Möwen	-	Heringsmöwe (<i>fucus</i>)
Seeschwalben	-	Lach-, Raub- und Trauerseeschwalbe
Greifvögel	-	Schrei-, Stein- und Schlangennadler

An Rastplätzen, die von vielen Gastvögeln und Koloniebrütern genutzt werden, legen diese aufgrund des Fraßdrucks größere Distanzen zurück. Auch bei ungünstigen Licht- und Wetterverhältnissen kann es dann zu Flugbewegungen kommen (u.a. bei vollständiger Dunkelheit oder Nebel) (HAAS et al. 2003; MUGV 2003). Auch bei guten Sichtbedingungen können Störungen ein fluchtartiges und unkontrolliertes Verlassen von Rastplätzen bewirken und die Kollisionsgefahr erhöhen (KAHLERT et al. 2005). Besonders Arten mit einer schlechten Manövrierfähigkeit neigen dann beim Wechsel zwischen den Habitaten zu einer kritischen Nahreaktion mit Kollisionen als Folge. Zu den Gastvogelarten mit einem eingeschränkten Sichtfeld zählen u.a. Enten (z.B. Schnatter-, Krick-, Knäk-, Spieß- und Löffelente). Enten, aber auch Säger und Meerenten haben durch das geringe binokulare Sehfeld eine erschwerte Distanzwahrnehmung.

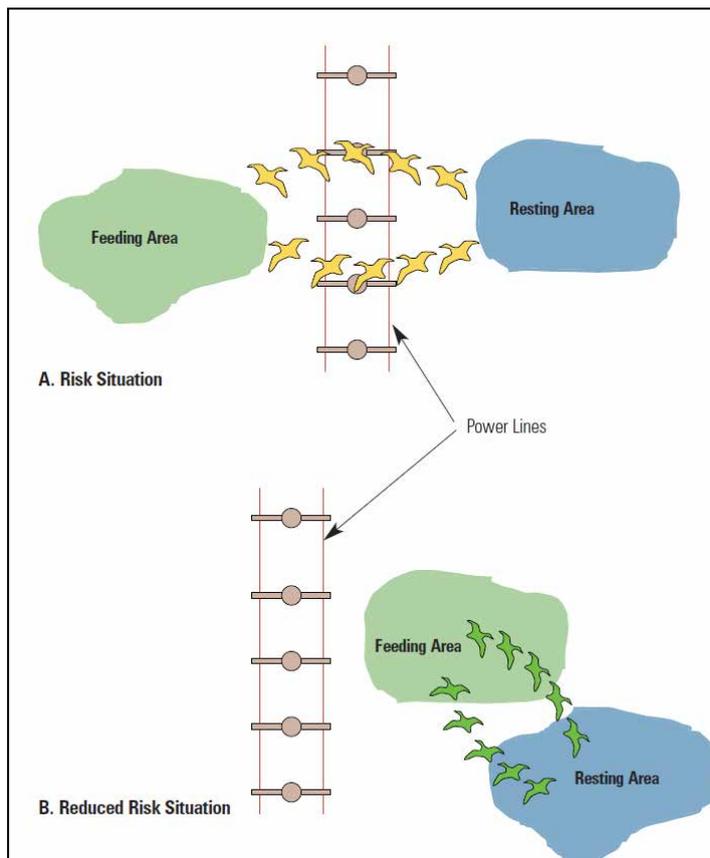


Abb. 47: Kollisionspotential durch Habitatfragmentierung (APLIC 2012).

Unabhängig von der Masthöhe und Leitungsführung beeinflusst die Lage der Trasse in der Landschaft das Kollisionsrisiko bei Gastvögeln. Ein besonders erhöhter Flächenkonflikt besteht für Rastflächen häufiger Vogelarten wie von bspw. Grau- und Blässgänsen. Das häufige und oft massenhafte An- und Abfliegen bedeutet eine erhebliche Gefahr. Diese besteht besonders in sensiblen, da hoch frequentierten Gebieten. In unmittelbarer Nähe von z.B. Natura 2000-Gebieten, Ramsar-Gebieten oder Flugkorridoren, die von kollisionsgefährdeten Arten genutzt werden, sollte vom Trassenbau abgesehen werden. Studien haben belegt, dass in diesen sensiblen Gebieten durch das erhöhte Kollisionsrisiko bei Freileitungen mit deutlich mehr Anflugopfern zu rechnen ist. So belegt die Studie von HEIJNIS (1980) aus den Niederlanden, dass auf Feuchtwiesen mit einem sehr hohen Gastvogelbestand viele Anflugopfer zu verzeichnen waren (HEIJNIS 1980). Und auch in Deutschland zeigen Untersuchungen, dass in Marschen und auf küstennahem Grünland ein erhöhtes Kollisionspotential durch Freileitungen besteht (HOERSCHELMANN et al. 1988; SELLIN 2000).

Trassenverläufe zwischen Futter- und Rastplätzen erhöhen bei Gastvögeln potentiell das Kollisionsrisiko. Besonders wenn die Distanz zwischen den Einzelhabitaten nur gering ist und die Vögel aufgrund der kurzen Strecke in kollisionskritischen Höhen fliegen, besteht die Gefahr des Leitungsanflugs (KIESSLING et al. 2003). Neben dem angepassten Trassenverlauf - einer Gebietsumgehung (s. Abb. 47) - sollten keine Freileitungssysteme über kürzere Distanzen umgesetzt werden, sondern ggf. Erdkabel zum Einsatz kommen (APLIC 2012). Dies gilt besonders für Abschnitte in konfliktbelasteten Gebieten (bspw. entlang von Küstenstreifen), die als Leitlinien und Rastgebiete für Land- und Wasservögel dienen. Auch in Fließge-

wässernähe und in unmittelbarer Umgebung von Nahrungs- und Rastflächen geht von Freileitungen ein erhöhtes Risiko aus. An Schlafgewässern von bspw. überwinternden Reiher- und Tafelenten, sowie Grau-, Bläss- und Saatgänsen besteht daher ein hohes Konfliktpotential. Entsprechend sind hierbei die Vorgaben nach VDE/FNN (2014) zu berücksichtigen und ggf. entsprechend Vogelschutzmarker zu verwenden (s. Abschnitt 5.6).

5.3.2 Habitatbewertung

Unabhängig von den Leitungs- und Mastkonfigurationen können Freileitungen bei Gastvögeln und in deren Rastgebieten zu unterschiedlichen Meideverhalten führen. Sie reagieren mit einer erhöhten Wachsamkeit, kürzeren Fraß- und geringeren Ruhephasen. Die Tendenz zur Nutzung freier Weideflächen ergaben die Beobachtungen aus den Studien von BALLASUS und SOSSINKA (1997) sowie SOSSINKA (2000). Von Freileitungen zerschnittene Offenlandschaften wurden hingegen gemieden. Besonders im Nahbereich der Freileitungen war dieser Effekt nachzuweisen. Gänse, aber auch Kiebitze, Goldregenpfeifer, Kornweihen, Merline und Raufußbussarde reagierten bei einer Untersuchung an einer 380 kV-Freileitung mit einem deutlichen Meideverhalten (MÖCKEL & WIESNER 2007).

Besonders für herbivore (pflanzenfressende) Gänse, Schwäne und Entenarten, die ein großes Nahrungsangebot benötigen, gehen so wichtige Nahrungsflächen verloren (BORBACH-JAENE 2002). Neben den genannten Arten und Artengruppen besteht eine reduzierte Raumnutzung aufgrund der Kulissenwirkung der Trassen auch für andere Gastvögel wie bspw. den Kranich (AGNL 2006).

5.3.3 Schlussfolgerungen in Bezug auf innovative Mastsysteme

Die Auswirkungen der verringerten Masthöhen der innovativen Freileitungen auf das Kollisionsrisiko der Gastvögel können nicht eindeutig bewertet werden und bedürfen weiterer Untersuchungen. Gastvögel fliegen u.a. beim Wechseln der Habitate über kurze Distanzen in geringen Höhen, so dass in Abhängigkeit von der Flughöhe und den Distanzen sowohl eine Verringerung als auch eine Erhöhung der Kollisionsgefahr möglich sind. Durch eine Sichtverschattung der Freileitungen könnte das Kollisionsrisiko herabgesetzt werden, allerdings sind auch Kollisionserhöhungen für waldbewohnende Arten möglich. Somit besteht noch ein erhöhter Forschungsbedarf bezüglich dieses Aspektes. Ebenso sind auch die innovativen Mastsysteme hinsichtlich ihrer Minderungswirkung einzelfallbezogen zu betrachten. Die innovativen Freileitungssysteme besitzen durch die niedrigeren Masten eine geringere Wirkzone, so dass sich dies mindernd auf das Meideverhalten einiger Gastvogelarten auswirken kann.

Da Gastvögel häufig auch bei schlechten Sichtbedingungen fliegen, wird durch die erhöhte Sichtbarkeit der Leiterseile eine Minderung des Kollisionsrisikos angenommen. Der geringe Seildurchhang kann, wie auch bei den Brutvögeln, ein leichteres Überfliegen aller Ebenen ermöglichen. Allerdings wird die Verringerung der Kollisionsgefahr durch die innovativen Masten für Gastvögel mit eingeschränktem Sehfeld oder für schwärmende Arten als nur gering eingeschätzt. Gegebenenfalls sollten daher Vogelschutzmarkierungen eingesetzt werden (s. Abschnitt 5.6).

Aufgrund des häufigen Habitatwechsels kann eine Minderung des Leitungsanflugs insbesondere durch Einebenen-Masten angenommen werden. Die geringere vertikale Hindernisfläche kann sich besonders auf die Kollisionsrate von größeren Gastvögeln auswirken. In

stark frequentieren Gastvogelgebieten sollte aus avifaunistischer Sicht vollkommen auf den Bau von Freileitungen verzichtet werden.

5.4 Vogelzug

5.4.1 Vogelschlag

Der Vogelzug findet i.d.R. in Höhen statt, in denen eine Kollision mit Freileitungen auszuschließen ist. In bestimmten Fällen, wie z.B. bei Schlechtwetterereignissen oder Gegenwind sowie in Küstengebieten, können Zugbewegungen auch in deutlich niedrigeren Höhen (20 – 50 m) stattfinden und dann im kritischen Bereich der Leiterseile liegen (Koop 2002; Koop 2007 in BfN 2009). Einige Arten fliegen je nach Topografie, Wetterverhältnissen (v.a. Windstärke und Windrichtung) und artspezifischer Charakteristik auch tagsüber in kritischen Höhenbereichen. In der Nacht sind die Flughöhen dann allgemein bei guter Witterung meist höher. Bei schlechter Witterung verringert sich die Zughöhe jedoch und kann dann im Bereich der Leiterseile liegen (Gatter 2000; Hölzinger 1987; Kahlert et al. 2005; LLUR 2013). Vögel auf dem Zug haben im Vergleich zu Brut- und z.T. auch Gastvögeln die geringste Verweildauer in einem Gebiet, so dass sie sich kaum an Freileitungen gewöhnen. Daher gelten sie als besonders kollisionsgefährdet (Bernshausen et al. 1997; Haas et al. 2003; Hölzinger 1987; LLUR 2013).

Die Unterscheidung der Zugvögel als „Zugvögel längerer Distanzen“ und „tägliche Zugvögel“ erlaubt eine weitere Differenzierung. Tägliche Zugvögel fliegen im Gegensatz zur anderen Gruppe über kürzere Distanzen. Sie sind durch die häufige Querung von Freileitungen beim An- und Abflug stärker gefährdet, als Arten, die über lange Distanzen und in größeren Höhen ziehen (BirdLife International 2014; APLIC 2012). Durch das An- und Abfliegen besteht daher, unabhängig vom Mastdesign, ein generelles Risiko für Zugvögel.

Ein besonderes Gefahrenpotential rufen, in Bezug auf den Vogelzug, Freileitungen in sensiblen Gebieten hervor. Besonders Küstenstreifen, große Gewässer, Feuchtgebiete sowie Talzüge mit intensiven Zonen des Vogelzugs bedeuten ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Zugvögel (Hoerschelmann 1997; Richarz 2001). Die meisten Schlagopfer sind dabei in den Zugmonaten April bis Mai sowie August und September zu beobachten (Heijnis 1980). Dabei zählen vor allem Wasservögel, wie Schwäne, Enten und Gänse sowie Limikolen, zu den Anflugopfern. So wurden bspw. Höckerschwäne, Gänsesäger, Stock- und Krickenten in einer Studie von Sellin (2000) als häufigste Kollisionsopfer im Greifswalder Bodden identifiziert (Sellin 2000). Besonders Enten und andere nachts ziehende Arten sind durch Leitungsanflüge bei Dämmerung und in der Nacht gefährdet.

Für Langstreckenzieher (2/3 der Zugvögel zählen zu dieser Gruppe), wie bspw. Störche, die auf ihrem Zugweg zahlreiche Trassen queren müssen, besteht ein erhöhtes Kollisionsrisiko (Haas et al. 2003; LBV o.J.). Vor allem Störche (Schwarz- und Weißstorch) sind, wie andere Großvögel, aufgrund ihrer morphologischen Eigenschaften besonders kollisionsgefährdet. Von den zahlreichen Zugvogelarten sind, aufgrund ihrer häufig späten Reaktion im kritischen Nahbereich, insbesondere ziehende Großvogelarten wie u.a. Kranich, Weiß- und Schwarzstorch, aber auch der Große Brachvogel und Kiebitz (MGI: hohe Gefährdung) vom Leitungsanflug bedroht (NABU o.J.a). Findet der Zug darüber hinaus in einer Formation statt (bspw. bei Gänsen, Kranichen, Schwänen und Kormoranen), besteht ein besonderes Kollisionsrisiko, da die einzelnen Individuen nicht auf ihre Flugbahn achten (Kreutzer 1997 in BfN 2009).

5.4.2 Habitatentwertung

Ein besonderes Risiko besteht vor allem in feuchten, grünlanddominierten Niederungsgebieten mit einem starken Vogelzug. Auch in Talzügen existiert eine erhöhte Gefahr für den Vogelzug, da Talzüge und Flüsse von ziehenden Landvögeln bevorzugt als Leitlinie und Orientierung genutzt werden (KIESSLING et al. 2003).

5.4.3 Schlussfolgerungen in Bezug auf innovative Mastsysteme

Aufgrund der vorgestellten Besonderheiten beim Vogelzug ist durch die niedrigere Leitungsführung eine Minderung des Kollisionsrisikos vor allem für Zugvögel möglich, die in kollisionskritischen Höhen (z.B. aufgrund schlechter Witterungsbedingungen) ziehen. Besonders die erhöhte Sichtbarkeit der Leiterseile aufgrund der Bündelung, dem verringerten Seildurchhang sowie dem geringen, räumlichen Abstand zwischen Erd- und Leiterseilen kann die Kollisionsgefahr verringern. Die Ausweichbewegungen der Vögel gegenüber den Leiterseilen nach Oben in den Bereich der Erdseile führen, v.a. bei ungünstigen Sichtverhältnissen, oft zu einem erhöhten Kollisionsrisiko mit konventionellen Leitungs- und Mastsystemen. Dieses kann aufgrund der verbesserten Sichtbarkeit der innovativen Freileitungssysteme vermindert werden. Ausgehend von der geringeren vertikalen Hindernisfläche des Einebenen-Mastes (und der niedrigsten Leitungsführung) ist auch für die migrierenden Artengruppen eine geringere Kollisionsgefahr bei den innovativen Leitungssystemen zu erwarten. Die innovativen Freileitungssysteme sollten jedoch auch bei Betrachtung der ziehenden Arten nicht in bekannten Vogelzugkorridoren errichtet werden.

5.5 Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen der innovativen 380 kV-Freileitungssysteme auf die Avifauna

Die veränderten Leitungs- und Mastkonfigurationen der innovativen 380 kV-Freileitungssysteme haben unterschiedliche Auswirkungen auf die vorgestellten Arten und Artengruppen. Aufgrund der unterschiedlichen Mast- und Leitungskonfigurationen sind die neuen, kompakteren Freileitungssysteme differenziert zu betrachten. Sie unterscheiden sich in Höhe, Breite, den Abständen zwischen den Leiter- und Erdseilen und der damit einhergehenden Sichtbarkeit der gebündelten Leitungsseile sowie Ebenenanordnung von konventionellen Systemen.

Das Kollisionsrisiko ist bekanntlich abhängig von der artenspezifischen Flughöhe, der Manövrierfähigkeit bzw. der bevorzugten Habitatnutzung der Vögel (APLIC 2012; BIRDLIFE INTERNATIONAL 2014, 2015; HAAS et al. 2003; NABU 2014; PRINSEN et al. 2012). Die verringerte Masthöhe der innovativen Masten (27,6 – 36,1 m) kann das Kollisionsrisiko für Arten senken, die unabhängig von der Witterung und Topografie in einer kollisionskritischen bezogen auf konventionelle Mastsysteme fliegen. Eine Minderung des Kollisionsrisikos ist dabei für Brut- und Gastvögel sowie ziehende Arten möglich (APLIC 2012). Unter den Gastvögeln zählen bspw. Limikolen (u.a. Kiebitz, Grünschenkel, Regenbrachvogel und Bekassine) dazu (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2014, 2015; KOOP 2002; LLUR 2013). Bei Brutvögeln könnte die veränderte Leitungsführung v.a. bei Offenlandarten das Kollisionsrisiko mindern, deren Bestände zusätzlich durch eine intensivierete Landwirtschaft bedroht sind (NABU 2014). Angepasst an die Vegetationshöhe könnte durch Masten, die auf der Höhe der Baumkronen abschließen, eine Angleichung an der Flughöhe erreicht und damit einhergehend eine Verringerung des Kollisionsrisikos erzielt werden. Die Verschattung der Freileitungen durch Baumreihen oder Infrastrukturen stellt sich aus avifaunistischer Sicht als Vorteil dar und spricht für

die niedrigeren innovativen Freileitungssysteme. Besonders für Gast- und Zugvögel kann der Einsatz von Masten mit einer geringeren Höhe in unmittelbarer Nähe zu Bäumen das Kollisionsrisiko mindern (s. Abb. 48). Durch die Nähe der höhenangepassten Masten zum Waldrand kann sich der Meidungsbereich für Offenlandarten verkleinern.

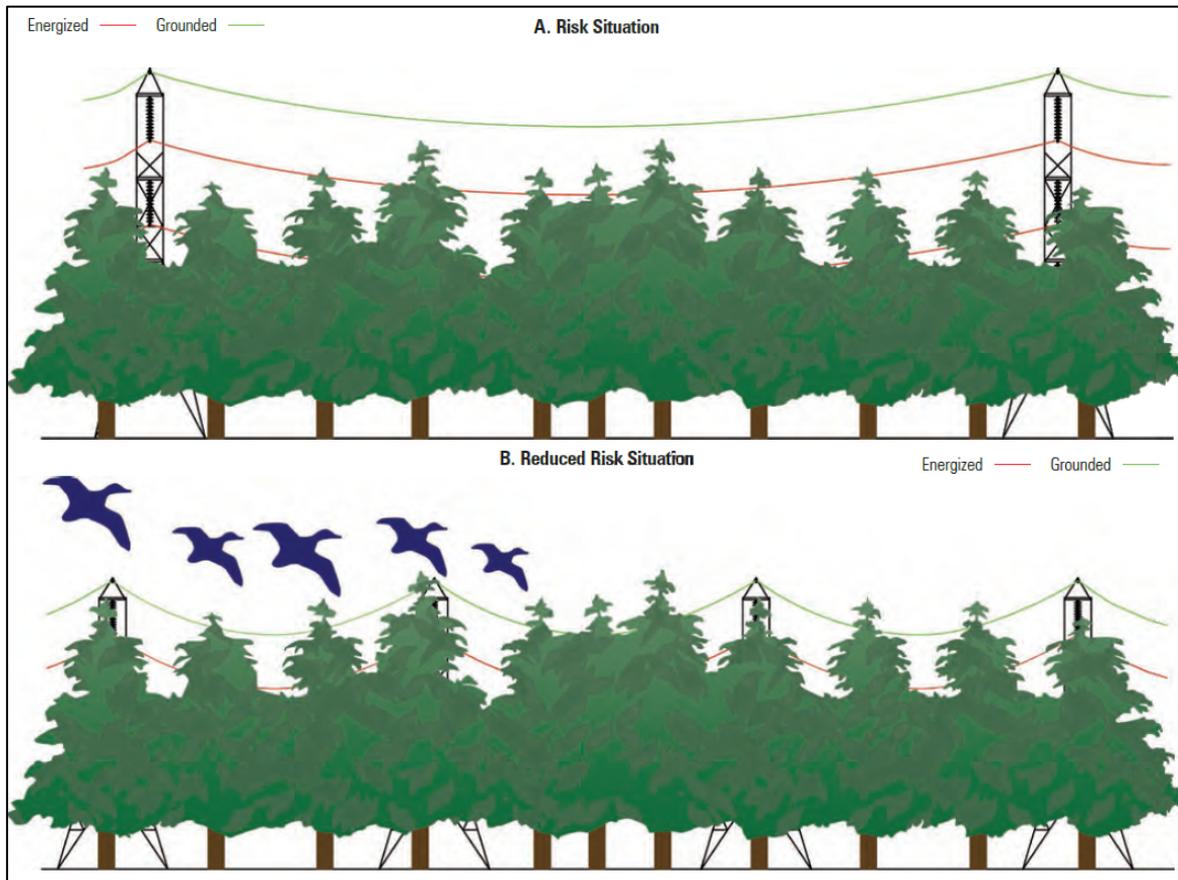


Abb. 48: Verschattung der Freileitungsmasten bei geringerer Masthöhe durch die Vegetation (aus APLIC 2012).

Laubbäume erreichen in Deutschland maximal eine Höhe von bis zu 40 m, liegen im Durchschnitt (in Mitteleuropa etwa 30 m) jedoch deutlich unter diesem Wert (ForstBW o.J.; NABU o.J.b). Eine Verschattung wäre bei allen drei innovativen Masttypen, besonders jedoch beim Einebenenmast, möglich und könnte das Kollisionsrisiko im Vergleich zu den konventionellen Masten verringern. Aus avifaunistischer Sicht erscheint daher besonders der innovative Einebenen-Masttyp empfehlenswert. Trotz der niedrigeren Masten und Leitungsführung bleibt jedoch auch bei den innovativen Freileitungssystemen ein Kollisionsrisiko bestehen. Witterungsbedingte Varianzen der Flughöhe lassen bezüglich des Kollisionsrisikos bei veränderten Masthöhen keine abschließende Bewertung zu bzw. sind im Vergleich zu bestehenden, konventionellen Mast- und Leitungstypen weiter zu untersuchen, um eindeutige Aussagen treffen zu können (BERNOTAT 2016; LBV 2016). Die Kollisionsgefahr ausgehend vom einzeln geführten, dünneren Erdseil kann in Abhängigkeit zu dessen räumlicher näherer Führung an den Leiterseilen vermindert werden.

Neben der verringerten Masthöhe zeichnen sich die innovativen Masttypen durch eine geringere Breite aus (26,1 – 38 m). Konventionelle Masttypen wie bspw. der Tonnenmast mit einer Breite von 20 – 30 m (Höhe: 60 – 70 m) ermöglichen bisher die Anlage von Trassen geringer Breite (im Vergleich zum Donaumasten; über 50 m), beanspruchen dabei jedoch eine größere Höhe (TENNET 2016). Unter den innovativen Masten kennzeichnet sich der Y-Mast durch eine geringe Breite von 26,1 m und ist dabei deutlich niedriger (32 m Höhe) als konventionelle Masten. Aufgrund der geringeren Höhe und Breite ist daher eine Verringerung der Habitatentwertung möglich. Neben einer reduzierten Habitatzerschneidung verbessern schmalere Trassen die Bedingungen für Arten mit einem Meideverhalten gegenüber Freileitungen. Die Sichtbarkeit und Fernwirkung stellt sich bei allen drei innovativen Masttypen aufgrund der geringeren Höhe gegenüber konventionellen 380 kV-Freileitungen deutlich geringer dar. Folglich beschränkt sich auch das Meideverhalten sensibler Arten auf einen kleineren Bereich. Ein potentiell erhöhtes Kollisionsrisiko aufgrund der Mehrebenenanordnung beim Y-Masten ist jedoch im Einzelfall abzuwägen.

Aufgrund der kompakter wirkenden Leiterseile und des räumlich näher an den Leiterseilen geführten Erdseils, sind die Leitungen der innovativen Masttypen für Brut- und Gastvögel sowie ziehende Arten deutlicher erkennbar. Dadurch ist das Kollisionsrisiko mit den Erdseilen geringer als bei den konventionellen Leitungssystemen, da ein Ausweichen begünstigt wird. Das kompakte Gesamtbild der Leitungseile ermöglicht höchstwahrscheinlich auch Arten mit einer schlechten Manövrierfähigkeit und/oder einem eingeschränktem binokularem Sehfeld eine frühere Erkennung der Leiter- und Erdseile und entsprechend frühzeitigere Ausweichreaktionen (APLIC 2012; NABU 2014). Profitieren können davon u.a. Groß- und Wasservögel, die besonders häufig von Kollisionen betroffen sind. Daneben dürfte sich das Kollisionsrisiko für Gast- und Zugvögel verringern, die häufig auch unter ungünstigen Licht- und Wetterverhältnissen fliegen. Die erhöhte Sichtbarkeit der Leiter- und Erdseile wird u.a. durch die Abstandshalter verstärkt (vgl. HAAS et al. 2003; HÖLZINGER 1987).

Die Anordnung der Leiterseile auf mehreren Ebenen birgt aufgrund der größeren vertikalen Fläche des Hindernisses eine erhöhte Kollisionsgefahr (APLIC 2012; BERNOTAT & DIERSCHKE 2015; PRINSEN et al. 2012). Vor allem Großvögel, wie bspw. die Großtrappe (Brutvogel), Offenlandarten und/oder Arten mit einer schlechten Manövrierfähigkeit sind durch eine Mehrebenenanordnung einer erhöhten Kollisionsgefahr ausgesetzt (BERNSHAUSEN & RICHARZ 2013; FERRER 2012; MARTIN 2010, o.J.). Nach BERNOTAT und DIERSCHKE (2015) wären dies u.a. Kraniche, Störche und Enten. Daher wird, unabhängig von der artenspezifischen Charakteristika ein Masttyp mit einer Ebene empfohlen (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2014; EUROPEAN COMMISSION 2014 in VDE 2014; NABU 2013a). Kritische Nahreaktionen wie bspw. bei Enten und Reiher, welche zu einem erhöhten Kollisionsrisiko führen, könnten so verringert werden (BERNSHAUSEN & RICHARZ 2013; FERRER 2012; MARTIN 2010, o.J.). Besonders für rastende Arten ist aufgrund deren häufiger Habitatwechsel die Einebenenanordnung zur Verminderung des Kollisionsrisiko vorteilhaft (APLIC 2012; BIRDLIFE INTERNATIONAL 2014; NABU 2013a).

Die Anzahl von Masten und anderer vertikaler Hindernisse in der Landschaft sollte zur Verminderung der Kollisionswahrscheinlichkeit möglichst gering gehalten werden. Wenn aufgrund von innovativen Leiterseilen größere Spannweiten möglich sind, kann sich dies minderdnd auf das Kollisionspotential auswirken.

Auch bei den veränderten Leitungs- und Mastkonfigurationen der innovativen Freileitungssysteme kann ein Verlust von Nahrungshabitaten für Gastvögel nicht ausgeschlossen werden („Kammerungseffekt“) (RICHARZ 1998). In Lebensräumen von Offenlandarten sollte grundsätzlich auf den Einsatz von Masttypen verzichtet werden, die Prädatoren (u.a. Krähen, Raben, Sperber, Habichte und Baumfalken) Ansitzwarten bieten. Zu den Offenlandarten zählen bspw. Kiebitze, Rotschenkel und Großer Brachvogel (NLT 2011). Lediglich eingeschränkte Ansitzwarten bietet der Y-Mast aufgrund seiner nach oben geneigten Querträger. Bezüglich einer denkbaren Habitatentwertung durch Ansitzwarten wäre dieser Mast dem Einebenmast und dem Sternketten-Mast in Offenlandlebensräumen vorzuziehen.

Neben dem Mastdesign und der Anordnung der Leiterseile beeinflusst auch die Lage der Trasse im Raum das Kollisionsrisiko. Der Trassenbau in Gebieten mit Vorkommen besonders kollisionsgefährdeter Arten und in deren Umfeld sollte nach Möglichkeit auch bei den innovativen Freileitungssystemen vermieden werden. Hierzu zählen Tal- und Flussläufe, Niederungen oder küstennahe Gebiete.

Trotz der erfolgten Andeutungen muss abschließend festgestellt werden, dass auf Basis der Literaturrecherche von Auswirkungen an konventionellen Leitungssystemen und einer Übertragung der gefundenen Ergebnisse auf die innovativen Freileitungssysteme keine abschließende Bewertung dieser Mastsysteme möglich ist. Auch bei den ersichtlichen Vorteilen der neuen Masttypen für die Avifauna, die insbesondere in einer verringerten Höhe und einer verbesserten Sichtbarkeit der kompakteren Leitungsbündel liegen, bietet der aktuelle Wissensstand keine ausreichende Bewertungsbasis, um eine genaue Abschätzung der Auswirkungen auf die Avifauna zu ermöglichen. Es mangelt an Felderfassungen, die sich direkt auf die neuen Leitungssysteme beziehen. Nicht zuletzt erschweren auch variierende Flughöhen der unterschiedlichen Arten eine detaillierte Prognose.

Aufgrund des oben dargestellten Informationsdefizits wird abschließend empfohlen, eine avifaunistische Monitoringstudie über die Wirkungen der hier vorgestellten innovativen Masten auf die Avifauna durchzuführen. Leider ist die Auswahl an Beispielstandorten jedoch noch sehr beschränkt, so dass ggf. auf vergleichbare Strukturen ausgewichen werden muss.

5.6 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Vogelkollisionen können aufgrund einer späten Erkennung der Erdseile kann nach derzeitigem Erkenntnisstand, trotz der erhöhten Sichtbarkeit aufgrund der gebündelten Leiterseile sowie des kompakteren Gesamtbildes, auch bei innovativen Freileitungen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Besonders vom dünneren Erdseil könnte trotz seiner dichteren Anordnung zu den Leiterseilen eine Gefährdung ausgehen. An den Erdseilen kommt es bei konventionellen Leitungen besonders bei ungünstigen Witterungsbedingungen, während der Dämmerung und in der Nacht bei bestimmten Artenvorkommen vermehrt zu Kollisionen (HAAS et al. 2003). Vor diesem Hintergrund könnte der Einsatz von Vogelschutzmarkern zur Verringerung der Kollisionsgefahr auch bei den innovativen Masttypen ratsam sein. In kollisionsträchtigen Gebieten sollte der Einsatz von Vogelschutzmarkierungen daher generell erfolgen (BERNOTAT & DIERSCHKE 2015; VDE 2014).

Effiziente Markierungen der Erdseile können das Kollisionsrisiko von Brut- und Gastvögeln sowie ziehenden Vögeln bei Arten mit einem unterschiedlichen Wahrnehmungs- und Flugverhalten erheblich verringern. Die Erhöhung der Sichtbarkeit der Leitungen verringerte die Kollisionsraten im Einzelfall um 50 – 80 % (BARRIENTOS et al. 2011; JENKINS et al. 2010). Die

Wirksamkeit muss jedoch dazu bei variierenden Sicht- (tags- und nachtsüber, bei Bewölkung und Dämmerung, Nebel, Niederschlag, etc.) und Windbedingungen gewährleistet sein (JENKINS et al. 2010; LLUR 2013).

Die Vielfalt der Markierungsmöglichkeiten, welche bisher zum Einsatz kommen, ist sehr groß. Studienvergleiche zur Effektivität von Markierungsmaßnahmen wurden u.a. von BERNSHAUSEN und RICHARZ (2013) (s. Tab. 32) sowie JENKINS et al. (2010) durchgeführt (BERNSHAUSEN & RICHARZ 2013; JENKINS et al. 2010).

Tab. 32: Vergleich der Effektivität von Markierungsmaßnahmen (nach BERNSHAUSEN & RICHARZ 2013).

Arten/(-gruppe)	Maßnahme	Verringerung der Kollisionsrate	Studie; Gebiet
Wasservogel	Schwarz-weiße Laschenbündel mit Geräuschentwicklung	67 % (tagaktive) 80 % (nachtaktive)	HARTMANN et al. 2010; Niederlande
Gänse	‚Bird Flappers‘ mit Geräuschentwicklung; 20 m Abstand	Ca. 95 %	SUDMANN 2000; Unterer Niederrhein
Weißstorch	‚Bird Flappers‘ mit Geräuschentwicklung; 10 m Abstand	> 90 %	FANGRATH 2004; Rheinland-Pfalz
Möwen, Wasservogel	‚Bird Flappers‘ mit Geräuschentwicklung; 20 m Abstand	> 90 %	BERNSHAUSEN & KREUZIGER, 2009; Niedersachsen
Kraniche, Bussarde	Zwei gekreuzte, schwarze Neoprenbänder mit hellem Streifen; 20 m Abstand	76 %	JANSS & FERRER 1998; Spanien
Kraniche, Bussarde	Weißer Polypropylen-Spiralen (1 m lang, 20 cm Ø); 5 m Abstand	81 %	JANSS & FERRER 1998; Spanien
Höckerschwan	Rote Kunststoffspiralen (32 cm lang, 17,5 cm Ø); 5 m Abstand	95 %	FROST 2008; England
Großtrappe	Kunststoffspiralen (1 m lang, 35 cm Ø)	10-46 %	BARRIENTOS et al. 2012; Zentralspanien

Exkurs: Vogelschutzmarkierungen - Studienbeispiele

In den **Niederlanden** wurde in den Jahren 2009 und 2010 eine Studie zur Untersuchung der Effektivität von Vogelschutzfahnen für die Markierung von Freileitungen in sensiblen Gebieten (Natura 2000-Gebiete, Feuchtgebiete und von Gastvögeln stark frequentierte Gebiete) durchgeführt. Die verwendeten Vogelschutzmarkierungen zeichneten sich durch einen hohen Kontrast sowie eine beachtliche Größe und Beweglichkeit aus (s. Abb. 49). Nach Kontrolle mit dem BACI-Design (before-after-control-impact) erzielten sie eine Verringerung der Kollisionen um 67 %. Zu den typischen Kollisionsopfern, die durch die Anbringung der Vogelschutzfahnen profitiert haben, zählen u.a. Möwen, Gänse, Tauben und Enten – also Großvögel und Arten, die ein eingeschränktes binokulares Sichtfeld haben sowie Arten, die u.a. nachts fliegen. Diese Arten passten nach der Markierung ihre Flughöhe entsprechend der erhöhten Sichtbarkeit der Leitungen an (HARTMANN et al. 2010).



Abb. 49: Vogelschutzmarkierung mit hohem Kontrast (BuWa o.J.)

Eine Studie mit ähnlich kontrastreichen Markern wurde in den Jahren 2012 und 2013 von KALZ et al. (2015) während des Herbstzuges im **Nationalpark Unteres Odertal** durchgeführt. Die Oder und angrenzende Auenbereiche sind für Brut- und Zugvögel von großer Bedeutung. Seltene Arten wie der Wachtelkönig, Bekassine und Seggenrohrsäger nutzen die dort vorhandenen Feuchtflächen. Durch das Anbringen von schwarz-weißen Spiralen (53 cm lang, max. Durchmesser von 12,5 cm, alle 10 bzw. 20 – 25 m gegenläufig montiert) konnte eine Abnahme der Kollisionsopfer um 72 % bewirkt werden. Allerdings kam es an einem Kontrollabschnitt zu einer Zunahme um 65 %. Es kann in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden, dass Individuen, die den markierten Segmenten ausgewichen sind, an den unmarkierten Abschnitten vermehrt verendeten. Ein Rückgang der Kollisionsopfer wurde in allen Größenklassen, v.a. jedoch bei kleinen und mittelgroßen Vogelarten verzeichnet (KALZ et al. 2015).

Ein aktuelles **LIFE-Projekt** aus Litauen („Installation of the bird protection measures on the high voltage electricity transmission grid in Lithuania“) befasst sich mit einer optimalen Verringerung von Kollisionen durch ziehende Schwäne, Gänse und Enten. Anfang 2015 wurden dazu solche weißen Spiralen und sog. Bird Flight Diverter an Freileitungen installiert, die aus den ‚Best-Practice-Maßnahmen‘ vorhergehender Forschungen ausgewählt wurden. Spiralen gelten als kosteneffizient und können das Kollisionsrisiko um 60 80 % verringern. Erste Ergebnisberichte sprechen von einem Erfolg der Maßnahme. Weitere Ergebnisse werden für die Folgejahre erwartet (LIFE BIRDS ON ELECTROGRID o.J.).

Der Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V (VDE) veröffentlichte im FNN-Hinweis ‚Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsleitungen‘ im Dezember 2014 als Ergänzung der VDE-Anwendungsregel ‚VDE-AR-N 4210-11‘ von 2011 allgemeine Empfehlungen für die Markierung von Freileitungen, deren Vorgaben auch auf die innovativen Freileitungssysteme übertragbar sind (VDE 2014).

Nach heutigem Forschungsstand bieten Schwarz-weiß-Markierungen den größtmöglichen Kontrast (HARTMANN et al. 2010; KALZ et al. 2015). Sie stellen auch bei ungünstigen oder wechselnden Lichtverhältnissen ein leicht wahrnehmbares Signal für Vögel dar. Die Länderarbeitsgemeinschaft der Staatlichen Vogelschutzwarten (LAG VSW 2012), der NABU (2013a), BIRDLIFE INTERNATIONAL (2014) und das LLUR (2013) empfehlen schwarz-weiße Markierungen mit Blinkeffekten am Erdseil, die noch einmal mehr die Sichtbarkeit erhöhen. Eine weitere Erhöhung der Sichtbarkeit kann in der Dämmerung und Nacht grundsätzlich durch eine Beleuchtung, Phosphoreszenz oder ultraviolette Abstrahlung erzielt werden. Derartige Hilfsmittel sind jedoch nicht unumstritten, da hiermit auch Anlockeffekte verursacht werden können (APLIC 2012). Andere Markierungen als die oben empfohlenen schwarz-weißen sollten nur nach vorheriger wissenschaftlicher Validierung eingesetzt werden.

Maß und Abstand von Vogelschutzmarkierungen sind für die Verringerung einer Kollisionsgefährdung von hoher Bedeutung. Die Markierungen sollen in jedem Fall möglichst groß sein (20 cm breit und 10 – 20 cm lang). Laut FNN in VDE (2014) werden Normalabstände von 20 – 25 m zwischen den Markierungen empfohlen. Allerdings müssen die Abstände der Markierungen an das jeweilige Vogelschlagrisiko angepasst sein. In besonders sensiblen Gebieten (bspw. in Tal- und Gewässerquerungen, Flugkorridoren und zwischen Schlaf- und Nahrungsflächen) empfiehlt sich daher ein verringerter Abstand von 10 m (LLUR 2013) bzw. durch ein versetztes Anbringen von 5 – 10 m (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2014; MARTIN 2010)

Weitere Anforderungen wie Konstruktion, Werkstoffe, Beständigkeit etc. von Vogelschutzmarkierungen lassen sich dem FNN-Hinweis (VDE 2014) entnehmen. In keinem Fall dürfen die angebrachten Markierungen Beschädigungen der Leiter herbeiführen. POHLMANN (2016) beschreibt bspw. an einer Freileitung mögliche Beschädigungen der Seile durch die Gummilappen. Auch ein mögliches Wegbrechen von Kunststoffbahnen muss vermieden werden (POHLMANN 2016; VDE 2014).

5.7 Weitere Planungsempfehlungen

Die effektivste Vermeidung eines Kollisionsrisikos erfolgt bereits bei der Planung von innovativen Leitungen und Masten durch eine geeignete Trassenwahl. Im Falle des Vorkommens nicht besonders kollisionsgefährdeter Arten kann auf Vogelschutzmarker verzichtet werden.

Übertragen auf innovative Freileitungskonzepte können ausgehend von der durchgeführten Literaturstudie aus avifaunistischer Sicht Vorschläge für optimierte Mast- und Leitungskonfigurationen gegeben werden. Freileitungssysteme sollten im Hinblick auf folgende Aspekte optimiert sein:

- möglichst kompakte Bündelung der Leiterseile (enge Führung der Leiterseile mit dem Erdseil bzw. Verzicht auf das Erdseil),
- Leitungsführung möglichst auf einer Ebene,
- möglichst geringe Masthöhen,

- höchstmögliche Verschattung der Masten durch Vegetation oder Infrastruktur,
- möglichst große Abstände zwischen Masten,
- im Offenland möglichst Vermeidung der Schaffung potentieller Ansitzwarten.

Darüber hinaus hat an kollisionsträchtigen Abschnitten der Einsatz von Vogelschutzmarkierungen zu erfolgen. Die technischen Hinweise zu den naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen und den artenschutzfachlichen sowie technischen Anforderungen des VDE (2014) können auf die innovativen Leitungs- und Mastsysteme übertragen werden. Der Aspekt der Verringerung des Kollisionsrisikos durch Vogelmarker ist auch Gegenstand der Weiterentwicklung des vorhabentypspezifischen Mortalitäts-Gefährdungs-Indexes nach BERNOTAT und DIERSCHKE, welcher zu Planungszwecken herangezogen werden kann. Bisher werden im vMGI die Auswirkungen von Minderungsmaßnahmen und unterschiedlichen Mastdesigns noch nicht berücksichtigt. In einer neuen Fassung wird jedoch künftig das Minderungspotential durch innovative Mastdesigns miteinbezogen. Es ist anzunehmen, dass sich das Kollisionsrisiko insbesondere durch die verringerten Masthöhen und geringeren Abstände der Phasen zueinander und/oder zum Erdseil verringern lässt. Eine örtliche Prüfung dieser Bedingungen hat jeweils im Zulassungsverfahren zu erfolgen (BERNOTAT 2016; BERNOTAT & DIERSCHKE 2015; BfN 2016). Neben der Weiterentwicklung des vMGI initiiert das BfN 2016 ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, das die Wirksamkeit verschiedener Markertypen in Bezug auf deren artenbezogene Kollisionsminimierung untersucht. Hierbei wird eine Bewertung unterschiedlicher Vogelschutzmarkierungen erfolgen.

Literaturverzeichnis

- 50HERTZ (2016): compactLine. URL: <<<http://www.50hertz.com/de/Netzausbau/Forschung-und-Entwicklung>>> (Abruf: 27.04.2016).
- AGNL – ARBEITSGRUPPE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (2006): Kranichrast in Niedersachsen 1994-2005. Rastgebiete und Bewertung, Habitatwahl, Raum-Zeit-Nutzung, aktuelle Gefährdungssituation und Ursachen.
- ALTEMÜLLER, M. & REICH, M. (1997): Einfluss von Hochspannungsfreileitungen auf Brutvögel des Grünlandes. In: Vogel und Umwelt 9: 111-128.
- APLIC – AVIAN POWER LINE INTERACTION COMMITTEE (2012): Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Washington D.C. 159 S.
- BALLASUS, H. & SOSSINKA, R. (1997): Auswirkungen von Hochspannungstrassen auf die Flächennutzung überwinternder Bläß- und Saatgänse *Anser albifrons*, *A.fabalis*. In: Journal of Ornithology (138): 215-228.
- BARRIENTOS, R., ALONSO, J.C. PONCE, C. & PALACÍN, C. (2011): Meta-Analysis of the Effectiveness of Marked Wire in Reducing Avian Collisions with Power Lines. In: Conservation Biology 25, 5: 893-903.
- BARRIENTOS, R., PONCE, C., PALACÍN, C., MARTÍN, C.A., MARTÍN, B. & ALONSO, J.C. (2012): Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: a BACI designed study. In: PLoS ONE 7 (3): 1-10.
- BERNOTAT, D. (2016): Telefonische Mitteilung vom 19.04.2016.
- BERNOTAT, D. & DIERSCHKE, V. (2015): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – 2. Fassung – Stand 25.11.2015. 463 S.
- BERNSHAUSEN, F. & KREUZIGER (2009): Überprüfung der Wirksamkeit von neu entwickelten Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen anhand von Flugverhaltensbeobachtungen rastender und überwinternder Vögel am Alfter/Niedersachsen. Hungen.
- BERNSHAUSEN, F. & RICHARZ, K. (2013): Ende der Kollision? Wirksamkeit von Markierungen an Freileitungen und ihre Integration in eine technische Anleitung des VDE. In: BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Den Netzausbau natur- und umweltverträglich gestalten! Tagungsband, Berlin 21. März 2013. Teil IV von IV: 89-110.
- BERNSHAUSEN, F., STREIN, M. & SAWITZKY, H. (1997): Vogelverhalten an Hochspannungsfreileitungen – Auswirkungen von elektrischen Freileitungen auf Vögel in durchschnittlich strukturierten Kulturlandschaften. In: Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 59-92.
- BEVANGER, K. (1998): Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. In: Biological Conservation 86: 67-76.
- BEVANGER, K. & BRØSETH, H. (2004): Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. In: Animal Biodiversity and Conservation 27, (2): 67–76.
- BfN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2009): Naturschutzfachliche Analyse von küstennahen Stromleitungen. FuE-Vorhaben FKZ 806 82 070. Endbericht. 21.10.2009. 291 S.
- BfN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2016): Tagungsband des Workshops auf Vilm – Oktober. 2015.

- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2014): Birds and Power Lines within the Rift Valley / Red Sea Flyway. 6 S.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2015): Guidance on appropriate means of impact assessment of electricity power grids on migratory soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Amman (Jordanien). 49 S.
- BORBACH-JAENE, J. (2002): Anthropogen bedingt Verluste von Lebensraum und ihre Folgen. Zur Ökologie und zum Verhalten in der nordwestdeutschen Küstenlandschaft überwinternder arktischer Gänse. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften. Osnabrück.
- BOSCHERT, M. (2004): Vorkommen und Bestandsentwicklung seltener Brutvogelarten in Deutschland 1997 bis 2003. In: Vogelwelt 126: 1-51.
- BUWA – BUREAU WAARDENBURG (o.J.): Effectiveness of a new type of wire markers on high tension power lines to mitigate nocturnal bird collisions.
- EUROPEAN COMMISSION (2014): EU Guidance on electricity, gas and oil transmission infrastructures and Natura 2000 (Draft).
- FANGRATH, M. (2004): Umsetzung der Markierungsarbeiten an einer 110 kV-Freileitung im Queichtal (Rheinland-Pfalz). In: Ökologie der Vögel 26: 295-300.
- FERRER, M. (2012): Birds and power lines. From conflict to solution. Sevilla. 183 S.
- FORST BW (o.J.): Bäume. URL: <<<http://www.forstbw.de/wald-im-land/lebensraum/pflanzen/baeume.html>>>. Abruf: 10.04.2016.
- FROST, D. (2008): The use of ‚flight diverters‘ reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. In: Conservation Evidence 5: 83-91.
- GATTER, W. (2000): Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa: 30 Jahre Beobachtung des Tagzugs am Randecker Maar. Wiesbaden. 656 S.
- HAAS, D. & SCHÜRENBERG, B. (Hrsg.) (2008): Stromtod von Vögeln. Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen - Stand der Erkenntnisse, gesetzliche Vorgaben, internationale Abkommen, weltweiter Handlungsbedarf. In: Ökologie und Vögel 26. 304 S.
- HAAS, D., NIPKOW, M., FIEDLER, G., SCHNEIDER, R., HAAS, W. & SCHÜRENBERG, B. (2003): Vogelschutz an Freileitungen. Tödliche Risiken für Vögel und was dagegen zu tun ist: ein internationales Kompendium. Bonn. 51 S.
- HAAS, D., NIPKOW, M., FIEDLER, G., SCHNEIDER, R., HAAS, W. & SCHÜRENBERG, B. (2005): Protecting birds from powerlines. In: Nature and environment 140. Straßburg. 70 S.
- HARTMANN, J.C., GYIMESI, A. & PRINSEN, H.A.M. (2010): Zijn vogelflappen effectief als draadmarkering in een hoogspanningslijn? Veldonderzoek naar draadslachtoffers en vliegbewegingen bij een gemarkeerde 150 kV hoogspanningslijn. Culemborg.
- HEIJNIS, R. (1980): Vogeltod durch Drahtanflug bei Hochspannungsleitungen. In: Ökologie der Vögel 2: 111-129.
- HOERSCHELMANN, H. (1997): Wie viele Vögel fliegen gegen Freileitungen? UVP-report. In: UVP-Report 3: 166-168.
- HOERSCHELMANN, H., HAAK, A. & WOHLGEMUTH, F. (1988): Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380-kV-Freileitung. In: Ökologie der Vögel 10: 85–103.

- HÖLZINGER, J. (1987): Vogelverluste durch Freileitungen. In: Die Vögel Baden-Württembergs, Teil 1: 202-224.
- HÜPPOP, O. (2004): Luftfahrzeuge, Windräder und Freileitungen: Störungen und Hindernisse als Problem für Vögel? Festvortrag anlässlich des 40-jährigen Bestehens des DAVVL e.V. In: Vogel und Luftverkehr 24 (2): 27–45.
- JANSS, G.F. E. & FERRER, M. (1998): Rate of Bird Collision with Power Lines: Effects of conductor-marking and static wire-marking. In: Journal of Field Ornithology 69 (1): 8–17.
- JANSS, G.F.E. (2000): Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. In: Biological Conservation 95: 353-359.
- JENKINS, A.R., SMALLIE, J.J. & DIAMOND, M. (2010): Avian collisions with power lines. A global review of causes and mitigation with a South African perspective. In: Bird Conservation International 20: 263-278.
- KAHLERT, J., HÜPPOP, K. & HÜPPOP, O. (2005): Construction of a fixed link across Fehmarnbelt: preliminary risk assessment on birds. 86 S.
- KALZ, B., KNERR, R., BRENNENSTUHL, E., KRAATZ, U., DÜRR, T. & STEIN, A. (2015): Wirksamkeit von Vogelschutzmarkierungen an einer 380-kV-Freileitung im Nationalpark Unteres Odertal. Minimierung des Anflugrisikos durch Montage von Vogelschutzmarkern. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 47 (4): 109-116.
- KIESSLING, F., NEFZGER, P., NOLASCO, J.F. & KAJNTZYK, U. (2003): Overhead Power Lines. Planning, Design, Construction. Berlin/Heidelberg. 592 S.
- KOOP, B. (2002): Vogelzug über Schleswig-Holstein. Räumlicher und zeitlicher Ablauf des sichtbaren Vogelzuges nach archivierten Daten von 1950-2002. Flintbek. 200 S.
- KOOP, B. (2007): Stellungnahme zum Avifaunistischen Gutachten zur geplanten 110 kV-Freileitung Breklum-Flensburg.
- KREUTZER, K.-H. (1997): Das Verhalten von überwinterten, arktischen Wildgänsen im Bereich von Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein (Nordrhein-Westfalen). In: Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen: 129-145.
- LAG VSW – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT DER STAATLICHEN VOGELSCHUTZWARTEN (2012): Markierung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen – Votum der Länderarbeitsgemeinschaft der Staatlichen Vogelschutzwarten (LAG VSW) für die bundesweite Anwendung des Stands der Technik). URL: <<<http://www.vogelschutzwarten.de/downloads/marker.pdf>>> (Abruf: 06.04.2016).
- LANGGEMACH, T. (1997): Stromschlag oder Leitungsanflug? Erfahrungen mit Großvogelopfern in Brandenburg. In: Vogel und Umwelt 9: 167–176.
- LBV – LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN BAYERN E.V. (2016): Telefonische Mitteilung von Frau O. Wieding vom 13.04.2016.
- LBV – LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN BAYERN E.V. (o.J.): Deutschlands Zugvögel auf großer Fahrt. Kurzstreckenzieher, Langstreckenzieher, Standvögel. URL: <<<http://www.lbv.de/ratgeber/vogellexikon/zugvoegel.html>>> (Abruf: 26.04.2016).
- LIFE BIRDS ON ELECTROGRID (o.J.): Projekthomepage. URL: <<<http://www.birds-electrogrid.lt/en>>> (Abruf: 05.04.2016).

- LLUR – LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) (2013): Empfehlungen zur Berücksichtigung der tierökologischen Belange beim Leitungsbau auf der Höchstspannungsebene. Flintbek. 31 S.
- MARTIN, G.R. (2010): Bird collisions: a visual or a perceptual problem? 4 S.
- MARTIN, G.R. (o.J.): Understanding avian collisions: a birds' eye view.
- MÖCKEL, R. & WIESNER, T. (2007): Zur Wirkung von Windkraftanlagen auf Brut- und Gastvögel in der Niederlausitz (Land Brandenburg). In: Otis, Zeitschrift für Ornithologie und Avifaunistik in Brandenburg und Berlin 15, Sonderheft: 1-113.
- MUGV – MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2003): Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg. 16 S.
- NABU – NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (2013a): Vogelflug unter Höchstspannung. Sichere Stromfreileitungen für Vögel. 6 S.
- NABU – NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (Hrsg.) (2013b): Gefährdung und Schutz. Vögel der Agrarlandschaft. Berlin. 55 S.
- NABU – NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (Hrsg.) (2014): Wenig Raum für Stromtrassen. Veränderung von Lebensräumen und Landschaften durch den Übertragungsnetzausbau. 6 S.
- NABU – NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (Hrsg.) (o.J.a): Unsere Zugvögel. Geliebt und bedroht. URL: <<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/zugvogelschutz/>> (Abruf: 26.04.2016).
- NABU – NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (Hrsg.) (o.J.b): Zahlen und Fakten. Zum Wald in Deutschland und weltweit. URL: <<<https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/waelder/lebensraum-wald/13284.html>>>. Abruf: 10.04.2016.
- NLT – NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (Hrsg.) (2011): Hochspannung und Naturschutz. Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung beim Bau von Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen und Erdkabeln (Stand: Januar 2011). Hannover. 42 S.
- NLWKN – NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2009): Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. Teil 1: Wertbestimmende Brutvogelarten der Vogelschutzgebiete mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Rotmilan (*Milvus milvus*). – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, unveröff. 7 S.
- PRINSEN, H.A.M., SMALLIE, J.J., BOERE, G.C. & PÍRES, N. (Hrsg.) (2012): Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the african-eurasian region. Bonn. 44 S.
- RICHARZ, K. (1998): Vogelverluste an Freileitungen: Massensterben oder Einzelschicksale? In: Der Falke (7/8) 45: 197-203.
- RICHARZ, K. (2001): Taschenbuch für Vogelschutz. 29 Tabellen. Wiebelsheim. 620 S.
- RYSLAVY, T. & PUTZE, M. (2000): Zum Schwarzstorch (*Ciconia nigra* [L., 1758]) in Brandenburg. In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 9 (3): 88–96.
- SCHUMACHER, A. (2002): Die Berücksichtigung des Vogelschutzes an Energiefreileitungen im novellierten Bundesnaturschutzgesetz. In: Naturschutz in Recht und Praxis - online 1: 2-

12, <<www.naturschutzrecht.net/online-zeitschrift/NRPO_Heft1.pdf>> (Abruf:
21.04.2016).

SELLIN, D. (2000): Ein Jahr unter Hochspannung – Beobachtungen zu den Auswirkungen von Freileitungen auf die Vogelwelt. In: Ornithologischer Rundbrief MV 42: 53-67.

SELLIN, D. (2010): Anmerkungen zu den Untersuchungen an einer 380-kV-Freileitung nahe des Kernkraftwerkes (KKW) Lubmin. Email vom 21.02.2010.

SOSSINKA, R. (2000): Hochspannungsfreileitungen in der Landschaft – für Vögel mehr als ein ästhetisches Problem. In: Forschung an der Universität Bielefeld - Forschung im Dienst der Umwelt 22: 19–22.

SUDMANN, S.R. (2000): Das Anflugverhalten von überwinternden arktischen Wildgänsen im Bereich von markierten und unmarkierten Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein.

TENNET (2016): Freileitungen im Bau. Der Bauablauf einer Freileitung in wenigen Schritten erklärt. 28 S.

VDE – VERBAND ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK E.V. (Hrsg.) (2014): FNN-Hinweis. Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsleitungen. Berlin. 39 S.

6 Rechtliche Einordnung und Bewertung

6.1 Anlass und Aufgabenstellung

Bereits 1984 hat das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) klargestellt, dass der Bau von Freileitungen „eine Aufgabe von größter Bedeutung“ ist (BVERFG 1984, S. 258). Trotz dieser Aussage gab es im deutschen Rechtssystem lange Zeit keine angemessenen Regelungen, um Freileitungsvorhaben umfassend zu planen. Bis zum Jahr 2009 existierten lediglich das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und das Raumordnungsgesetz (ROG), durch die der rechtliche Rahmen für die Planung gesteckt wurde. Die Trassenfindung für die einzelnen Vorhaben erfolgte mittels eines Raumordnungsverfahrens, die Sicherung der gefundenen Korridore durch Raumordnungspläne. (ERBGUTH 2012, S. 326 f.) Die Vorhaben wurden durch das 2001 eingeführte Planfeststellungsverfahren nach den Vorschriften des EnWG geprüft und genehmigt. Erst in den Jahren 2009 und 2011 wurde dieses System mit der Schaffung des Energieleitungsausbaugesetzes (EnLAG) (2009), des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes (NABEG) (2011) sowie Änderungen des EnWG (Einführung der §§ 12a ff EnWG, ebenfalls 2011) reformiert. Durch die Schaffung des Bundesbedarfsplans und durch das EnLAG, wird für den Ausbau von bestimmten, näher gekennzeichneten Vorhaben ein vordringlicher Bedarf festgelegt. Dadurch sollten bestimmte Vorhaben (vgl. § 1 Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG), § 1 EnLAG), die der Anpassung, Entwicklung und dem Ausbau der Übertragungsnetze zur Einbindung von Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen, zur Interoperabilität der Elektrizitätsnetze innerhalb der Europäischen Union, zum Anschluss neuer Kraftwerke oder zur Vermeidung struktureller Engpässe im Übertragungsnetz dienen privilegiert werden.

Durch das EnLAG wurden erstmals 24 Vorhaben ausgewählt, für deren Ausbau ein vorrangiger Bedarf festgestellt wurde. Ein Problem war damit jedoch noch nicht gelöst: Da kein bundesweites Planungsrecht existierte, war die Planfeststellung nach den §§ 43 ff EnWG von der Zustimmung der jeweiligen Landesbehörde abhängig. Durch diese Vielzahl an Genehmigungen und notwendigen Abstimmungen der Länder untereinander kam es u. a. dazu, dass wichtige Vorhaben zeitlich stark verzögert wurden. Diese Problematik wurde erst durch die Neuschaffung des NABEG im Jahr 2011 und die dazugehörigen Änderung im EnWG beseitigt (BT-DRUCKS. 2011, S. 1 ff.). Durch das NABEG wurde erstmalig die Möglichkeit einer bundesweiten Planung für Vorhaben auf der Ebene der Höchstspannung geschaffen. Im Rahmen dieser bundesweiten Planung wurde zunächst nach den §§ 12a ff. EnWG ein Bedarfsplan erstellt, in dem die vordringlich, notwendigen Netzausbauvorhaben dargestellt sind. Diese Vorhabenliste wird durch das Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) umgesetzt. Ähnlich wie beim EnLAG wurde hier bestimmten Vorhaben auf der Ebene der Höchstspannung eine Priorität bezüglich der Erneuerung und des Ausbaus vor anderen Vorhaben eingeräumt.

An die Stelle der Raumordnung, die vor 2011 für sämtliche Vorhaben auf der Ebene des Höchstspannungsnetzes den Rahmen für die Trassenbestimmung setzte, tritt bei NABEG-Verfahren die Bundesfachplanung. Durch die Bundesfachplanung wird ein grober Trassenkorridor, in dem sich die Trasse letztendlich befinden soll, festgelegt. Das Ergebnis der Bundesfachplanung ist für die anschließende Planfeststellung nach § 15 Abs. 1 S. 2 NABEG verbindlich. Als Abschluss der Verfahrensabfolge steht auch für Höchstspannungsleitungen nach NABEG eine konkrete Genehmigung im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens.

Die Regelungen des NABEG orientieren sich an den Regelungen des EnWG bzw. des Allgemeinen Eisenbahngesetzes (AEG) und des Bundesfernstraßengesetzes (FStrG).

Diese unterschiedlichen Regelungen zeigen, dass es bis heute kein einheitliches Netzplanungsrecht gibt. Welche Normen Anwendung finden, richtet sich nach der Art des jeweiligen Vorhabens. Grundsätzlich existieren für die Planung von Vorhaben der Verteiler- und Übertragungsnetze somit insgesamt bis zu 6 verschiedene Varianten (SCHÄFFLER/SCHOMERUS 2013, S. 98). Für das Übertragungsnetz ist zwischen drei Vorhabentypen und deren jeweiligem Planungsprozess zu unterscheiden:

Bei Vorhaben, die im EnLAG in der Anlage aufgezählt sind, richtet sich die Planung nach dem ROG und für das Planfeststellungsverfahren nach dem EnWG. Bei länder- und grenzüberschreitenden Leitungen nach § 2 Abs. 1 NABEG, welche im BBPIG gekennzeichnet sind, erfolgt die Planung über das NABEG. Es sind somit ein Bundesfachplanungs- und ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen. Bei allen sonstigen Leitungen richtet sich die Planung nach dem ROG und den §§ 43 ff. EnWG. Dabei ist zu beachten, dass ein Planungsprozess für ein konkretes Vorhaben eine lange Zeitspanne in Anspruch nimmt. Insbesondere auf der Ebene der Planfeststellung sind nicht nur planungsrechtliche, sondern auch umwelt- und insbesondere naturschutz- und immissionsrechtliche Aspekte zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwägen (DE WITT, SCHEUTEN & DRYGALLA-HEIN 2013, § 24 Rn. 109 ff.).

Durch den Netzausbau in Nord-Süd-Richtung (z.B. durch die Südlink-Trasse - Vorhaben Nr. 3 und 4 in Anlage 1 zum BBPIG) kann eine solche Versorgung des Südens mit Energie sichergestellt werden. Da diese hochaufwändigen Vorhaben die Interessen mehrerer Bundesländer, Landkreise und Gemeinden berühren, wurde ein bundeseinheitliches und länderübergreifendes Planungsverfahren in Zuständigkeit der BNetzA eingeführt (BT-DRUCKS. 2011, S. 1 ff.).

Übergreifendes Ziel dieser umfassenden neuen Regelungen ist die Umsetzung der Ausbau- und CO₂-Einsparziele, wie sie u.a. im EEG normiert sind, damit Deutschland seine europaweit und international eingegangenen Verpflichtungen wahrnehmen kann. Da der Ausbau von Erneuerbare-Energien-Anlagen weiter voranschreitet, deren Errichtung sich jedoch eher nach den energetischen Gunststandorten orientiert und weniger nach den vorhandenen Verbrauchsstandorten, stellt der Transport der erzeugten Energie einen zentralen Punkt im Rahmen der Energiewende dar (für Windenergieanlagen s. z.B. PROPLANTA 2016). Weiter sind Speichermöglichkeiten flächendeckend kaum vorhanden, so dass die Energiewende nur gelingen kann, wenn ein gut ausgebautes Transportnetz besteht. Dies zeigt sich insbesondere vor dem Hintergrund der Stromgewinnung mittels Windkraftanlagen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in der Nord- und Ostsee (BUNDESAMT FÜR SCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE 2016). Aufgrund der höheren Windhöflichkeit auf See und in küstennahen Bereichen findet sich eine Vielzahl von Windkraftanlagen im norddeutschen Raum. Allerdings sind gerade die Industrie- und Technologie-Standorte (z. B. Stuttgart, München) auf einen sicheren und kontinuierlichen Energiezufluss angewiesen.

Die Umsetzung der einzelnen Vorhaben erfolgt zum Großteil durch den Ausbau der Freileitungen (siehe Einleitung).

Der rechtliche Teil innerhalb des Projektes befasst sich mit zwei Fragestellungen:

1. Ob und inwieweit besteht seitens der Bundesnetzagentur (BNetzA) eine Verpflichtungsmöglichkeit dahingehend, dass die BNetzA den Verteilernetzbetreiber verpflichtet, sein Mastgestänge in der Weise neu zu errichten oder umzubauen, dass der Übertragungsnetzbetreiber kein neues Mastgestänge errichten muss, sondern die Trasse und das Mastgestänge des Verteilernetzbetreibers mit in Anspruch nehmen kann?
2. Können bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung technische Aspekte wie z.B. die Höhe und Breite der Masten sowie die Art der Bauform bei der Antragstellung des Vorhabenträgers zu berücksichtigen sein?

6.1.1 Fragestellung: Bündelung von Verteil- und Übertragungsnetz

Bei der Planung von Freileitungen und der Trassenfestlegung wird überprüft, inwieweit sich Eingriffe in die Natur vermindern lassen. Dies kann grundsätzlich durch Bündelung der Trassen erreicht werden. Auf diese Weise wird die Zerschneidung der Landschaft minimiert (§ 1 Abs. 5 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)). Diesbezüglich gibt es verschiedene Möglichkeiten wie z.B. die Parallelführung von Masten innerhalb einer Trasse oder aber die Führung von Leitungen unterschiedlicher Spannungsebenen auf einem Mastgestänge (siehe Kapitel 6.3). Wie in Kapitel 2 ausgeführt, ist das innovative Freileitungssystem deutlich kompakter und kleiner als konventionelle Höchstspannungsfreileitungen. Daher ist es unter bestimmten Bedingungen möglich, das Übertragungsnetz in Trassen des Verteilnetzes zu führen. Konventionelle Höchstspannungsfreileitungen können in der Regel nicht in den Trassen des Verteilnetzes geführt werden, da diese sehr viel größere Abmessungen und Sicherheitsabstände benötigen als konventionelle Freileitungen des Verteilnetzes, also der Hoch- und Mittelspannungsebene.

Vor diesem Hintergrund besteht jedoch die Möglichkeit, dass Verteilernetzbetreiber sich weigern, mit dem Übertragungsnetzbetreiber zusammenzuarbeiten. Hieran zeigt sich, dass die Weigerung eines Betreibers eine Bündelung – und damit unter Umständen auch eine Beschleunigung des Verfahrens – verhindern kann.

6.1.2 Fragestellung: Berücksichtigung technischer Aspekte auf Ebene der Bundesfachplanung

Die zweite Fragestellung folgt ebenfalls praktischen Erwägungen. Eine der Besonderheiten der Bundesfachplanung ist, dass in deren Rahmen lediglich eine Grobtrassierung erfolgt. Es wird also eine Fläche festgesetzt, innerhalb derer der konkrete Trassenverlauf im Rahmen der Planfeststellung genehmigt wird (§ 4 NABEG). Der Vorhabenträger hat einen Antrag auf Durchführung der Planfeststellung einzureichen. Dabei bestehen jedoch keine Vorgaben, welche inhaltlichen Angaben bzgl. des Vorhabens der Antrag aufweisen muss. Da das Vorhaben nur der Grobtrassierung dient, könnten inhaltlich detaillierte Angaben zum Vorhaben unnötig sein. Dies liegt daran, dass das Vorhaben im Detail erst auf Ebene der Planfeststellung überprüft und genehmigt wird (§ 18 NABEG).

Jedoch können sich gewisse Probleme erst auf der Ebene der Planfeststellung zeigen, obwohl sie bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung mit den entsprechenden Angaben hätten verhindert werden können. Konkret geht es z. B. um den Fall, dass Leitungen im Mittelgebirgsbereich mit entsprechenden Waldbeständen und sich daraus ergebenden Engpässen geplant werden sollen. Es besteht die Gefahr, dass sich erst auf der Ebene der Planfest-

stellung zeigt, dass eine Höchstspannungsfreileitung aufgrund der Höhe und Breite der Masten sowie aufgrund der Art des Mastes selbst innerhalb der konkret und verbindlich gewählten Trasse nicht realisierbar ist. Dadurch kann es zu einer erheblichen Verfahrensverzögerung kommen, auch wenn die Möglichkeit eines parallelen Änderungsverfahrens besteht. Sofern eine Berücksichtigung solcher technischer Angaben auf der Ebene der Bundesfachplanung möglich wäre, könnte die Planung erheblich beschleunigt werden.

6.1.3 Vorgehen

Die beiden oben aufgeworfenen Fragestellungen sollen rechtsgutachterlich untersucht werden. Im Rahmen der ersten Frage wird zunächst das Bündelungsgebot dargestellt, welches in verschiedenen planungsrechtlichen und naturschutzrechtlichen Vorschriften zum Ausdruck kommt. Anschließend wird ein Überblick über die Bündelungsmöglichkeiten gegeben und es wird erläutert, welche Regelungen im NABEG im konkret geschilderten Fall einschlägig sein könnten.

Im Anschluss wird die Möglichkeit einer Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers untersucht. Zunächst geht es darum, ob die Regelungen der Entflechtung einer solchen Verpflichtungsermächtigung von vorneherein konträr gegenüberstehen, oder ob sie sich nur auf wirtschaftliche Gesichtspunkte beziehen. Darauf erfolgt eine Prüfung der einschlägigen Normen des EnWG und des NABEG dahingehend, ob innerhalb dieser Gesetze bestimmte Normen bereits eine Verpflichtungsermächtigung enthalten oder nicht.

Im weiteren Verlauf wird untersucht, ob eine Verpflichtungsermächtigung geschaffen werden kann. Insbesondere muss eine solche Ermächtigung grundrechtskonform sein. Konkret wird eine Verletzung des Grundrechts der Eigentumsfreiheit – Art. 14 Grundgesetz (GG) – geprüft. Sodann wird beschrieben, welche Voraussetzungen die Norm konkret zu erfüllen hätte.

Im Rahmen der zweiten Fragestellung wird über eine Literaturrecherche der aktuelle Meinungsstand herausgearbeitet und die Argumente werden gegenüber gestellt. Im Anschluss erfolgt eine Abwägung und Gewichtung der einzelnen Belange sowie eine Streitentscheidung aufgrund der Argumentation und Darstellung der innerhalb des Projektes vertretenen Ansicht.

Abschließend werden als Ergebnis mögliche Vorschläge *de lege ferenda* genannt und beispielhaft ausgeführt. Ferner werden für die aktuelle Praxis Handlungsempfehlungen genannt und die Ergebnisse kritisch hinterfragt.

6.2 Bestehender Rechtsrahmen für Freileitungen

Trotz zahlreicher rechtlicher Neuerungen in den letzten Jahren auf dem Gebiet des Freileitungsrechts (FAßBENDER & POSSER 2013, Kapitel 2 Rn. 1 ff.) gibt es bis heute keine allgemein verbindlichen Regelungen für die Planung von Freileitungstrassen, die sämtliche Vorhaben innerhalb eines Gesetzes zusammenfassen. Vielmehr ist je nach Spannungsebene und Art der Leitung (Freileitung, Eisenbahnleitung, Erdkabel) zu unterscheiden, ob die Regelungen des NABEG, des EnWG, des ROG, des EnLAG oder des BBPIG Anwendung finden (Ebd. Kapitel 2 Rn. 3 ff.).

Innerhalb dieses Projektes wurde der Schwerpunkt auf die Regelungen des NABEG gelegt. Vor diesem Hintergrund sollen wie oben beschrieben zwei Rechtsfragen untersucht werden.

Bzgl. der ersten Frage ist zu berücksichtigen, dass es verschiedene Möglichkeiten gibt, Freileitungsvorhaben zu bündeln. Dazu zählen der Neubau eines Vorhabens innerhalb einer bestehenden Trasse, die Neuplanung und Parallelführung einer Trasse zu einer bestehenden Trasse, die Verlegung von Leitungen als Erdkabel in eine bestehende Trasse sowie die Bündelung von Übertragungs- und Verteilernetzleitungen auf demselben Mastgestänge (Zuseilung). (Ebd.; DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 67.)

Vorliegend soll untersucht werden, inwieweit der Einsatz von innovativen, kompakten Masten im Verteilernetz dazu führen kann, dass auch der Übertragungsnetzbetreiber durch Zuseilung dieses Mastgestänge nutzen kann, sodass dem Bündelungsgebot entsprechend Rechnung getragen wird. Im Speziellen geht es darum, inwieweit zur Durchsetzung des Bündelungsgebotes der Verteilernetzbetreiber verpflichtet werden kann, einen Ersatzneubau der bisherigen Masten vorzunehmen, sodass durch den Einsatz der kompakteren Masten eine Zuseilung und Mitbenutzung durch den Übertragungsnetzbetreiber möglich wird.

Bislang bestanden für den Übertragungsnetzbetreiber wenige Möglichkeiten, die Trassen des Verteilernetzes mit zu nutzen. Dies liegt daran, dass für die Masten des Übertragungsnetzes höhere Sicherheitsabstände gelten als für die Masten des Verteilernetzes. Die Sicherheitsabstände bestimmen sich durch die unterschiedliche Spannung der Leiterseile.

Durch die neuen Kompaktmasten wird jedoch eine Möglichkeit geschaffen, die es erlaubt, dass aufgrund der geringeren Masthöhe und -breite sowie aufgrund des reduzierten Seildurchhangs die Übertragungsnetzbetreiber auch die Verteilernetztrassen mitbenutzen können. Zudem könnte dadurch eine Bündelung durch Führung von Übertragungs- als auch Verteilernetzleitungen auf einem Mastgestänge erfolgen. Die Untersuchung der möglichen Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers ist ferner dem Aspekt geschuldet, dass der Übertragungsnetzbetreiber das Verteilernetz nur in einzelnen Abschnitten streift, sodass nur in ausgewählten Bereichen eine Bündelung durch Zuseilung möglich und sinnvoll erscheint.

6.3 Implikationen im Bereich Bündelung / gemeinsame Nutzung von Trassen

6.3.1 Einleitung

Im Rahmen der Energiewende und des damit verbundenen Netzausbaus stellt sich insbesondere aus Gründen des Naturschutzes und der höheren Akzeptanz die Frage, wie sich der Bau von neuen Freileitungen vermeiden lässt. Eine Möglichkeit besteht darin, bestehende Verteilernetztrassen dahingehend zu nutzen, dass neue Höchstspannungsleitungen des Übertragungsnetzes innerhalb dieser Trassen mit den Leitungen des Verteilernetzes auf einem gemeinsamen Mastgestänge geführt werden können. Dies hätte u. a. den Vorteil, dass der Neubau eines weiteren, zusätzlichen Mastgestänges unnötig und ferner die Planung des Vorhabens beschleunigt werden würde, da im Rahmen der SUP und UVP bestehende Datensätze genutzt werden könnten. (LÜTKES, EWER & LÜTKES 2011, § 1 Rn. 67 ff. 1999, S. 18; LANDMANN & ROHMER 2014, § 14g UVPg Rn. 77-79) Dies gilt jedoch nur, sofern die Erhebung der entsprechenden Datensätze nicht zu weit zurück liegt.

Rechtlich ist insoweit zu untersuchen, wie eine solche Bündelung zwischen Übertragungs- und Verteilernetz ausgestaltet werden kann und welche gesetzlichen Vorschriften hier eingreifen.

6.3.2 Rechtliche Grundlagen der Bündelung von Leitungsvorhaben

Motivation und Rechtsgrundlagen für die Bündelung von Vorhaben

Die Möglichkeit der Bündelung von Freileitungen setzt eine rechtliche Grundlage voraus, in der die Möglichkeit der Bündelung von Vorhaben adressiert und als rechtlich zulässig erachtet wird. Im NABEG wird die Möglichkeit der Bündelung in §§ 2 Abs. 3, 26, 11 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 NABEG angesprochen. Das Bündelungsgebot ist jedoch nicht erst mit Einführung des NABEG rechtlich normiert worden. Vielmehr gab es schon vorher Bestrebungen, Freileitungen möglichst zu bündeln, um Eingriffe in die Belange von Natur und Landschaft möglichst gering zu halten. So sieht z.B. § 2 Abs. 2 Nr. 2 ROG vor, dass die Zerschneidung der freien Landschaft und von Waldflächen zu vermeiden und die Flächeninanspruchnahme im Freiraum zu begrenzen ist. Ziel ist es, ein ökologisches Verbundsystem zu erhalten, was nur dann erreicht werden kann, wenn Projekte und Bebauung konzentriert werden. Allerdings definiert das ROG lediglich ein generelles Ziel und beschränkt sich nicht auf die Bündelung von Freileitungen. (SPANNOWSKY, RUNKEL, GOPPEL & RUNKEL 2010, § 1 Rn. 2 ff.) Anders als das ROG spricht das BNatSchG in § 1 Abs. 5 S. 2 BNatSchG das Bündelungsgebot für Freileitungen klar an. Die Zielsetzung ist die gleiche wie beim ROG. Durch die Bündelung von Freileitungsvorhaben sollen die Zerschneidung der Landschaft sowie Beeinträchtigungen des Naturhaushalts vermieden werden (LÜTKES, EWER & LÜTKES 2011, § 1 Rn. 67 ff.).

Als Grundlage für den Bau von Höchstspannungsleitungen dient der Bundesbedarfsplan, der nach den Vorgaben des BBPIG erlassen wird. Auch im BBPIG ist das Bündelungsgebot normiert. § 2 Abs. 2 BBPIG stellt klar, dass neue Höchstspannungsleitungen in bereits vorhandenen Trassen realisiert werden können.

Möglichkeiten der Bündelung von Vorhaben

Im Rahmen dieses Bündelungsgebots existieren verschiedene Arten von Bündelungsmöglichkeiten. Die Bündelung beschränkt sich nicht auf den Neubau einer Höchstspannungsleitung innerhalb einer bereits existierenden Trasse, dem Neubau im Rahmen einer Parallelführung der Trasse oder auf der Verlegung von Erdkabel in einer bestehenden Trasse. Vielmehr ist die Bündelung auch als Ersatzbeseilung oder als Zuseilung im Rahmen eines bestehenden Mastgestänges möglich (FABENDER & BECKER 2013, Kapitel 2 Rn. 3 ff.; DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 67 f. Siehe auch BNetzA: Methodenpapier Die Raumverträglichkeitsstudie in der Bundesfachplanung 2015, S. 27 f.).

Die Mitbenutzung des Verteilernetzes und der dazu gehörenden Masten seitens eines Übertragungsnetzes könnte eine Änderung i.S.d § 18 NABEG darstellen. Nach § 18 Abs. 1 NABEG bedürfen nicht nur die Errichtung und der Betrieb, sondern auch die Änderung von Leitungen im Sinne von § 2 Abs. 1 NABEG der Planfeststellung durch die zuständige Behörde. Diesbezüglich sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Die Nutzung einer vorhandenen Stromtrasse im Rahmen einer Ersatzbeseilung und
2. die Bündelung von Übertragungs- und Verteilernetz auf demselben Mastgestänge (Zuseilung) (DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 67 f.).

Ersatzbeseilung

Im ersten Fall wird eine bestehende Stromtrasse dahingehend weitergenutzt, dass die bisher vorhandene Beseilung ausgetauscht wird. Die Masten bleiben somit erhalten. Konkret be-

deutet dies, dass z. B. die Leiterseile einer 220 kV-Leitung abgebaut und auf das bestehende Mastgestänge Leiterseile für die Spannungsebene von 380 kV – und damit Leitungen des Übertragungsnetzes – gehängt werden. Eine solche Änderung dürfte im BBPIG nach § 12e Abs. 4 EnWG als Vorhaben, für das ein dringlicher Bedarf besteht, ausgewiesen sein, da hier eine Trasse mit Hochspannungsleitungen in eine Trasse mit Höchstspannungsleitungen umgenutzt wird (Ebd. § 18 Rn. 67). Die ursprüngliche Verteilernetztrasse – die sich nach dem EnWG richtet – ist „umgewidmet“ und unterfällt somit den Vorschriften des NABEG, da sie jetzt als Höchstspannungstrasse genutzt wird. Das Verfahren bezüglich der neuen Beseilung richtet sich daher alleine nach den Vorschriften des NABEG, sofern das Vorhaben im BBPIG ausgewiesen ist. Der Rückbau der alten Leitung wird aufgrund der Konzentrationswirkung des § 75 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) vom NABEG-Verfahren mit umfasst. Eine Bündelung liegt in diesem Fall nicht vor.

Zuseilung

Anders ist es im zweiten Fall. Dort soll nicht die vollständige Beseilung ausgetauscht, sondern vielmehr neben den Verteilernetzleitungen eine zusätzliche Übertragungsnetzleitung auf demselben Gestänge mitgeführt werden. Die Masten und die bestehende Beseilung (z.B.: 220 kV-Leitungen) bleiben erhalten. Zusätzlich zu den bestehenden Leiterseilen werden jedoch auch 380 kV-Leiterseile auf das Gestänge aufgespannt (Ebd. § 18 Rn. 68). Dies hat zur Folge, dass kein weiteres Mastgestänge für die Übertragungsnetzleitungen errichtet werden muss.

Zuseilung auch zwischen neuen Kompaktmasten und bestehenden Mastsystemen möglich?

Zu beachten ist, dass eine gemeinsame Führung von Übertragungs- und Verteilernetzleitungen auf neuen innovativen Kompaktmasten - wie sie im technischen Teil des Projekts beschrieben werden - nur dann möglich ist, wenn sowohl die Mastgestänge als auch die bisherigen Leitungen ausgetauscht werden. Dies hat seinen Grund in der technischen Beschaffenheit der Mastsysteme und Leitungen. Die neuen Mastsysteme sind grundsätzlich niedriger und schmaler gebaut als die bisherigen Donaumasten. Durch die innovative Anbringung der Leiterseile und Isolatoren werden ein geringerer Durchhang und Sicherheitsabstand erreicht. Alte Leiterseile und Mastsysteme weisen diese Beschaffenheit nicht auf, sodass sie nicht mit den hier dargestellten innovativen Kompaktmasten und Leiterseilen kombiniert werden können. Es ist demnach nicht möglich innerhalb einer bestehenden Trasse teilweise einzelne Masten zu ersetzen. Vielmehr müsste der gesamte Bereich ersetzt werden, damit die hier dargestellte Technologie zum Einsatz kommen kann.

Rechtliche Beurteilung der Zuseilung

Auch bei der Führung von Übertragungs- und Verteilernetzleitungen auf neuen Kompaktmasten dürfte jedoch die Stromtrasse im BBPIG nach § 12e Abs. 4 EnWG ausgewiesen sein. Insoweit sind auch hier die Regelungen des NABEG anwendbar, sofern es sich um eine im BBPIG ausgewiesene Höchstspannungsleitung des Übertragungsnetzes handelt. Die bestehenbleibende Leitung des Verteilernetzes unterliegt jedoch weiterhin den Regelungen des EnWG. Diesbezüglich ist zu prüfen, welche rechtlichen Fragestellungen bei dieser Form der Bündelung zu beachten sind.

Bündelung nach § 2 Abs. 3 NABEG

Nach § 2 Abs. 3 NABEG gelten die Vorschriften des NABEG auch, wenn eine NABEG-Maßnahme mit

- dem Neubau von Hochspannungsleitungen mit einer Nennspannung von mindestens 110 kV oder einer Bahnstromfernleitung (in der Regel ebenfalls 110 kV) zusammenfällt und
- diese anderen Leitungen zusammen mit einer NABEG-Maßnahme auf einem Mehrfachgestänge geführt werden können und
- die Planungen so rechtzeitig beantragt werden, dass die Einbeziehung ohne wesentliche Verzögerung für die Bundesfachplanung oder Planfeststellung möglich ist.

Zweck der Regelung ist es, Leitungen mit verschiedenen Spannung (110 kV, 220 kV, 380 kV) auf einem gemeinsamen Gestänge zu führen, um so Neubauten von Freileitungstrassen zu verhindern und bestehende Trassen effektiv zu nutzen (STEINBACH & BOURWIEG 2013, § 2 Rn. 16). Zu beachten ist, dass § 2 Abs. 3 NABEG nur dann gilt, wenn eine Hochspannungsleitung im Rahmen des Verteilernetzes neu gebaut wird. § 2 Abs. 3 NABEG adressiert somit den Fall, dass die Höchstspannungsleitung entweder bereits besteht oder selbst neu gebaut wird und zusätzlich in beiden Fällen mit dem Neubau einer Hochspannungsleitung im Rahmen des Verteilernetzes zusammentrifft. In diesen Fällen gelten dann die Vorschriften des NABEG im Rahmen der Fachplanung und Planfeststellung (DE WITT, SCHEUTEN, WOHLFSHOHL & SCHEUTEN 2013, § 2 Rn. 27 ff.).

Abriss der alten Masten mit verbundener Neuerrichtung für Zuseilung als „Neubau“ i.S.d. § 2 Abs. 3 NABEG?

Es stellt sich somit die Frage, inwieweit ein Abriss der bisherigen Masten und eine Neuerrichtung mit Zuseilung eine Änderung oder einen Neubau bzw. Ersatzneubau darstellen. Hier könnte der Wortlaut des § 2 Abs. 3 NABEG zu eng gefasst sein. Dies folgt aus einem Vergleich mit dem Wortlaut des § 26 NABEG, da dieser den Begriff der „Änderung“ selbst mitumfasst. Insoweit könnte die Regelung des § 2 Abs. 3 NABEG weiter ausgelegt werden, sodass auch der Begriff der „Änderung“ unter den Anwendungsbereich der Norm fällt. Die Gesetzesbegründung steht dem nicht entgegen, da sich der Anwendungsbereich danach generell auf 110 kV-Hochspannungsleitungen erstreckt (BT-DRUCKS. 2011, S. 23).

Gegen eine solche weite Auslegung spricht jedoch der eindeutige Wortlaut der Norm, der ausdrücklich vom „Neubau“ von 110 kV-Leitungen spricht. Ferner würde eine weite Auslegung auch der Systematik des NABEG widersprechen. Wenn § 2 Abs. 3 NABEG als allgemeine Vorschrift die Leitungsbündelung generell unter die Fachplanung und Planfeststellung des NABEG stellt, wäre die Regelung des § 26 NABEG – der eine Leitungsbündelung auf Antrag erst im Rahmen der Planfeststellung vorsieht – überflüssig. Insoweit ist unter strikter Beachtung des Wortlauts des § 2 Abs. 3 NABEG davon auszugehen, dass diese Vorschrift nur für den Neubau von Hochspannungsleitungen gilt.

Abriss und Neuerrichtung als „Errichtung“ i.S.d. § 26 NABEG?

Zu beachten ist, dass es hier aufgrund der technischen Bestimmungen notwendig ist, die alten Mastsysteme abzubauen und neu zu errichten, um eine Bündelung mit den neuen

Masten und Leiterseilen zu ermöglichen. Fraglich ist, ob der Abriss und die anschließende Errichtung einen Neubau i.S.d. § 2 Abs. 3 NABEG darstellen oder vielmehr als bloße Errichtung nach § 26 NABEG zu werten sind. Vom Wortlaut her sprechen sowohl § 2 Abs. 3 NABEG als auch § 26 NABEG von der Möglichkeit der Bündelung. § 2 Abs. 3 NABEG spricht jedoch von einem „Neubau“ von Hochspannungsleitungen, während § 26 NABEG die „Errichtung, den Betrieb und die Änderung von Hochspannungsleitungen“ betrifft.

§ 2 Abs. 3 NABEG erfasst den Neubau von Hoch- und Höchstspannungsleitungen demnach dann, wenn diese Leitungen mit einer Leitung nach § 2 Abs. 1 NABEG auf einem Mehrfachgestänge geführt werden können, ein einheitliches Verfahren angestrebt wird und keine Verzögerung stattfindet (DE WITT, SCHEUTEN & GEISMANN 2013, § 26 Rn. 7). In der Folge werden die Leitungen der Hochspannungsebene in die Bundesfachplanung und Planfeststellung mit einbezogen.

§ 26 NABEG regelt hingegen den Fall, dass die Leitungen der Hochspannungsebene erst im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens mit einbezogen werden; wenn also die Bundesfachplanung schon abgeschlossen ist. Es zeigt sich somit erst auf der Ebene der Planfeststellung, ob eine Bündelung möglich und sinnvoll erscheint (DE WITT, SCHEUTEN, WOLFSHOHL & SCHEUTEN 2013, § 2 Rn. 32). Die Entscheidung im Rahmen des § 2 Abs. 3 NABEG erfolgt bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung.

Für den vorliegenden Fall kommt es somit maßgeblich darauf an, ob der Rückbau der bestehenden Hochspannungsleitungen, um diese gegen neue Leitungen und Mastsysteme auszutauschen, auf denen eine Bündelung stattfinden kann, einen Neubau i.S.d. § 2 Abs. 3 NABEG oder eine Errichtung bzw. Änderung nach § 26 NABEG darstellt. In § 2 Abs. 3 NABEG wird der Begriff „Neubau“ selbst nicht definiert. Im Rahmen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) werden Neubauten nach § 2 Nr. 3 als Objekte, „die neu errichtet oder neu hergestellt werden“, bezeichnet. Im Verhältnis zu Umbauten, Ausbauten und Modernisierungen bauen sie nicht auf vorhandener Bausubstanz auf, sondern erfordern eine ursprüngliche Leistung (MESSERSCHMIDT, VOIT, SCHWENKER & WESSEL 2012, § 2 Rn. 4). Legt man diese Definition zugrunde, dann könnte es sich bei dem Rückbau und der damit verbundenen Neuaufstellung der neuen Masten um einen Neubau handeln. Denn für die neuen Masten wird eine vollständig neue Bausubstanz verwendet, während die bestehende Bausubstanz komplett abgetragen wird.

Etwas anderes könnte sich jedoch aus der Definition des Begriffs „Errichten“ – der weiter gefasst ist als der Begriff „Neubau“ –, dem Wortlaut und der Systematik der §§ 2 Abs. 3, 26 NABEG ergeben. Dieser Begriff wird nicht nur im NABEG, sondern auch in anderen Gesetzen wie dem EnWG und dem BImSchG verwendet. Insoweit kann – da das NABEG auch keine diesbezügliche Definition enthält – auf die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) verwiesen werden (DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 56).

Der Begriff der Errichtung nach § 4 BImSchG wird wie folgt umschrieben:

„Der Begriff der Errichtung ist nach der amtlichen Begründung weit zu verstehen und umfasst 'nicht allein das Stadium des Aufbaus, sondern auch die Einrichtung der Anlage, so dass die gesamte technisch-konstruktive Beschaffenheit der Anlage, einschließlich ihrer Funktionsweise, der Prüfung zu unterziehen ist'. Einbezogen ist damit zunächst der Aufbau der Anlage, wobei die Genehmigung bereits die Durch-

führung von Baumaßnahmen gestattet (s. zur vergleichbaren Lage im Atomrecht BVerwG NVwZ 1995, 999). Vom Begriff der Errichtung erfasst ist mithin nicht (nur) der abgeschlossene Vorgang der Anlagenherstellung, sondern bereits der (faktische, BayObLG BayVBl. 1986, 251; Kotulla in Kotulla Rn. 70) Beginn der Bautätigkeit einschließlich der Ausschachtungsarbeiten, die Errichtung einzelner (Teil-)Bauwerke sowie die Aufstellung und Einrichtung von Maschinen und Geräten etc, nicht jedoch lediglich vorbereitende Handlungen, die keinen Bezug etwa zur Aufbereitung des Grundstücks haben“. (LANDMANN, ROHMER, DIETLEIN 2015, § 4 BImSchG Rn. 70)

Beim hier untersuchten Fall der Bündelung von Übertragungs- und Verteilernetzleitungen auf einem neuen Kompaktmastgestänge innerhalb einer existierenden Verteilernetztrasse soll das bestehende Mastsystem des Verteilernetzes zurückgebaut und ein neues Mastsystem aufgebaut werden. Der Aufbau der Anlage wird dabei eindeutig vom Anwendungsbereich der Definition zum Begriff des Errichtens erfasst. Daran knüpft die Frage an, ob in dieser Konstellation ein Neubau vorliegt. Da ein Neubau auch immer eine Errichtung darstellt, könnte dies im Umkehrschluss vertretbar sein.

Dagegen könnte der Wortlaut des § 2 Abs. 3 NABEG sprechen. Im Vergleich zu § 26 NABEG wird hier nicht das Wort „Errichten“, sondern bewusst das Wort „Neubau“ gewählt, sodass sich § 2 Abs. 3 NABEG auf die Fälle beschränken könnte, in denen die gesamte Hochspannungsleitung komplett neu geplant und noch nicht vorhanden ist. Dies wäre auch mit der Systematik und dem unterschiedlichen Sinn und Zweck der §§ 2 Abs. 3, 26 NABEG vereinbar, da die Bundesfachplanung eine umfassende Prüfung für neue Leitungen verfolgt, während im hier dargestellten und untersuchten Fall das Planungsverfahren für die Hochspannungsleitung bereits abgeschlossen ist und die Masten jetzt lediglich ausgetauscht werden (DE WITT, SCHEUTEN & GEISMANN 2013, § 26 Rn.xx). Darüber hinaus bezieht sich das Vorhaben auf die bereits vorhandene Anlage und stellt sich nicht als Errichtung einer weiteren Anlage neben der bestehenden dar (BVERWG 2008, Rn. 3). Auch führt der Austausch der Masten nicht dazu, dass der Charakter der Anlage verändert wird (LANDMANN, ROHMER, REIDT & SCHILLER 2015, § 16 BImSchG Rn. 32 ff.). Die Charakteristika der Mastgestänge bleiben vielmehr erhalten und beinhalten keine prägenden neuen Aspekte die sich von den vorherigen Masten unterscheiden. Sie sind für jedermann immer noch als Strommasten einzuordnen. Auch erfordert eine Neuerrichtung, dass „die Anlage an einer ganz anderen Stelle neu aufgebaut wird“ (JARASS 2015, § 15 Rn. 7). Im Falle des Einsatzes der neuen Kompaktmasten bleibt der Platz, an dem die Masten errichtet werden - nämlich innerhalb der bestehenden Trasse - jedoch gleich.

Dem könnte entgegen gehalten werden, dass die Begriffe „Neubau“ und „Neuerrichtung“ inhaltlich gleichgelagert sind. Im Bau und Architektenrecht verhält es sich im Rahmen eines Abrisses mit anschließendem Aufbau so, dass der anschließende Aufbau als Neubau zu qualifizieren ist, da es nicht darauf ankommt, ob an früherer Stelle schon einmal ein Gebäude gestanden hat (KORBION, MANTSCHIEFF, VYGEN, GALDA & WIRTH 2016, § 2 Rn. 8).

Zwischenergebnis

Im Ergebnis wird der Ansicht, die von einem Ersatzneubau ausgeht, zu folgen sein. Zu beachten ist nämlich, dass es hier nicht lediglich um den Austausch einzelner Komponenten, sondern der gesamten Leitung inklusive Masten geht. Auch wenn der Trassenverlauf beibe-

halten wird, handelt es sich bei der Rück- und Neuerrichtung von Masten sowie Leiterseilen um einen Neubau (OVG LÜNEBURG, 2013, S. 219 f.). Die Maßnahme ist somit auch nicht als Änderung und damit als Zuseilung i.S.d. § 18 NABEG zu sehen, da es nicht lediglich um die Veränderung des vorhandenen Mastgestänges geht (DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 66). Vielmehr muss – um eine Zuseilung zu ermöglichen – das gesamte Mastsystem neu errichtet werden. Dieser Neubau ist selbst planfeststellungsbedürftig nach § 43 EnWG. § 2 Abs. 3 NABEG greift somit dann ein, wenn die Bundesfachplanung noch nicht abgeschlossen ist und im frühen Verfahren Bündelungsmöglichkeiten erkannt und diskutiert werden (DE WITT, SCHEUTEN, WOLFSHOHL & SCHEUTEN 2013, § 2 Rn. 32).

Die Bündelung nach § 26 NABEG

Der zweite Fall der Bündelung ist in § 26 NABEG geregelt. Danach ist eine Bündelung möglich, sofern die Hochspannungsleitung nicht im Bundesnetzplan aufgeführt ist. Allerdings ist zu beachten, dass hier eine Entscheidung erst auf der Planfeststellungsebene stattfindet. Die Zuseilung im Hinblick auf bestehende Verteilernetztrassen fällt somit grundsätzlich unter § 26 NABEG. Im Gegensatz zu § 2 Abs. 3 NABEG kommt dieser Fall in Betracht, wenn die Bundesfachplanung bereits abgeschlossen ist und erst auf der Ebene der Planfeststellung die Möglichkeit der Bündelung erkannt wird und realisiert werden soll. Im Rahmen des § 26 NABEG ist jedoch zu beachten, dass die Anwendung einen Antrag auf gemeinsame Durchführung seitens des Vorhabenträgers voraussetzt.

Varianten der Antragsstellung und Durchführung der Bündelung nach § 26 NABEG

Fraglich ist insoweit, ob ein Antrag eines Vorhabenträgers ausreicht, oder ob jeder Vorhabenträger einen gesonderten Antrag stellen muss und zusätzlich ein Antrag auf Durchführung einer einheitlichen Entscheidung erforderlich ist.

Grundsätzlich handelt es sich bei dem Ersatzneubau und der Zuseilung um eine Errichtung und damit um ein Vorhaben i.S.d. § 26 NABEG, sodass sowohl der Verteiler- als auch der Übertragungsnetzbetreiber jeweils einen eigenen Planfeststellungsantrag stellen können. Darüber hinaus ist fraglich, ob auch der Antrag auf Durchführung des gemeinsamen Verfahrens von beiden Vorhabenträgern gestellt werden muss. Sofern ein Antrag von beiden Netzbetreibern erforderlich ist, schließt sich daran die Frage an, welche Auswirkungen und Möglichkeiten bestehen, sofern sich der Verteilernetzbetreiber weigert, einen Antrag zu stellen. Möglich erscheint hier eine Verpflichtung seitens der BNetzA nach § 6 NABEG oder aber eine Einbeziehung in die Planfeststellung trotz fehlenden Antrags nach § 18 NABEG aufgrund der Konzentrationswirkung des § 75 VwVfG.

Der Wortlaut des § 2 Abs. 3 und § 26 NABEG spricht selbst nur vom Beantragen einer gemeinsamen Entscheidung. Insoweit könnten die Regelungen dahingehend verstanden werden, dass der Übertragungsnetzbetreiber als Vorhabenträger i.S.d. NABEG als Antragsteller ausreichend ist. Möglich erscheint jedoch auch, dass § 26 NABEG nur eingreift, sofern beide Vorhabenträger – also der Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber – einen Antrag stellen.

Für die Auslegung des § 26 NABEG dahingehend, dass es nur eines Antrags seitens des Übertragungsnetzbetreibers bedarf, spricht der Verweis auf § 78 VwVfG. Danach ist beim Zusammentreffen mehrerer Vorhaben auf die bundesrechtlichen Regelungen zurückzugreifen, sofern ein Vorhaben sich hiernach richtet. Dieser „Vorrang“ von bundesrechtlichen Regelungen könnte dahingehend verstanden werden, dass es aufgrund der Privilegierung der

bundesrechtlichen Vorhaben auch nur eines Antrags seitens desjenigen Vorhabenträgers bedarf, dessen Planung sich nach dem Bundesrecht – hier also dem NABEG – richtet. Insofern wäre ein Antrag des Übertragungsnetzbetreibers ausreichend. Zu beachten ist, dass es hier um die Bündelung von unterschiedlichen Vorhaben geht. Die Gesetzesbegründung zu § 26 NABEG spricht insoweit von „anderen Vorhaben durch dritte Vorhabenträger“ (BT-Drucks. 2011, S. 30). Der Wortlaut kann also auch dahingehend verstanden werden, dass eine gemeinsame Verfahrensführung nur erfolgen kann, sofern gemeinsame Anträge sowohl vom Übertragungs- als auch vom Verteilernetzbetreiber vorliegen (Ebd. S. 23). Dies folgt auch daraus, dass die Vorhaben „gleichzeitig“ beantragt werden sollen (Ebd. S. 30). Die Anträge müssen sich aufeinander beziehen.

Zwischenergebnis

Im Ergebnis wird zwischen den unterschiedlichen Anträgen zu differenzieren sein. Ein Antrag auf Planfeststellung bzgl. des jeweiligen Vorhabens muss von jedem Betreiber selbst gestellt werden. Sofern dies der Fall ist, ist ein Antrag seitens des Übertragungsnetzbetreibers auf Durchführung einer einheitlichen Entscheidung ausreichend (STEINBACH & BOURWIEG 2013, § 26 NABEG Rn. 24), da sich aus § 78 VwVfG ein Vorrang von bundesrechtlichen Vorhaben ergibt und das NABEG eindeutig den Übertragungsnetzbetreiber als Vorhabenträger adressiert. Sollte ein Antrag des Verteilernetzbetreibers dennoch als notwendig angesehen werden, schließt sich die Frage an, ob eine Bündelung auch dann möglich ist, wenn ein Antrag seitens des Verteilernetzbetreibers nicht erfolgt ist.

Möglich erscheint in diesem Fall, dass dennoch eine Planung nach § 18 NABEG erfolgen kann. Dies ist nach § 18 Abs. 1 NABEG denkbar, wenn die zuständige Behörde die für die Änderung der Hochspannungsleitung nach EnWG erforderliche Legitimationsentscheidung im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens konzentriert. Die in § 75 VwVfG geregelte formelle Konzentrationswirkung führt dazu, dass in die Planung nach dem NABEG alle übrigen erforderlichen behördlichen Entscheidungen integriert werden (DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 68). Da die Verteilernetztrasse aufgrund der zu planenden Mitbenutzung seitens des Übertragungsnetzes durch eine Höchstspannungsleitung i.S.d. § 2 Abs. 1 NABEG im BBPIG nach § 12e Abs. 4 EnWG ausgewiesen sein muss, sind die Vorschriften des NABEG anwendbar. Die Stromtrasse gilt danach als länderübergreifende Höchstspannungsleitung nach § 2 Abs. 1 NABEG. Es erfolgt also eine Umwidmung der Trasse (Ebd.).

Verpflichtung zur Antragstellung

Darüber hinaus könnte es seitens der BNetzA auch möglich sein, den Verteilernetzbetreiber zu verpflichten, den erforderlichen Antrag zu stellen; § 6 EnWG. § 6 NABEG bezieht sich jedoch ausschließlich auf den Antrag der Bundesfachplanung und nicht auf den Antrag nach § 26 NABEG. Eine Verpflichtung über § 6 NABEG ist somit nicht möglich. Andere Möglichkeiten sind nicht ersichtlich.

6.3.3 Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers zum Umbau und zur Überlassung des Mastgestänges an den Übertragungsnetzbetreiber

Um seitens des Übertragungsnetzbetreibers die Mastsysteme und somit auch Trassen des Verteilernetzbetreibers mitnutzen zu können, könnte die Möglichkeit einer Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers bestehen. Im folgenden Abschnitt soll untersucht werden ob eine

solche Verpflichtungsmöglichkeit bereits besteht und inwieweit finanzielle Aspekte dabei eine Rolle spielen.

Im Rahmen einer möglichen Bündelung von Leitungen sind drei weitere Aspekte zu beachten. Zum einen könnten die Anforderungen der Entflechtung nach § 6 f. EnWG einer Bündelung entgegenstehen. Fraglich ist ferner, ob eine Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers durch die BNetzA dahingehend möglich ist, dass dieser sein Mastgestänge zur Mitführung einer Leitung des Übertragungsnetzes neu errichtet und anschließend dem Übertragungsnetzbetreiber entgeltlich überlässt. Zum anderen können sich auf der Kostenebene rechtliche und finanzielle Probleme für den Verteilernetzbetreiber ergeben.

Möglichkeit zur freiwilligen Bündelung trotz des Entflechtungsgebots

Die §§ 6 f. EnWG regeln die Entflechtung von Übertragungs- und Verteilernetzbetreibern. Das heißt, dass Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber rechtlich unabhängig voneinander ausgestaltete Unternehmen sein müssen, sodass eine rechtliche Bündelung von Übertragungs- und Verteilernetz ausgeschlossen ist (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & HÖLSCHER 2015, vor §§ 6ff. Rn. 1 ff.). Ein gemeinsamer Betrieb durch einen Kombinationsnetzbetreiber ist nach § 6d EnWG nur unter strengen Voraussetzungen möglich. Diese Regelungen bedeuten jetzt allerdings nicht, dass eine gemeinsame Führung von Übertragungs- und Verteilernetz auf einem Mehrfachgestänge von vornherein ausgeschlossen ist. Die Vorschriften über die Entflechtung betreffen vielmehr wettbewerbs- und kartellrechtliche Umstände (Ebd. § 6 Rn. 8 f.). § 12 Abs. 2 EnWG verpflichtet die Übertragungsnetzbetreiber darüber hinaus zur Kooperation mit anderen Netzbetreibern. § 12 Abs. 2 EnWG erwähnt selbst jedoch nur den Austausch von Informationen und spricht nicht von einer direkten Kooperation im Rahmen einer Synergie. BOURWIEG zieht daraus die Vermutung, dass Netze, die so parallel zueinander geführt werden, dass ein gemeinsames Mastsystem möglich ist, auch technisch miteinander verbunden sind (STEINBACH & BOURWIEG 2013, § 2 Rn. 22). Als Folge könnte sich diese Kooperationspflicht auch auf die Infrastrukturplanung und –bündelung erstrecken (Ebd.).

Im Ergebnis wird dem zuzustimmen sein. Die Grundsätze der Entflechtung sind durch eine Bündelung der unterschiedlichen Netzebenen nicht betroffen, da Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber weiterhin rechtlich unabhängig voneinander agieren. Ferner können auch schon auf dieser Stufe umweltrechtliche Aspekte wie das Vorsorgeprinzip beachtet werden. Danach sollen Umweltbeeinträchtigungen möglichst verhindert oder auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Eine gemeinsame Leitungsführung würde den Bau weiterer Masten verhindern und somit umweltrechtlichen Aspekten zu Gute kommen. Ferner sind auch finanzielle Umstände zu beachten, da eine gemeinsame Trassenführung für beide Betreiber kostengünstiger sein kann, insbesondere was Wartung und Bau angeht. Den Vorschriften des NABEG und des EnWG kann somit zwar entnommen werden, dass eine gemeinsame Nutzung des Übertragungs- und Verteilernetzes rechtlich zulässig ist. Offen bleibt aber, wie diese gemeinsame Nutzung im Einzelnen rechtlich ausgestaltet ist.

Möglichkeit der Verpflichtung der Verteilernetzbetreiber nach §§ 2 Abs. 3, 26 NABEG

Fraglich ist, ob neben einer freiwilligen Kooperation zwischen Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber, wie sie in bestimmten Fällen bereits praktiziert wird (BNETZA 2012, S. 20; BNETZA 2013, S. 25), auch eine Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers seitens der BNetzA möglich ist. Dies ist nur der Fall, wenn mit der Bündelung nach §§ 2 Abs. 3, 26

NABEG auch eine solche Verpflichtung einhergeht. Fraglich ist auch, wie diese Verpflichtung dann tatsächlich umgesetzt wird. Möglich wäre, dass das im Eigentum des Verteilernetzbetreibers stehende Mastgestänge so errichtet wird, dass auch die Leitung eines Übertragungsnetzbetreibers mitgeführt werden kann. Eine Einigung zwischen den beiden Netzbetreibern könnte dann mittels eines Miet- oder Pachtvertrages erfolgen. Ebenso denkbar wäre, dass ein neues Mastgestänge errichtet wird, was im Eigentum des Übertragungsnetzbetreibers steht, der Verteilernetzbetreiber jedoch u.U. einen Miteigentumsanteil am Mastgestänge erhält. Dabei ist grundsätzlich zu beachten, dass eine rein freiwillige Kooperation seitens der Netzbetreiber möglich ist, z.B. durch Mieten des Mastgestänges. Etwas anderes folgt auch nicht aus den Entflechtungsvorschriften für die Übertragungsnetzbetreiber; § 8 f. EnWG. § 8 EnWG verlangt eine „eigentumsrechtliche“ Entflechtung der einzelnen Transportnetze. Nach § 8 Abs. 2 EnWG hat danach der jeweilige Netzbetreiber unmittelbar oder vermittelt durch Beteiligungen Eigentümer des Transportnetzes zu sein. Neben unmittelbarem und mittelbarem Eigentum durch eine 100%ige Tochter erfüllt auch Bruchteilseigentum den Begriff des unmittelbaren Eigentums nach § 8 Abs. 1 EnWG. (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & HÖLSCHER 2015, § 8 Rn. 8)

Nutzungsüberlassung trotz fehlendem Eigentum?

Wenn der Transportnetzbetreiber nicht Eigentümer des Mastgestänges ist, steht dies einer mögliche Nutzungsüberlassung nicht entgegen. Der Wortlaut des § 8 EnWG ist insoweit teleologisch zu reduzieren (Ebd. § 8 Rn. 14). Die BNetzA hat im Rahmen von bislang erfolgten Zertifizierungsverfahren (BNetzA 2012, S. 20; BNetzA 2013, S. 25) verschiedene Kriterien für eine Nutzungsüberlassung eines Mastgestänges durch Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber entwickelt. Im Rahmen der Beschlüsse und der Aufstellung der Kriterien weist die BNetzA darauf hin, dass eine Nutzungsüberlassung – auch vor dem Hintergrund des NOVA-Prinzips und der politischen und rechtlichen Schwierigkeiten der Planung einer neuen Trasse – von großer Bedeutung ist. Gemäß dem NOVA-Prinzip soll im Rahmen des Netzausbaus die Netz-Optimierung vor der Verstärkung vor dem Ausbau erfolgen (DE WITT, SCHEUTEN & DE WITT 2013, § 4 Rn. 8). In § 11 EnWG werden diese Begriffe ebenfalls genannt, allerdings ohne eine konkrete Rangvorgabe vorzusehen (BT-DRUCKS. 16/10491, S.18). Im Rahmen des NABEG finden sich bezüglich einer Nutzungsüberlassung keine Verbotsvorschriften, die eine „Zusammenarbeit“ der Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber ausschließen. Danach ist

„§ 10a Abs. 1 EnWG im Wege der teleologischen Reduktion dahingehend zu interpretieren, dass Nutzungsüberlassungslösungen als Ausnahme von der Regel des Eigentumserwerbs im Einzelfall zulässig sind, wenn

1. Der Transportnetzbetreiber (Jeder Betreiber eines Übertragungs- oder Fernleitungsnetzes; § 3 Nr. 31c EnWG) einen solch starken Einfluss auf das überlassene Objekt ausübt, dass diese Fallkonstellation einer Eigentümerstellung vergleichbar ist, d.h. die Überlassungsverträge so ausgestaltet sind, dass der Transportnetzbetreiber faktisch und rechtlich einem Eigentümer vergleichbar agieren kann,
2. Das Objekt von einem anderen Transportnetzbetreiber oder im Rahmen eines als Unabhängiger Systembetreiber zertifizierten Eigentümers zur Nutzung überlassen wird, und

3. Das überlassene Objekt im Verhältnis zum Gesamttransportnetz nicht wesentlich ins Gewicht fällt; also nur solche Leitungen oder Anlagen zur Nutzung überlassen werden, die im Vergleich zum sonstigen Netz eine untergeordnete Rolle spielen.“ (BNETZA 2013, S. 25)

Soweit es um die Nutzung des Verteilernetzes durch das Übertragungsnetz im Hinblick auf einzelne Abschnitte der Trassenplanung geht, sind diese Voraussetzungen erfüllt. Der einzelne Abschnitt stellt im Hinblick auf den Gesamtverlauf der Trasse immer einen geringen Anteil dar. Der Transportnetzbetreiber muss demnach nicht immer Eigentümer der Masten sein, auf denen seine Leiterseile verlaufen. Wie oben bereits erwähnt ist auch eine Miete oder Pacht des Mastgestänges möglich. Allerdings ist es auch nicht vollständig unerheblich in welchem Eigentum die Masten stehen. Wie die Beschlüsse der BNetzA von 2013 (BNETZA 2013, S. 25) und 2012 (BNETZA 2012, S. 20) zeigen, sind in diesen Fällen die drei im vorherigen Absatz genannten Kriterien zu erfüllen.

§ 2 Abs. 3 NABEG regelt insoweit, dass die Vorschriften des NABEG auch anwendbar sind, wenn es um die Bündelung von Höchstspannungs- und Hochspannungsleitung auf demselben Mastgestänge geht. Auch § 26 NABEG stellt klar, dass in diesen Fällen auf der Ebene der Planfeststellung eine einheitliche Entscheidung erfolgen kann.

Fraglich ist, ob aufgrund dieser Vorschriften eine Verpflichtung der BNetzA dahingehend möglich ist, dass der Verteilernetzbetreiber sein Mastgestänge so neu- bzw. umzubauen hat, dass eine Zuseilung auf der Ebene der Fachplanung oder der Planfeststellung zulässig ist. Ob dies der Fall ist, richtet sich nach dem Grundsatz des Vorbehalts des Gesetzes. Danach bedarf es bei Maßnahmen, die einen Grundrechtseingriff (hier: Art. 14 GG) darstellen, einer gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage im Hinblick auf den Inhalt und die Handlungsform (MAUNTZ, DÜRIG & GRZESZICK 2015, Art. 20 Rn. 75). Dabei muss die Ermächtigungsgrundlage zum einen die Tatbestandsvoraussetzungen als auch die jeweilige Rechtsfolge regeln.

Wie oben bereits dargestellt, ergibt sich aus diesen Vorschriften i.V.m. § 12 Abs. 2 EnWG die rechtliche Möglichkeit einer solchen Bündelung der Leitungen. Für eine bereits de lege lata bestehende Ermächtigung könnte auch der Sinn und Zweck des NABEG – und insbesondere des Fachplanungs- und Planfeststellungsverfahrens – sprechen. Im Rahmen der Gesetzesbegründung weist der Gesetzgeber als Ziel des Gesetzes „eine Beschleunigung des Ausbaus der Stromnetze der Höchstspannungsebene und der Hochspannungsebene“ (BT-Drucks. 2011, S. 1) aus. Vor diesem Hintergrund und angesichts des NOVA-Prinzips, welches einer Optimierung und Verstärkung der Netze Priorität vor dem Ausbau einräumt, könnte man die jeweiligen Normen weit auslegen und dahingehend verstehen, dass sie nicht nur planerische, sondern auch verpflichtende Aspekte beinhalten.

Gegen eine solch weite Auslegung bestehen Bedenken: Zwar ist es zutreffend, dass durch das NABEG eine Beschleunigung des Ausbaus von Netzen erreicht werden soll. Dies beinhaltet jedoch nicht die Möglichkeit, die einzelnen Normen vor diesem Hintergrund entsprechend weit auszulegen. Eine solche weite Auslegung würde zu einer Überdehnung des Wortlauts führen. Die Normen des Fachplanungs- und Planfeststellungsrechts beinhalten – wie sich aus den Worten selber bereits ergibt – lediglich planungsrechtliche Aspekte und regeln das jeweilige Planungsverfahren. Im Fachplanungsverfahren wird grob der Trassenverlauf festgelegt, sodass hier die Verteilernetztrassen mit einbezogen werden können. Zu beachten ist, dass auf dieser Ebene der konkrete Trassenverlauf gerade noch nicht festge-

legt wird. Insoweit wird keine endgültige Regelung bzgl. der Ausgestaltung der Bündelung getroffen. Möglich ist nämlich auch, dass eine Bündelung nicht durch eine Zuseilung, sondern durch den Bau eines weiteren Mastgestänges im neben dem bereits bestehenden Verteilermastgestänge innerhalb desselben Trassenkorridors erfolgt. Ferner beinhaltet die Bündelung über § 2 Abs. 3 NABEG ein frühzeitiges „Koordinierungs- und Abstimmungsverfahren“ (FAßBENDER, POSSER & WILBRAND 2013, Kapitel 4 Rn. 14) durch den Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber. Dies bedeutet, dass eine Verpflichtung auf dieser Ebene gerade nicht stattfinden soll. Vielmehr deuten diese Regelungen auf eine freiwillige Zusammenarbeit seitens der Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber hin. Darüber hinaus ist nach § 15 Abs. 3 NABEG zu beachten, dass die Entscheidung der Fachplanung nach § 12 NABEG keine unmittelbare Außenwirkung beinhaltet. Die jeweiligen Grundstückseigentümer oder Verteilernetzbetreiber sind bislang nur abstrakt und nicht konkret betroffen, da eine konkrete Trassenplanung auf der Ebene der Fachplanung noch nicht erfolgt (DE WITT, SCHEUTEN & DE WITT 2013, § 15 Rn. 47). Die Maßnahmen der Fachplanung haben nur verwaltungsinternen Charakter (BR-DRUCKS. 2011, S. 44), sodass eine Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers auf der Ebene der Fachplanung nicht möglich ist.

Ein anderes Ergebnis zeigt sich auch nicht auf der Ebene der Planfeststellung nach § 18 f. NABEG. Eine Verpflichtung folgt nicht aus den §§ 18, 26 NABEG. § 26 NABEG regelt nur, dass beim Zusammentreffen von mehreren Vorhaben eine einheitliche Entscheidung beantragt werden kann. Danach besteht insoweit grundsätzlich ein Ermessensspielraum dahingehend, ob die Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber von dieser Möglichkeit auch Gebrauch machen. Eine Regelung bzgl. einer Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers lässt sich dieser Vorschrift gerade nicht entnehmen. Auch stellt § 26 NABEG im Vergleich zu den übrigen Vorschriften der Planfeststellung eine Ausnahme dar. Die §§ 18 Abs. 1, 2 Abs. 1 NABEG erfassen im Planfeststellungsverfahren nur Höchstspannungsleitungen mit 220 kV oder mehr, nicht aber Hochspannungsleitungen mit 110 kV, wie sie im Verteilernetz üblich sind. Zwar erfasst die formelle Konzentrationswirkung im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens nach § 18 NABEG auch alle übrigen Genehmigungen, die für die Planung erforderlich sind; daraus ergibt sich aber nach dem Wortlaut noch keine Möglichkeit eine Entscheidung zu treffen, die über die bloße Planfeststellung hinaus geht. (DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 18 f.)

Zwischenergebnis

Eine Verpflichtungsmöglichkeit, durch die der Verteilernetzbetreiber gezwungen werden kann, sein Mastgestänge so umzurüsten, dass auch der Übertragungsnetzbetreiber mittels Zuseilung das Mastgestänge nutzen kann, lässt sich nicht aus den §§ 2 Abs. 3, 26 NABEG ableiten. Darüber hinaus enthalten die Normen auch keine Möglichkeit, den Verteilernetzbetreiber zu verpflichten, dem Übertragungsnetzbetreiber sein Mastgestänge zur Verfügung zu stellen.

Möglichkeit der Verpflichtung der Verteilernetzbetreiber nach §§ 27 Abs. 1, 44b EnWG

Etwas anderes folgt auch nicht aus §§ 27 Abs. 1 NABEG, 44b EnWG. Danach kann der Vorhabenträger verlangen, dass nach Abschluss des Anhörungsverfahrens gemäß § 22 NABEG eine vorzeitige Besitzeinweisung durchgeführt wird. § 44b EnWG findet mit der Maßgabe Anwendung, dass der nach dem Verfahrensstand zu erwartende Planfeststellungsbeschluss dem vorzeitigen Besitzeinweisungsverfahren zugrunde zu legen ist. Der Besitzeinweisungsbeschluss ist mit der aufschiebenden Bedingung zu erlassen, dass sein Ergebnis durch den

Planfeststellungsbeschluss bestätigt wird. Anderenfalls ist das vorzeitige Besitzeinweisungsverfahren auf der Grundlage des ergangenen Planfeststellungsbeschlusses zu erweitern. Nach § 44b Abs. 1 EnWG ist eine Besitzeinweisung nur zulässig, wenn der sofortige Beginn von Bauarbeiten geboten ist und sich der Eigentümer oder Besitzer weigert, den Besitz eines für den Bau, die Änderung oder Betriebsänderung von Hochspannungsfreileitungen, Erdkabeln oder Gasversorgungsleitungen im Sinne des nach § 43 benötigten Grundstücks, durch Vereinbarung unter Vorbehalt aller Entschädigungsansprüche, zu überlassen. In diesen Fällen hat die Enteignungsbehörde den Träger des Vorhabens auf Antrag nach Feststellung des Plans oder Erteilung der Plangenehmigung in den Besitz einzuweisen. Der Planfeststellungsbeschluss bzw. die Plangenehmigung müssen vollziehbar sein. Weiterer Voraussetzungen bedarf es nicht.

§ 44b EnWG bezieht sich im Rahmen der vorzeitigen Besitzeinweisung auf das jeweilige Grundstück, auf das später das Mastgestänge errichtet werden soll. Hier geht es jedoch nicht um eine Besitzeinweisung im Hinblick auf das Grundstück selbst, sondern um das Mastgestänge. Dieser Fall wird vom Wortlaut der Norm nicht erfasst. (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & HERMES 2015, § 44b Rn. 6) In Betracht kommt allenfalls eine analoge Anwendung der Norm. Voraussetzung dafür ist eine planwidrige Regelungslücke und eine vergleichbare Interessenlage. Eine Regelungslücke besteht dann, wenn der jeweilige Fall sich nicht unter die Norm subsumieren lässt. Dies ist hier der Fall. Planwidrig ist die Regelungslücke dann, wenn der Gesetzgeber bei Schaffung der Regelung diesen Fall übersehen hat (SCHOCH, SCHNEIDER, BIER, MEISSNER & STEINBEIß-WINKELMANN 2015, § 173 Rn. 54).

Möglichkeit der analogen Anwendung

Hier ist zu beachten, dass die §§ 27 Abs. 1 NABEG, 44b EnWG im Rahmen der Besitzeinweisung und Enteignung sich klar auf die jeweiligen Grundstücke beziehen. Insoweit stellen die §§ 27 Abs. 1 NABEG, 44b EnWG eine abschließende Regelung dar, sodass es an einer planwidrigen Regelungslücke fehlt. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass der Sinn und Zweck der vorzeitigen Besitzeinweisung nach §§ 27 Abs. 1 NABEG, 44b EnWG darin besteht, dass der sofortige Beginn von Bauarbeiten ermöglicht wird (Ebd. § 173 Rn. 7). Vor dem Hintergrund, dass nur auf einzelnen Abschnitten eine Bündelung zwischen Übertragungs- und Verteilernetz erfolgt, ist nicht ersichtlich, warum ein sofortiger Beginn der jeweiligen Bauarbeiten geboten ist. Ferner stellt die vorzeitige Besitzeinweisung eine Vorstufe im Hinblick auf die nachfolgende Enteignung dar. Insoweit setzt jeder Besitzeinweisungsantrag voraus, dass ein Enteignungsantrag mit überwiegender Wahrscheinlichkeit erfolgreich sein würde (BGH 1965, Rn. 7). Dieser Aspekt muss auch bei einer analogen Anwendung unabhängig vom Vorliegen einer planwidrigen Regelungslücke vorliegen. Hier geht es jedoch nicht um eine Enteignung des Verteilernetzbetreibers, sondern lediglich um die Verpflichtung im Hinblick auf eine Neuerrichtung sowie anschließende Mitbenutzung durch Zuseilung. Eine solche geforderte „hohe Wahrscheinlichkeit“ ist hier zweifelhaft.

Eine direkte Anwendung der §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG scheidet aus, da sich das Enteignungsverfahren auf die Entziehung des Eigentums am Grundstück oder zumindest die Eintragung einer Dienstbarkeit richtet. In Betracht käme lediglich eine analoge Anwendung der §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG. In diesem Fall ist dann jedoch fraglich, gegen welche Partei sich das Verfahren richtet und ob eine solche Maßnahme verhältnismäßig wäre. Hier geht es um die Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers im Hinblick auf einen Neubau seines Mastgestänges sowie um eine anschließende Zuseilung. Eine mögliche Entziehung des

Eigentums – und damit auch eine vorzeitige Nutzungseinweisung – wäre aber nur erfolgversprechend, wenn der Verteilernetzbetreiber auch Eigentümer des Mastsystems ist. Dies richtet sich nach den einschlägigen Regelungen im Zivilrecht; § 946, 93, 94, 95 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). Nach § 946 wird eine bewegliche Sache wesentlicher Bestandteil des Grundstücks, wenn sie mit diesem verbunden wird. Ob eine Sache wesentlicher Bestandteil ist, richtet sich nach den §§ 93 f. BGB.

Dabei gehen die Rechtsprechung und die Literatur grundsätzlich davon aus, dass Strommasten über den einbetonierten Sockel derart fest mit dem Grundstück verbunden sind, dass die Voraussetzungen der §§ 93, 94 BGB erfüllt sind und die Masten selbst Eigentum am Grundstück werden (MAHNE 2009, S. 86; BGH NJW 1968, S. 2331). Eine Ausnahme wird nach den Umständen des Einzelfalls dann gemacht, wenn eine der Voraussetzungen des § 95 BGB vorliegt. Hier greift § 95 Abs. 1 S. 2 BGB ein, da für Freileitungen als „milderes Mittel“ im Rahmen des Enteignungsverfahrens i. d. R. eine Dienstbarkeit vereinbart wird. Insoweit werden die Strommasten nicht wesentlicher Bestandteil des Grundstücks und das Eigentum an ihnen und den Leitungen verbleibt bei den Verteilernetzbetreibern. Das Verfahren richtet sich somit gegen den Verteilernetzbetreiber.

Eine analoge Anwendung der §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG setzt – losgelöst von der Frage, ob eine planwidrige Regelungslücke für eine analoge Anwendung besteht – voraus, dass die Maßnahme auch verhältnismäßig ist. Dies ist nicht der Fall, sofern gleich geeignete, aber mildere Mittel ersichtlich sind. Im Rahmen der Abwägung ist hier zu beachten, dass bei einer Weigerung eine Bündelung nur durch eine weitere Trasse im jeweiligen Trassenkorridor möglich ist. Art. 14 GG beinhaltet auch die Sozialpflichtigkeit des Eigentums – also den sozialen Bezug im Hinblick auf die Allgemeinheit. Diese Aspekte überwiegen hier nicht. Zwar stellen die Netzoptimierung und der Netzausbau ein gewichtiges Ziel dar, dies darf jedoch nicht dazu führen, den Zweck der §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG zu überdehnen. Eine Weigerung seitens des Verteilernetzbetreibers steht einem effizienten Netzausbau nicht entgegen. Ferner bestehen ebenso wie bei der Enteignung von Grundstückseigentümern mit dem Abschluss von Miet- oder Pachtverträgen mildere Mittel, die berücksichtigt werden müssen.

Darüber hinaus fehlt es für eine analoge Anwendung der §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG an einer planwidrigen Regelungslücke. Ebenso wie bei der vorzeitigen Besitzeinweisung bezieht sich der Wortlaut der Norm eindeutig auf die Enteignung im Hinblick auf das jeweilige Grundeigentum. Insbesondere aus diesem Grund scheidet eine analoge Anwendung der §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG aus.

Zwischenergebnis

Es lässt sich somit festhalten, dass sowohl aus §§ 27 Abs. 1 NABEG, 44b EnWG als auch aus §§ 27 Abs. 2 NABEG, 45 EnWG keine entsprechende Verpflichtungsermächtigung seitens der BNetzA abgeleitet werden kann.

Im Ergebnis ergibt sich aus dem NABEG selbst keine Verpflichtungsmöglichkeit seitens der BNetzA. Fraglich ist jedoch, ob sich aus dem EnWG oder der Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV) eine Verpflichtungsmöglichkeit ergibt.

Möglichkeit der Verpflichtung der Verteilernetzbetreiber nach § 65 EnWG

Eine Verpflichtungsmöglichkeit könnte sich aus § 65 EnWG ergeben. Nach § 65 Abs. 1 EnWG kann die Regulierungsbehörde Unternehmen oder Vereinigungen von Unternehmen verpflichten, ein Verhalten abzustellen, das den Bestimmungen dieses Gesetzes sowie den auf Grund dieses Gesetzes ergangenen Rechtsvorschriften entgegensteht. Sie kann hierzu alle erforderlichen Abhilfemaßnahmen verhaltensorientierter oder struktureller Art vorschreiben, die gegenüber der festgestellten Zuwiderhandlung verhältnismäßig und für eine wirksame Abstellung der Zuwiderhandlung erforderlich sind. Abhilfemaßnahmen struktureller Art können nur in Ermangelung einer verhaltensorientierten Abhilfemaßnahme von gleicher Wirksamkeit festgelegt werden oder wenn letztere im Vergleich zu Abhilfemaßnahmen struktureller Art mit einer größeren Belastung für die beteiligten Unternehmen verbunden wäre. Nach § 65 Abs. 2 EnWG kann die Regulierungsbehörde die Maßnahmen zur Einhaltung der Verpflichtungen anordnen, wenn ein Unternehmen oder eine Vereinigung von Unternehmen seinen Verpflichtungen nach diesem Gesetz oder den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen nicht nachkommt. Beide Absätze verlangen einen Verstoß gegen Vorschriften des EnWG oder auf dessen Grundlage erlassener Rechtsverordnungen.

Verstoß gegen § 11 EnWG

Ein solcher Verstoß könnte sich aus §§ 11, 12 EnWG ergeben. Nach § 11 Abs. 1 EnWG sind Betreiber von Energieversorgungsnetzen verpflichtet, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminierungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, soweit es wirtschaftlich zumutbar ist. Sie haben insbesondere die Aufgaben nach den §§ 12 bis 16a EnWG zu erfüllen. Die Verpflichtung gilt auch im Rahmen der Wahrnehmung der wirtschaftlichen Befugnisse der Leitung des vertikal integrierten Energieversorgungsunternehmens und seiner Aufsichtsrechte nach § 7a Abs. 4 S. 3 EnWG.

Sofern die Maßnahme des Ersatzneubaus zur Führung einer Zuseilung unter die in § 11 Abs. 1 EnWG genannten Pflichten der Optimierung, Verstärkung oder des Ausbaus gehört, könnte insoweit ein Verstoß zu bejahen sein. Fraglich ist, wie weit die Pflichten aus § 11 Abs. 1 EnWG reichen. Grundsätzlich ergibt sich aus den §§ 11, 12 und 15 EnWG eine Kooperationspflicht seitens der Netzbetreiber. (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & SÖTEBIER 2015, § 12 Rn. 34). Nach § 14 Abs. 1 c EnWG sind die Betreiber von Elektrizitätsverteilernetzen verpflichtet, Maßnahmen des Betreibers von Übertragungsnetzen oder Maßnahmen eines nach Abs. 1 S. 1 verantwortlichen Betreibers von Elektrizitätsverteilernetzen, in dessen Netz sie unmittelbar oder mittelbar technisch eingebunden sind, nach dessen Vorgaben und den dadurch begründeten Vorgaben eines vorgelagerten Betreibers von Elektrizitätsverteilernetzen durch eigene Maßnahmen zu unterstützen, soweit diese erforderlich sind, um Gefährdungen und Störungen in den Elektrizitätsversorgungsnetzen mit geringstmöglichen Eingriffen in die Versorgung zu vermeiden; dabei gelten die §§ 12 und 13 EnWG entsprechend.

Fraglich ist, ob ein Verstoß gegen § 14 Abs. 1 c EnWG vorliegt. Die Zuseilung und Leitungsbündelung und der damit verbundene Umbau des Mastsystems seitens des Verteilernetzbetreibers könnten eine Unterstützungsmaßnahme darstellen. Die Vorschrift setzt vom Wortlaut her voraus, dass die Unterstützungsmaßnahme dazu dient, um Gefährdungen und Störungen in den Elektrizitätsversorgungsnetzen zu vermeiden. Hier geht es vom Zweck her nicht um die Beseitigung oder Vermeidung von Netzbeeinträchtigungen sondern vielmehr um die

Bündelung aus planerischen und umweltrechtlichen Aspekten. Diese Umstände werden von § 14 Abs. 1 c EnWG nicht erfasst (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & HERMES 2015b, § 14 Rn. 16 ff.). In Betracht kommt höchstens eine analoge Anwendung der Norm. Dann müsste eine planwidrige Regelungslücke vorliegen, der Gesetzesgeber also „vergessen“ haben, weitere Fälle – insbesondere den hier genannten Fall der Zuseilung und Leitungsbündelung – zu regeln.

Zu beachten ist, dass der Wortlaut der Norm sich eindeutig auf Gefährdungen und Störungen des Versorgungsnetzes bezieht. Dies ergibt sich auch aus dem Verweis auf §§ 12, 13 EnWG, die sich mit Sicherheitsaspekten befassen. Dies zeigt, dass der Gesetzgeber den Umfang der Unterstützungsmaßnahmen bewusst auf Sicherheitsaspekte beschränken wollte (BT-DRUCKS. 2005, S. 119 zu § 14 I a neu). Ein Verstoß gegen § 14 Abs. 1 c EnWG liegt somit nicht vor.

Möglicher Verstoß gegen Kooperationspflicht

Möglich erscheint ein Verstoß gegen die in §§ 11, 12 und 15 EnWG normierten Kooperationspflichten. Danach sind Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber zur Kooperation verpflichtet, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & SÖTEBIER 2015, § 11 Rn. 18 f.). Neben der Kooperationspflicht normiert § 11 auch die Pflicht zur Optimierung, Verstärkung und zum Ausbau des Netzes. Im Zusammenspiel mit der Kooperationspflicht könnte daraus die Pflicht abgeleitet werden, so zusammenzuarbeiten, dass der Verteilernetzbetreiber aufgrund der Optimierungs- oder Ausbaupflicht solche Mastgestänge errichten müsste, die die Mitführung einer Höchstspannungsleistung ermöglichen. Ferner wäre er aufgrund der Kooperationspflicht dann in der Folge auch verpflichtet, sein Mastgestänge dem Übertragungsnetzbetreiber im Rahmen einer Zuseilung zur Verfügung zu stellen.

Zu untersuchen ist somit, inwieweit der Abriss und Neubau des Mastgestänges eine Verpflichtung i.S.d. § 11 EnWG darstellt.

Die Maßnahme könnte eine Optimierungs- und Verstärkungsmaßnahme darstellen, welche wiederum unter die Kategorie des Ausbaus fällt. Unter den Begriff der Optimierung und Verstärkung fallen aber im wesentlichen Aspekte, bei denen das Netz selbst unangetastet bleibt, jedoch effektiver genutzt werden soll. Dieses sind überwiegend technische Maßnahmen wie z.B. der Austausch der bestehenden durch leistungsfähigere Leitungen (Ebd. § 11 Rn. 57 f.). Der allgemeine Begriff des Netzausbaus erfasst nicht nur die Schaffung von neuen Kapazitäten, sondern auch die Investition in andere für den Betrieb der Netze erforderliche Netzelemente. Demnach ist zunächst einmal fraglich, inwieweit ein Strommast selbst ein Teil des Netzes bzw. ein für den Betrieb des Netzes erforderliches Netzelement darstellt.

Masten als Teil des Stromnetzes

Nach § 3 Nr. 16 EnWG erfasst der Begriff des Energieversorgungsnetzes die Stromnetze aller Spannungsebenen. Die Strommasten selbst werden vom Wortlaut der Norm nicht mit umfasst. Die Masten könnten daher eine bloße Anlage darstellen, die der Halterung des eigentlichen Stromnetzes und der jeweiligen Leitungen dient. Unabhängig von der Frage der Einordnung des Strommastes als Teil des Stromnetzes könnte der Strommast jedoch auch als „Netzelement“ eingeordnet werden. Dann ist zu berücksichtigen, dass der Mast für den

Betrieb der Netze erforderlich sein muss. Der Betrieb des Netzes selbst hängt nicht von dem Strommast als bloße Halterungsanlage ab.

Gegen eine solche „rein abstrakte“ Betrachtung des Netzes als bloße Stromleitung spricht, dass das Netz der Freileitungen ohne die Mastgestänge nicht existieren kann. Insofern könnte die Ansicht vertreten werden, dass die Strommasten und die geführten Leitungen eine Einheit bilden und die Masten damit Teil des Netzes sind (Sailer, EnWZ 2016, 250, 252). Dafür spricht auch, dass zwischen bloßen Masten und Leitungen nicht klar getrennt werden kann, da an den Masten selbst auch andere technische Elemente wie z.B. Isolatoren angebracht sind, die zur Sicherheit des Netzes notwendig und somit ebenfalls als Teil des Netzes anzusehen sind.

Im Ergebnis werden die Strommasten als Trägerkonstruktionen für die Energieleitungen unter den Begriff der Stromübertragungsleitungen zu fassen sein, da sie mit den Leitungen funktional untrennbar verbunden sind (DE WITT, SCHEUTEN & SCHEUTEN 2013, § 18 Rn. 57).

Gründe gegen einen möglichen Verstoß gegen die Kooperationspflicht

Gegen eine Verpflichtung zum Abriss und Neubau spricht die dem § 11 EnWG zugrunde liegenden Stromrichtlinie der Europäischen Union aus dem Jahr 2003 (RL 2003/54/EG). In Art. 17 Abs. 1, Abs. 3, Abs. 7 der Richtlinie ist geregelt, dass der Verteilernetzbetreiber einen effizienten und diskriminierungsfreien Netzzugang zu gewährleisten hat und zur Bereitstellung von Informationen verpflichtet ist. Zwar beinhaltet die Verpflichtung zum effizienten Betrieb des Netzes auch eine Netzausbaupflicht, diese ist jedoch im Hinblick auf den Sinn und Zweck der Richtlinie und des § 11 EnWG zu sehen. Die Richtlinie und auch § 11 EnWG sollen im Bereich der Daseinsvorsorge eine zuverlässige Versorgung mit Energie sicherstellen. Vor diesem Hintergrund bestehen auch eine Netzausbaupflicht und eine damit verbundene Investitionspflicht (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & SÖTEBIER 2015b, § 11 Rn. 60), um einem möglichen wachsenden Energieverbrauch und dem Bau von neuen Leitungen im Hinblick auf den Transport von erneuerbaren Energien zu und der Versorgungssicherheit begegnen. Im Ergebnis sollen durch den Ausbau neue Netzkapazitäten geschaffen werden.

Ferner ist zu beachten, dass es sich hier um den Ausbau des Übertragungsnetzes handelt, sodass die beschriebene Verpflichtung den Übertragungsnetzbetreiber trifft. Möglich wäre es, sich auf den Standpunkt zu stellen, dass diese Pflicht bei der gemeinsamen Nutzung von Trassen auch den Verteilernetzbetreiber betrifft, da die Netze durch ihre Verknüpfung auch technisch miteinander verbunden sind. Damit der Übertragungsnetzbetreiber seiner Pflicht nachkommen kann, könnte dann auch der Verteilernetzbetreiber verpflichtet sein ihn dabei zu unterstützen. Allerdings muss für eine Verpflichtung dann nach Sinn und Zweck der Norm eine Gefährdung der Daseinsvorsorge und damit der Versorgungssicherheit und damit der Versorgung mit Elektrizität gegeben sein. Daher ist fraglich, inwieweit durch eine Weigerung seitens des Verteilernetzbetreibers, seine Mastsysteme so zu gestalten, dass eine Zuseilung möglich ist, eine Gefährdung der Daseinsvorsorge und Versorgungssicherheit auftritt. Es ist zu beachten, dass der Gefährdung der Daseinsvorsorge und Versorgungssicherheit auch durch den Neubau von Übertragungsnetzmasten begegnet werden kann. Zu beachten ist auch, dass § 11 Abs. 1 S. 2 EnWG die Pflichten noch weiter konkretisiert und auf die §§ 12 – 16a EnWG verweist. Dabei geht es insbesondere um die Pflicht der Bereitstellung des Netzes und der technischen Sicherheitsvorkehrungen. Die Möglichkeit der Netznutzung und des Netzzugangs wird hier gerade nicht berührt.

Darüber hinaus kommt § 65 Abs. 2 EnWG aus anderen Gründen nicht als Ermächtigungsgrundlage in Betracht.

Die Norm des § 11 EnWG knüpft an die Verpflichtung zum Ausbau des Netzes im Hinblick auf die Erfüllung der Pflicht zur Daseinsvorsorge und die Versorgungssicherheit an. Hier ist allenfalls der Übertragungsnetzbetreiber verpflichtet, sein Netz weiter auszubauen. Der Verteilernetzbetreiber ist dieser Aufgabe im Rahmen des Baus und der Bereitstellung des Verteilernetzes bereits nachgekommen und demzufolge nicht betroffen. Es fehlt insoweit an einer Gefahr für die Verpflichtung im Rahmen der Daseinsvorsorge, da eine Planung und ein Bau des Übertragungsnetzes auch ohne die Inanspruchnahme seitens des Verteilernetzes möglich sind.

Die Vorschrift des § 65 Abs. 2 EnWG erweist sich vor dem Hintergrund einer Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers, sein Mastgestänge auszubauen und eine Leitung des Übertragungsnetzes mitzuführen, auch als zu unbestimmt. Nach § 65 Abs. 2 EnWG wird die BNetzA ermächtigt, die zur Einhaltung der Verpflichtung erforderlichen Maßnahmen anzuordnen. Das würde bedeuten, dass sie den Verteilernetzbetreiber nicht nur zum Neubau seines Mastgestänges, sondern auch zur Duldung der Zuseilung seitens des Übertragungsnetzbetreibers verpflichten könnte. Dabei würde außer Acht gelassen, dass der Übertragungsnetzbetreiber das Mastgestänge auch ohne eine Gegenleistung nutzen würde. Die BNetzA verfügt jedoch nicht über die Befugnis, eine solche – üblicherweise zivilrechtlich vereinbarte Gegenleistung – festzulegen. Zwar hat der jeweilige Netzbetreiber im Rahmen des Art. 14 GG die Sozialpflichtigkeit des Eigentums zu beachten. Dies greift hier jedoch nur bedingt, da es nicht um die Beseitigung einer Gefährdung der Daseinsvorsorge und der Versorgungssicherheit geht. Art. 14 GG normiert auch die Anerkennung des Privateigentums als wichtiges Gut und Grundrecht. Würde § 65 Abs. 2 EnWG als Verpflichtungsermächtigung ausreichen, dann würden wesentliche zivilrechtliche Grundsätze wie z.B. die Freiheit des Vertragsschlusses ausgehebelt. Dies wäre ohne eine schwerwiegende Gefährdung für die Daseinsvorsorge, die Versorgungssicherheit oder Aspekte des Umweltschutzes nicht hinnehmbar und unverhältnismäßig.

Zwischenergebnis

Unter diesen Umständen liegt kein Verstoß gegen § 11 Abs. 1 EnWG vor. § 65 Abs. 1, Abs. 2 EnWG stellt seitens der BNetzA keine Möglichkeit dar, den Verteilernetzbetreiber zu verpflichten, sein Mastgestänge so umzubauen, um durch die Mitführung der Leitungen des Übertragungsnetzbetreibers eine Bündelung zu erreichen.

Möglichkeit der Verpflichtung der Verteilernetzbetreiber nach § 45 EnWG

Auch aus den übrigen Vorschriften des EnWG ergibt sich keine abschließende Regelung. Die Enteignung nach § 45 EnWG ist, wie bereits oben erwähnt, als ultima ratio zu verstehen. Zwar ergibt sich aus §§ 1, 20 EnWG die Pflicht, den Netzzugang zu gewährleisten. Diese Gewährleistungspflicht besteht auch zwischen den Netzbetreibern untereinander. Als Folge ergibt sich daraus nur, dass auch zwischen den Netzbetreibern untereinander Rücksichtnahmepflichten bestehen und Verträge abgeschlossen werden können. Die Möglichkeit einer Verpflichtung seitens der BNetzA wird von diesen Regelungen nicht erfasst und nicht erwähnt.

Möglichkeit der Verpflichtung der Verteilernetzbetreiber nach § 30 EnWG

Etwas anderes folgt auch nicht aus § 30 EnWG. Diese Bestimmung regelt die Folgen des Missbrauchs der Marktstellung seitens der Energieversorger. Als Folge eines solchen Missbrauchs ist nach § 30 Abs. 2 EnWG eine Zwangsmaßnahme seitens der BNetzA möglich. Dies setzt ein missbräuchliches Verhalten seitens des Verteilernetzbetreibers voraus. Fraglich ist in diesem Zusammenhang, ob ein missbräuchliches Verhalten darin gesehen werden kann, dass der Verteilernetzbetreiber sich weigert, dem Übertragungsnetzbetreiber einen Teil seines Mastgestänges zu überlassen. Da eine Verpflichtung seitens der BNetzA erst als Rechtsfolge möglich ist, kommt ein anderes missbräuchliches Verhalten als der fehlende Wille zur Überlassung nicht in Betracht. Hier könnte der Tatbestand von § 30 Abs. 1 S. 2 Nr. 1, Nr. 2 und 6 EnWG erfüllt sein.

§ 30 Abs. 1 S.2 Nr. 1 EnWG verlangt, dass Vorschriften des 2. und 3. Abschnitts des EnWG nicht eingehalten worden sind. Diese Abschnitte regeln den Netzanschluss und den Netzzugang.

Möglicher Verstoß gegen § 20 Abs. 1, Abs. 1 a EnWG

In Betracht kommt hier ein Verstoß gegen § 20 Abs.1, Abs. 1a EnWG. Dann müsste die fehlende Kooperation einen Verstoß gegen das Gebot des allgemeinen Netzzugangs darstellen.

Fraglich ist hier, ob die Leitungsbündelung von Übertragungs- und Verteilernetz auf einem Mastgestänge überhaupt vom Begriff des Netzzugangs erfasst wird. Grundsätzlich haben die Netzbetreiber jedem den Zugang zum Netz nach sachlich gerechtfertigten Kriterien zu gewähren. Die Verpflichtung gilt somit auch zwischen juristischen Personen und somit zwischen den einzelnen Netzbetreibern. Beim Netzzugang handelt es sich technisch um die Einspeisung und auch um die Entnahme von Energie aus dem jeweiligen Netz (BRITZ, HELLERMANN, HERMES, BRITZ & HERZMANN 2015, Vor §§ 20ff. Rn. 5). Der Transport des Stroms erfolgt durch die jeweiligen Leitungen. Vor diesem Hintergrund ist eine Beeinträchtigung des Netzzugangs dann gegeben, wenn Einspeisung und Entnahme zwischen Übertragungs- und Verteilernetz nicht mehr möglich sind bzw. seitens eines Netzbetreibers unterbunden werden.

Hier geht es lediglich um die Führung von Leitungen auf ein und demselben Mastgestänge. Die Möglichkeit der Einspeisung und Entnahme der Energie aus dem Netz wird dadurch nicht beeinträchtigt. Sofern sich der Verteilernetzbetreiber weigert, dem Übertragungsnetzbetreiber einen Teil des Mastgestänges zu überlassen wird dieser seine Leitungen auf einem eigenen Mastgestänge führen müssen. Dies führt aber noch nicht zu einer Beeinträchtigung des Energietransportes zwischen den einzelnen Netzen an sich.

Zwischenergebnis

Ein Verstoß gegen das in § 20 Abs. 1, Abs. 1a EnWG normierte Gebot des allgemeinen Netzzugangs liegt nicht vor. Der Netzzugang erfasst nur den Zugang zum Stromnetz selbst und die damit verbundene Ein- und Ausspeisung von Energie.

Möglicher Verstoß gegen sonstige in § 30 EnWG genannten Gründe

Ebensowenig kann ein Verstoß gegen die übrigen in § 30 Abs. 1 S. 2 EnWG genannten Gründe festgestellt werden. Das missbräuchliche Verhalten verlangt im Rahmen der einzelnen Aufzählungen immer, dass der eine Netzbetreiber den anderen unmittelbar oder mittel-

bar beeinträchtigt. Hier ist eine solche Beeinträchtigung nicht erkennbar. Die Mastgestänge stehen im Eigentum des Verteilernetzbetreibers, sodass dieser damit nach Belieben verfahren kann. Der Übertragungsnetzbetreiber wird in seinen Aufgaben und seiner Tätigkeit nicht dadurch beeinträchtigt, dass der Verteilernetzbetreiber einer Zuseilung negativ gegenüber steht. Etwas anderes könnte höchstens dann angenommen werden, wenn der Verteilernetzbetreiber für die Vermietung oder Verpachtung einen unangemessen hohen Betrag verlangen würde. Hier geht es nicht um einen solchen Vertrag, sondern zunächst einmal um eine mögliche Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers und damit um die Vorstufe zum Abschluss eines solchen Vertrages. Ein missbräuchliches Verhalten scheidet somit auch nach den übrigen Gesichtspunkten aus (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & ROBERT 2015, § 30 Rn. 15 ff.).

Möglichkeit der Verpflichtung der Verteilernetzbetreiber nach § 16 StromNZV

Eine Verpflichtungsmöglichkeit könnte sich aus § 16 StromNZV ergeben.

§ 16 StromNZV enthält die allgemeinen Zusammenarbeitspflichten von Stromnetzbetreibern. Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen sind nach § 16 Abs. 1 StromNZV verpflichtet, gemeinsam mit den anderen Netzbetreibern einheitliche Bedingungen des Netzzugangs zu schaffen, um die Transaktionskosten des Zugangs zum gesamten Elektrizitätsversorgungsnetz so gering wie möglich zu halten. Nach § 16 Abs. 2 StromNZV sind Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen verpflichtet, untereinander die zur effizienten Organisation des Netzzugangs erforderlichen Verträge abzuschließen und die notwendigen Daten unverzüglich auszutauschen.

Fraglich ist, wie weit die „Verpflichtungswirkung“ des § 16 Abs 1 StromNZV reicht. Unter Berücksichtigung des § 12 Abs. 2 EnWG und der damit verbundenen „Vermutungswirkung“ der Kooperationsverpflichtung könnte aus § 16 Abs. 1 StromNZV auch eine Verpflichtung zur Zusammenarbeit gefolgert werden.

Gegen eine solche weitreichende Auslegung sprechen jedoch folgende Argumente:

§ 1 StromNZV besagt, dass die Verordnung die Bedingungen für Einspeisungen von elektrischer Energie in Einspeisestellen der Elektrizitätsversorgungsnetze und die damit verbundene zeitgleiche Entnahme von elektrischer Energie an räumlich davon entfernt liegenden Entnahmestellen der Elektrizitätsversorgungsnetze regelt. Planerische Gesichtspunkte – wie in diesem Fall die Leitungsbündelung und Mitbenutzung von Verteilernetztrassen durch das Übertragungsnetz – sind keine Aspekte, die hier mit geregelt werden. Ferner ist § 16 Abs. 1 StromNZV im Zusammenhang mit § 16 Abs. 2 StromNZV zu sehen. § 16 Abs. 2 StromNZV bezieht sich ausdrücklich auf die effiziente Organisation des Netzzugangs. Diesbezüglich besteht eine Kooperationspflicht, die auch im Hinblick auf zu schließende Verträge wirkt. Ob davon ebenfalls Überlassungsverträge (Miet- oder Pachtverträge) bezüglich des Mastgestänges erfasst werden, ist insoweit unerheblich. Denn selbst dann würde die Regelung nur eine Verpflichtung der Netzbetreiber untereinander betreffen. Es fehlt jedoch an einer konkreten Möglichkeit, die eine Verpflichtung durch die BNetzA vorsieht.

Endergebnis

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass keine Verpflichtungsermächtigung innerhalb der Regelungen des NABEG, EnWG und StromNZV seitens der BNetzA gegenüber dem Verteilernetzbetreiber besteht. Der Verteilernetzbetreiber kann also nach geltendem Recht nicht verpflichtet

werden, sein Mastgestänge neu zu errichten und dem Übertragungsnetzbetreiber auf diesem neuen Gestänge mitzuführen.

6.3.4 Schaffung einer Verpflichtungsermächtigung

Da im NABEG, EnWG und in der StromNZV eine entsprechende Verpflichtungsermächtigung nicht geregelt ist, stellt sich die Frage, ob eine solche Regelung geschaffen werden sollte. Inhaltlich könnte der BNetzA ermöglicht werden, den Verteilnetzbetreiber zu verpflichten, sein Mastgestänge neu zu errichten. Im Anschluss hätte der Verteilnetzbetreiber dem Übertragungsnetzbetreiber einen Teil des Gestänges zwecks Mitführung gegen Entgelt zu überlassen.

Fraglich ist, ob die Schaffung einer solchen Grundlage empfehlenswert wäre.

Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Norm an sich wäre dies nur dann der Fall, wenn das geltende Recht und mögliche Grundrechte des Verteilnetzbetreibers in zulässiger Weise eingeschränkt werden würden.

Eine solche Regelung wäre insbesondere an den Grundrechten der Eigentumsfreiheit nach Art. 14 GG und der Berufsfreiheit nach Art. 12 GG zu messen.

Schaffung einer Ermächtigungsrundlage und Verhältnis zu Art. 14 GG und Art. 12 GG

Würde ihm eine derartige Verpflichtung auferlegt, könnte der jeweilige Verteilnetzbetreiber in seinem Eigentumsgrundrecht nach Art. 14 Abs. 1 GG verletzt sein.

Dazu müsste zunächst der Schutzbereich des Art. 14 Abs. 1 GG berührt sein. Das Eigentum als Individualrecht schützt jede vermögenswerte Position, die dem Einzelnen nach Art eines Ausschließlichkeitsrechts zugeordnet ist. Welche Befugnisse davon im Einzelnen erfasst sind, folgt nicht unmittelbar aus der Verfassung selbst, sondern aus den im Zeitpunkt des Eingriffs geltenden inhaltsbestimmenden Gesetzen des betroffenen Sozialbereichs (sog. normgeprägter Schutzbereich). Das Eigentum ist also die Summe der vom Gesetzgeber zu einem bestimmten Zeitpunkt gewährten vermögenswerten Rechte (sog. Bestandsgarantie). Dabei umfasst Art. 14 GG grundsätzlich das Sacheigentum i.S.d. BGB und das Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb (MAUNZ, DÜRIG. & PAPIER 2015, Art. 14 GG Rn. 55 ff.).

Sofern eine verpflichtende Regelung geschaffen würde, müsste der Verteilnetzbetreiber das in seinem Eigentum stehende Gestänge auch dem Übertragungsnetzbetreiber zur Verfügung stellen. Diese Maßnahme wäre möglicherweise auch mit Umbaumaßnahmen bzgl. des Mastsystems verbunden. Dies würde zusätzliche finanzielle und tatsächliche Belastungen des Verteilnetzbetreibers nach sich ziehen, sodass aufgrund des Rückbaus und Neubaus des Mastsystems im Ergebnis der Schutzbereich des Art. 14 GG berührt wäre.

Zudem liegt ein Eingriff in den Schutzbereich von Art. 12 GG vor, da durch die zusätzlichen finanziellen Belastungen die Erwerbs- und Leistungstätigkeit des jeweiligen Unternehmens beeinträchtigt wird (MAUNZ, DÜRIG. & PAPIER 2015, Art. 14 GG Rn. 222; Jarass/Pieroth 2015, Art. 14 Rn. 4).

Weiter ist zu prüfen, ob ein staatlicher Eingriff in das Eigentum vorliegen würde. Fraglich ist, welche Art von Eingriff in den Schutzbereich hier gegeben sein könnte. Art. 14 GG enthält insoweit zwei Eingriffsmöglichkeiten: die Inhalts- und Schrankenbestimmung und die Enteignung.

Inhalts- und Schrankenbestimmungen des Eigentums sind als solche keine Enteignungen. Derartige Eingriffe in Art. 14 GG liegen vor, wenn die Eigentumsbefugnisse des Betroffenen im Vergleich zur bisherigen Rechtslage eingeschränkt werden oder in abstrakter und genereller Weise für die Zukunft neue Pflichten begründet werden. Auch wenn Inhalts- und Schrankenbestimmung das Eigentum für die Zukunft lediglich neu definieren, stellen sie für die Vergangenheit Eingriffe in bestehende Rechtspositionen dar (BVERFG 1986, S. 76).

Die Enteignung bewirkt im Gegensatz zur Inhalts- und Schrankenbestimmung nicht lediglich eine Beschränkung der Eigentumsbefugnisse, sondern ist nach herrschender Meinung auf die vollständige oder teilweise Entziehung konkreter subjektiver Rechtspositionen gerichtet (BVERFG 1979, S. 27). Sie kann nach dem Wortlaut des Art. 14 Abs. 3 GG auf verschiedene Weisen erfolgen: Zum einen können durch selbstvollziehendes Gesetz einem bestimmten oder bestimmbar Personenkreis konkrete Eigentumsrechte entzogen werden (Legalenteignung), zum anderen kann die Enteignung auf Grund eines Gesetzes erfolgen. In diesem Fall erfordert sie einen behördlichen Vollzugsakt, der mit Rechtsmitteln angefochten werden kann (BVERFG 1981, S. 331).

Hier geht es um die Verpflichtung zur Mitbenutzung des Mastgestänges. Dabei soll die Maßnahme so ausgestaltet sein, dass der Verteilernetzbetreiber weiterhin Eigentümer der neu zu errichtenden Mastsysteme bleibt. Er wird nur zum Abbau und anschließendem Neubau und zur Mitführung weiterer Kabel verpflichtet. Insoweit soll ihm sein Eigentum nicht konkret entzogen werden. Vielmehr werden seine Eigentumsbefugnisse – und damit seine Rechten und Pflichten an seinem Eigentum – dahingehend konkretisiert, dass er zum Umbau und zur Nutzung durch andere Betreiber verpflichtet wird. Somit liegt in einem solchen Fall keine Enteignung, sondern lediglich eine Inhalts- und Schrankenbestimmung vor.

Zu prüfen ist weiterhin, ob ein solcher Eingriff gerechtfertigt wäre. Dazu müsste die Maßnahme einen verhältnismäßigen Eingriff in das Eigentumsrecht darstellen. Die Verhältnismäßigkeitsprüfung im Rahmen des Art. 14 GG ist durch die Besonderheit gekennzeichnet, dass der Gesetzgeber selbst das Spannungsfeld für die Abwägung der widerstreitenden Interessen aufgebaut hat. Im Einzelfall sind gegeneinander abzuwägen und zum Ausgleich zu bringen:

- Die Anerkennung des Privateigentums,
- die Sozialpflichtigkeit des Eigentums und
- der Gleichbehandlungsgrundsatz des Art. 3 GG (BVERFG 1999, S. 2877)

Ziel der Regelung ist die Schonung der Natur, die Steigerung der Akzeptanz in der Bevölkerung und die Verringerung der Gesamtkosten durch Mitbenutzung von bestehenden Verteilernetztrassen durch das Übertragungsnetz. Als Mittel, um dieses Ziel zu erreichen, wird hier eine verpflichtende Regelung vorgeschlagen.

Das jeweilige Mittel rechtfertigt den Eingriff in das bestehende Grundrecht, wenn es im Hinblick auf die Bedeutung des Grundrechts einen verhältnismäßigen Eingriff darstellt. Dies ist der Fall, wenn die Maßnahme zur Erreichung des Ziels geeignet, erforderlich und angemessen ist.

Hier ist die Schaffung einer verpflichtenden Regelung grundsätzlich geeignet, die Ziele der Mitbenutzung, Schonung der Natur, Steigerung der Akzeptanz in der Bevölkerung und die Verringerung der Gesamtkosten zu erreichen.

Ein milderer Mittel könnte hier eine freiwillige Kooperation zwischen den Netzbetreibern sein, sodass dadurch ebenfalls den oben genannten Zielen Rechnung getragen werden kann. Eine freiwillige Kooperation hat jedoch den Nachteil, dass bei einer Weigerung die oben genannten Ziele gerade nicht erreicht werden. Für den Netzbetreiber, der einen Neubau eines weiteren Mastsystems verhindern möchte, gibt es keine Möglichkeit eine Bündelung zu erreichen, da eine Bündelungspflicht nicht existiert.

Fraglich ist, ob die Maßnahme auch angemessen ist. Das ist nur der Fall, wenn sie nicht zu einem Nachteil führt, der zu dem angestrebten Erfolg erkennbar außer Verhältnis steht. Insofern ist eine Abwägung zwischen den betroffenen Rechtsgütern erforderlich. Innerhalb der Abwägung wird überprüft, welche der betroffenen Belange schutzwürdiger sind und somit Vorrang vor den übrigen Belangen genießen. Sofern zu stark in das Privateigentum eingegriffen wird, stellt sich die Maßnahme als unverhältnismäßig dar. Der Eingriff verletzt dann das betroffene Grundrecht. Hier würde eine Unverhältnismäßigkeit dazu führen, dass eine entsprechende Eingriffsregelung verfassungswidrig und damit unwirksam wäre.

Der hier aufgeworfene Eingriff wiegt grundsätzlich schwer, da der Verteilernetzbetreiber sein Mastgestänge neu errichten muss. Durch die Maßnahme kann ihm eine Vielzahl von Nachteilen entstehen. Dabei sind insbesondere die Kosten für mögliche Umbaumaßnahmen und die kalkulatorischen Abschreibungen zu nennen.

Zu beachten ist, dass diese Probleme auf der Kostenebene durch eine entsprechende Ausgestaltung der Vorschrift des § 23 Abs. 7 ARegV, sodass auch die Verpflichtung zum Neubau des Mastgestänges eine Investitionsmaßnahme darstellt, gelöst werden können. Darüber hinaus schützt Art. 20a GG als Staatszielbestimmung gerade auch die Flora und Fauna. Eine entsprechende Mitbenutzung stellt eine geringere Beeinträchtigung von Belangen des Naturschutzes dar, als wenn im Rahmen eines bestehenden Abschnittes erneut Trassen gebaut werden müssten. Zudem lassen sich die Nachteile für den Verteilernetzbetreiber im Rahmen der gesetzlichen Regelung lösen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass es sich insgesamt um eine Maßnahme handelt, die einen hohen finanziellen Aufwand für den Verteilernetzbetreiber darstellt. Vor diesem Hintergrund könnte eine Verpflichtungsermächtigung eine unverhältnismäßige Maßnahme darstellen, da bei Inhalts- und Schrankenbestimmungen – anders als bei einer Enteignung – eine Entschädigung nicht vorgesehen ist.

Allerdings werden in bestimmten Fällen Ausnahmen zugelassen, und zwar dann, wenn die Inhalts- und Schrankenbestimmung unter Berücksichtigung der Sozialbindung des Eigentums nach Art. 14 Abs. 2 GG nicht mehr zumutbar ist. Dann kann eine Ausgleichsregelung erforderlich sein (sog. ausgleichspflichtige Inhaltsbestimmung) (BVERFG 1991, S. 212 f.; BVERFG 1999, S. 244 f.). Bestätigt wird dies durch die Rechtsprechung des BVerfG (Ebd.). Danach findet Art. 14 Abs. 3 GG bei einer Inhalts- und Schrankenbestimmung keine unmittelbare Anwendung. Da sich der Eingriff jedoch wie eine Teilenteignung auswirkt, kann eine Entschädigungsregelung auch in diesen Fällen erforderlich sein, um die Maßnahme verfassungsrechtlich zu rechtfertigen. Eine vollständig ersatzlose Beseitigung einer Rechtsposition kommt nur in Ausnahmefällen in Betracht.

Vor diesem Hintergrund kann die Verhältnismäßigkeit des Eingriffs nur dann angenommen werden, wenn der Verteilernetzbetreiber eine angemessene Kompensation für seine baulichen Maßnahmen erhält. Anders als z.B. bei dem Ausstieg aus der Atomenergie, bei dem eine Entschädigungsklausel vor dem Hintergrund der stufenweise Abschaltung der einzelnen Kraftwerke und der Möglichkeit der Übertragung der Reststrommenge als nicht erforderlich angesehen werden kann, würde hier eine Verpflichtung mit sofortigen Kosten verbunden sein (LUDWIGS 2016, 1 ff.; WIELAND 2014). Diese können auch nicht allein durch eine mögliche Genehmigung nach § 23 ARegV neutralisiert werden, da diese Regelung sich allein auf die Eigenkapitalverzinsung und die Erlösobergrenze bezieht. Dadurch wird keine Regelung bzgl. des Eingriffs in das Eigentum an sich getroffen. Art. 14 GG verlangt jedoch, dass schon im Rahmen der Regelung der Eingriffsnorm in Ausnahmefällen eine Kompensation vorgesehen ist und nicht erst auf nachgelagerter Ebene (wie hier im Bereich der ARegV). Zusammenfassend kann man schlussfolgern, dass der Eingriff aufgrund der hohen Kosten des Neubaus der Mastgestänge über einzelne Teilabschnitte einer Trasse nur dann verhältnismäßig wäre, wenn die Regelung auch eine Ausgleichsklausel enthält.

Kosten der Maßnahme für den Verteilernetzbetreiber

Da eine mögliche Verpflichtungsermächtigung verhältnismäßig wäre stellen sich verschiedene Fragen auf der Kostenebene. Fraglich ist, inwieweit der Verteilernetzbetreiber die Kosten abschreiben kann:

Ein Netzbetreiber berücksichtigt die von ihm betriebenen Leitungen und Anlagen im Rahmen einer Bilanz in den Netzkosten nach der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV). Nach § 6 Abs. 5 S. 1 StromNEV werden die kalkulatorischen Abschreibungen auf Grundlage der jeweiligen betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern vorgenommen. Nach Anlage 1 Nr. Abs. 3 1.1 beträgt die Nutzungsdauer für 110 kV-Leitungen 40 – 50 Jahre. Wenn der Verteilernetzbetreiber zugunsten einer gemeinsamen Leitungsführung jetzt nach einer gewissen Zeit seine Leitungen abbaut, damit ein Mastsystem zur gemeinsamen Leitungsführung errichtet werden kann, ergeben sich daraus mehrere rechtliche Fragen. Da noch ein gewisser Restwert in den Büchern vorhanden ist, der die Basis für die Verzinsung nach der StromNEV darstellt, stellt sich für den Verteilernetzbetreiber zum einen die Frage, ob ihm diese Leitung jetzt aus der Verzinsung herausgerechnet wird. Zum anderen ist nach einer möglichen Kompensation zu fragen. Auch ergeben sich für den Verteilernetzbetreiber finanzielle Fragen. Insbesondere ist unklar, ob dem Verteilernetzbetreiber eine Aufwandsentschädigung zusteht und ob er sich überhaupt mit eigenen finanziellen Mitteln an der Bündelung beteiligen soll.

Diese privatrechtlichen und regulatorischen Fragen sind bislang noch nicht beantwortet worden, da sich ein solcher Fall noch nicht ereignet hat. Dies ist auch den Umständen geschuldet, dass Verteilernetze oftmals nahe an Wohngebieten oder sogar Städten vorbeiführen und dort kaum Übertragungsnetzleitungen zu finden sind. Diesbezüglich ist im Rahmen der Bedarfsplanung und Planfeststellung genauer zu untersuchen, ob Höchstspannungsleitungen in solchen Gebieten vor dem Hintergrund des Immissions- und Naturschutzrechts überhaupt zulässig wären.

Ausgestaltung einer gesetzlichen Regelung zur Verpflichtungsermächtigung de lege ferenda

De lege ferenda stellt sich abschließend die Frage, wie eine solche gesetzliche Regelung aussehen kann und welche regulatorischen Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind.

Dabei sind im Rahmen der Regelungen zwei Fälle zu unterscheiden. Der erste Fall entspricht der Situation, dass die Leitungen und Masten des Verteilnetzbetreibers bestehen bleiben und das Mastgestänge lediglich dahingehend umgebaut wird, dass eine Zuseilung seitens des Übertragungsnetzbetreibers erfolgen kann. Im zweiten Fall werden sowohl die Masten als auch die Leitungsseile des Verteilnetzbetreibers abgebaut, anschließend neue Masten aufgebaut und mit neuen Leiterseilen des Verteilnetzes sowie des Übertragungsnetzes versehen.

Darüber hinaus ist im Rahmen der innovativen Mastsysteme zu beachten, dass eine Bündelung aufgrund der technischen Notwendigkeiten nur durch Neubau der Mastsysteme möglich ist. Ferner müssen auch neue Leiterseile des Verteilnetzes seitens des Verteilnetzbetreibers verlegt werden.

Fraglich ist zunächst, inwieweit der Verteilnetzbetreiber die finanziellen Kosten des Umbaus zu tragen hat. Die Verpflichtung zu einer gemeinsamen Nutzung erfasst nämlich als Folge des „Ob“ der Nutzung auch die Schaffung der erforderlichen Möglichkeiten. Der Verteilnetzbetreiber hat seine Mastgestänge so umzubauen, dass eine Zuseilung der Übertragungsnetzleitung problemlos möglich ist. Diese Kosten könnte sich der Verteilnetzbetreiber durch die BNetzA genehmigen lassen und auf die Netzentgelte umlegen; § 23 ARegV.

§ 23 Abs. 1 ARegV greift hier jedoch nicht ein, da die Norm selbst ausdrücklich nur vom Übertragungsnetz und nicht vom Verteilernetz spricht. Das Verteilernetz wird nur in § 23 Abs. 6, Abs. 7 ARegV erwähnt.

Nach § 23 Abs. 6 ARegV können Betreibern von Verteilernetzen Investitionsmaßnahmen durch die Regulierungsbehörde für solche Erweiterungs- und Umstrukturierungsinvestitionen genehmigt werden, die durch die Integration von Anlagen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz oder dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, zur Durchführung von Maßnahmen im Sinne des § 23 Abs. 1 S. 2 Nr. 6 bis 8 ARegV für Netzausbaumaßnahmen, die dem Anschluss von Stromerzeugungsanlagen nach § 17 Abs. 1 EnWG dienen, notwendig werden und die nicht durch den Erweiterungsfaktor nach § 10 ARegV berücksichtigt werden. Investitionsmaßnahmen nach § 23 Abs. 6 S. 1 ARegV sind nur für solche Maßnahmen zu genehmigen, die mit erheblichen Kosten verbunden sind. Von erheblichen Kosten nach § 23 Abs. 6 S. 2 ARegV ist in der Regel auszugehen, wenn sich durch die Investitionsmaßnahmen eines Netzbetreibers nach § 23 Abs. 6 S. 1 oder nach § 23 Abs. 7 ARegV dessen Gesamtkosten nach Abzug der dauerhaft nicht beeinflussbaren Kostenanteile um mindestens 0,5 Prozent erhöhen. § 23 Abs. 1 S. 3 ARegV und S. 4 sowie die § 23 Abs. 2a – 5 ARegV gelten entsprechend.

Hier geht es jedoch um die bloße Zuseilung einer Übertragungsnetzleitung auf einem bestehenden Verteilernetzgestänge und nicht um die Integration von Anlagen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz oder dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz nach § 23 Abs. 6 ARegV.

Auch ein Fall des § 23 Abs. 1 S. 2 Nr. 6 bis 8 ARegV liegt nicht vor.

Danach können Investitionen genehmigt werden, wenn

1. Erweiterungsinvestitionen zur Errichtung von Hochspannungsleitungen auf neuen Trassen mit einer Nennspannung von 110 kV als Erdkabel, soweit die Gesamtkosten für Errichtung und Betrieb des Erdkabels die Gesamtkosten der technisch vergleichbaren Freileitung den Faktor 2,75 nicht überschreiten und noch kein Planfeststel-

lungs- oder Plangenehmigungsverfahren für die Errichtung einer Freileitung eingeleitet wurde, sowie Erdkabel nach § 43 S. 5 des Energiewirtschaftsgesetzes und § 2 Abs. 1 des Energieleitungsausbaugesetzes,

2. grundlegende, mit erheblichen Kosten verbundene Umstrukturierungsmaßnahmen, die erforderlich sind, um die technischen Standards zur Gewährleistung der technischen Sicherheit des Netzes umzusetzen, die auf Grund einer behördlichen Anordnung nach § 49 Abs. 5 des Energiewirtschaftsgesetzes erforderlich werden oder deren Notwendigkeit von der nach Landesrecht zuständigen Behörde bestätigt wird,
3. der Einsatz des Leiterseil-Temperaturmonitorings und von Hochtemperatur-Leiterseilen erforderlich sind.

Die Voraussetzungen des § 23 Abs. 1 S. 2 Nr. 6 ARegV liegen nicht vor, da es sich hier um eine Maßnahme im Rahmen einer Freileitung und nicht um eine Erdverkabelung handelt.

Ein Fall nach § 23 Abs. 1 S. 2 Nr. 7 ARegV liegt ebenfalls nicht vor, da die Maßnahme nicht dazu dient, um technische Standards zur Gewährleistung der technischen Sicherheit des Netzes umzusetzen.

Auch ein Fall nach § 23 Abs. 1 S. 2 Nr. 8 ARegV scheidet aus, da es nicht um den Einsatz von Leiterseil-Temperaturmonitoring und von Hochtemperatur-Leiterseilen geht.

Da es auch nicht um den Anschluss von Stromerzeugungsanlagen nach § 17 EnWG geht, scheidet § 23 ARegV Abs. 6 als Norm bzgl. der Geltendmachung der Investitionskosten hier aus.

Möglich ist jedoch eine Genehmigung der Investitionsmaßnahmen nach § 23 Abs. 7 ARegV. Danach können Betreibern von Verteilernetzen Investitionsmaßnahmen durch die Regulierungsbehörde auch für Erweiterungs- und Umstrukturierungsinvestitionen in die Hochspannungsebene genehmigt werden, soweit diese Investitionen zur Stabilität des Gesamtsystems, für die Einbindung in das nationale oder internationale Verbundnetz oder für einen bedarfsgerechten Ausbau des Energieversorgungsnetzes nach § 11 EnWG notwendig sind. § 23 Abs. 1 S. 3, 4 ARegV sowie § 23 Abs. 2a - 5 ARegV sind entsprechend anzuwenden.

Hier geht es um den Umbau der bestehenden Mastsysteme, um eine Zuseilung der Übertragungsnetzleitung im Rahmen einer Leitungsbündelung zu ermöglichen. Es geht auch um den Austausch der bestehenden Mastsysteme. Dies stellt eine Erweiterungs- und Umstrukturierungsmaßnahme des Verteilernetzes und damit des Hochspannungsnetzes dar.

Fraglich ist, ob auch die übrigen Voraussetzungen des § 23 Abs. 7 ARegV erfüllt sind. Dann müssten die Investitionen zur Stabilität des Gesamtsystems, für die Einbindung in das nationale oder internationale Verbundnetz oder für einen bedarfsgerechten Ausbau des Energieversorgungsnetzes nach § 11 EnWG notwendig sein. Die Durchsetzung des Vorhabens dient hier nicht dazu, die Stabilität des gesamten Netzes zu sichern. Vielmehr soll der Netzausbau vor dem Hintergrund der Energiewende vorangetrieben werden. Die Voraussetzungen liegen somit nicht vor. Auch handelt es sich bei der Maßnahme nicht um eine Investition im Hinblick auf die Einbindung in das nationale Verbundnetz, da das Verteilernetz selbst schon in das nationale Netz eingegliedert ist. Es könnte sich jedoch um eine Maßnahme für den bedarfsgerechten Ausbau des Energieversorgungsnetzes nach § 11 Abs. 1 EnWG handeln. Nach § 11 Abs. 1 EnWG besteht für die Betreiber von Energieversorgungsnetzen die Pflicht, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminie-

rungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, soweit es wirtschaftlich zumutbar ist. Grundsätzlich umfasst die Netzausbaupflicht die Schaffung neuer Netzkapazitäten. Darunter fallen auch Investitionen in die Netzleitungen (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & SÖTEBIER 2015, § 11 Rn. 59). Da der Begriff jedoch weit ausgelegt wird, umfasst dies auch Maßnahmen der Optimierung (Ebd.). Hier wird zwar durch den Neubau der Masten zur Mitführung des Übertragungsnetzes das bestehende Netz nicht im klassischen Sinne ausgebaut, jedoch ist es möglich – bei weiter Auslegung – aufgrund der neuen Mastsysteme und technisch neuartigen Leiterseilen von einer Optimierung bzw. Verstärkung des Netzes zu sprechen.

Bedenken könnten bestehen, da die Investitionsmaßnahme nicht dem Verteilernetz selbst, sondern dem Übertragungsnetz zugutekommt. Möglich wäre insoweit jedoch, den Begriff des Energieversorgungsnetzes nach § 3 Nr. 16 EnWG weit auszulegen und damit nicht das Verteiler- oder Übertragungsnetz isoliert, sondern als Einheit zu betrachten. Dies ist vor dem Hintergrund der Kooperationspflicht der Netzbetreiber gut vertretbar (Ebd. § 11 Rn. 18 f.).

Darüber hinaus spricht auch der Wortlaut der Norm für eine solche Betrachtungsweise. Der Wortlaut selbst spricht von Verteilernetzbetreibern und Investitionen in das bestehende Hochspannungsnetz. Im Rahmen der dann folgenden Voraussetzungen für eine Genehmigung der Investitionen spricht der Wortlaut der Norm jedoch nicht mehr vom bloßen Hochspannungs- und damit Verteilernetz, sondern generell vom Energieversorgungsnetz. Daraus könnte gefolgert werden, dass die Investitionsmaßnahme nicht dem Hochspannungsnetz alleine, sondern dem gesamten Netz zugutekommen soll.

Etwas anderes könnte sich aus der Gesetzesbegründung ergeben. Der Gesetzgeber spricht klar von der Hochspannungsebene und macht deutlich, dass der wesentliche Kern der Regelung darin liegt, den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden. Dies ergibt sich daraus, dass die Hochspannungsebene je nach Einzelfall zum Teil Transport-, zum Teil aber auch Verteilereigenschaften aufweist. (BR-DRUCKS. 2013, S. 20)

Unabhängig davon bestehen jedoch vor dem Hintergrund des Sinns und Zwecks des § 11 Abs. 1 EnWG Bedenken gegen eine solche Auslegung. § 11 Abs. 1 EnWG normiert selbst eine Grenze für Ausbauvorhaben, und zwar vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Zumutbarkeit. Dieses Tatbestandsmerkmal ist vor dem Hintergrund der Daseinsvorsorge weit zu fassen, sodass die Grenzen diesbezüglich hoch anzusetzen sind (BRITZ, HELLERMANN, HERMES & SÖTEBIER 2015, § 11 Rn. 61). Zu beachten ist auch hier, dass der Netzausbau und die wirtschaftliche Zumutbarkeit immer vor dem Hintergrund des Begriffs der Daseinsvorsorge – und somit der Versorgungssicherheit der Bevölkerung mit Elektrizität – zu sehen sind.

Insoweit erscheint eine weite Auslegung hier nicht sachgerecht, da der Verteilernetzbetreiber seiner Pflicht zum Ausbau des Netzes bereits nachgekommen ist und die Versorgungssicherheit nicht in Gefahr ist. Der Zweck der Bündelung folgt vielmehr den oben bereits erwähnten Bündelungsgeboten, ist aber in § 11 Abs. 1 EnWG selbst nicht normiert. Die wirtschaftliche Zumutbarkeit wäre insofern überschritten, weil die Gefahr besteht, dass bei Neubauprojekten im Rahmen des Übertragungsnetzes in viel stärkerem Maße die Verteilernetzbetreiber in Anspruch genommen werden könnten, obwohl diese sämtliche gesetzlichen Vorgaben beachtet haben. Auch eine Genehmigung von Investitionsmaßnahmen und mögliche Erlöse aus einem Miet-/Pachtverhältnis zwischen den Netzbetreibern würden daran

nichts ändern, da der Verteilernetzbetreiber zunächst hohe Investitionen tätigen müsste, die sich erst nach längerer Zeit rentiert hätten. Da die zukünftige Planung zudem noch nicht absehbar ist, fehlt es darüber hinaus auch an einer Planungssicherheit für den Verteilernetzbetreiber. Sofern § 11 Abs. 1 EnWG in diesen Fällen immer greifen würde, wäre eine wirtschaftlich vernünftige Planung trotz längerer Planungszeiträume wirtschaftlich gesehen erheblich erschwert.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass eine Genehmigung der Investitionsmaßnahmen bislang nicht möglich ist. Insoweit erscheint eine Erweiterung des § 23 Abs. 7 ARegV im Hinblick auf Leitungsbündelungsmaßnahmen auf dem Gestänge des Verteilernetzbetreibers sinnvoll.

Das Eigentum des Verteilernetzbetreibers am Mastgestänge bleibt durch die Zuseilung unberührt. Der Verteilernetzbetreiber würde dem Übertragungsnetzbetreiber in Folge des Umbaus ein schuldrechtliches Nutzungsrecht (Miete/Pacht) einräumen.

Fraglich ist weiter, inwieweit ein Neubau des Mastgestänges und eine neue Beseilung im Rahmen von Abschreibungen nach der StromNEV berücksichtigt werden können. Für diesen Fall beinhaltet § 6 StromNEV eine Regelung. Nach § 6 Abs. 6 S. 3, 4 StromNEV führt eine Änderung der bisherigen Abschreibungsdauer (wie durch Abbau und Neubau einer Leitung) nicht zu einer Erhöhung der Kalkulationsgrundlage. Vielmehr wird die Kalkulations- und Abschreibungsgrundlage neu berechnet, sodass im Ergebnis weiterhin eine Abschreibung der neu berechneten Kosten erfolgen kann.

6.4 Implikationen im Bereich Planung – Berücksichtigung technischer Aspekte auf Ebene der Bundesfachplanung

6.4.1 Einleitung

Die Planung eines Freileitungsvorhabens erfolgt wie bereits beschrieben für länderübergreifende Freileitungen, die im BBPIG gekennzeichnet sind, nach den Regelungen des NABEG. An die Stelle eines Raumordnungsverfahrens zur Trassenkorridorfindung setzt das NABEG die Bundesfachplanung. Innerhalb der Bundesfachplanung erfolgt die Festlegung eines 500 - 1000 Meter breiten Trassenkorridors. Dabei werden seitens des Gesetzgebers keine besonderen Informationen bezüglich des Vorhabens wie zum Beispiel Art der Masten oder Höhe und Breite verlangt.

Aus praktischer Sicht stellt gerade dies ein Problem dar. Denn ohne genaue technische Angaben besteht die Gefahr, dass der gewählte Trassenkorridor aufgrund der konkreten, örtlichen Gegebenheiten nicht für die vom Vorhabenträger vorgesehene Technologie geeignet ist. Dadurch würde das Vorhaben durch eine erneut durchzuführende Prüfung erheblich verzögert.

Innerhalb dieses Kapitels soll untersucht werden, inwieweit es rechtlich möglich ist, technische Aspekte des Vorhabens bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung zu berücksichtigen. Im Ergebnis soll eine entsprechende Regelung de lege ferenda vorgeschlagen werden.

6.4.2 Technische Regelungen im EnWG

Nach § 49 Abs. 1 EnWG sind Energieanlagen grundsätzlich so zu errichten und betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Um dies zu erreichen müssen die anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. Dies wird nach § 49 Abs. 2 EnWG vermutet,

wenn die Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. eingehalten worden sind.

Im Rahmen der Planung und Realisierung von Stromleitungen nach dem BBPIG und dem NABEG stellt sich die Frage, ob technische Vorschriften und Aspekte der Ausgestaltung auf der Ebene der Planfeststellung oder bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung zu beachten und berücksichtigen sind.

Systematik im EnWG

Auszugehen ist insoweit von der Systematik des § 49 EnWG. Diese Regelung befindet sich im 6. Teil des EnWG, der sich mit der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Energieversorgung befasst und knüpft direkt an die Regelungen über die Planfeststellung an. Dass diese Regelung nicht im 5. Teil des EnWG – dem Planfeststellungsverfahren – geregelt ist, bedeutet jedoch nicht, dass sie von dieser Ebene ausgenommen ist. Vielmehr handelt es sich bei § 49 EnWG um eine allgemeine Regelung, die generell für Energieanlagen Anwendung findet und nicht nur im Bereich des Planfeststellungsverfahrens nach §§ 43 f. EnWG gelten soll. Ansonsten wäre § 49 EnWG im Bereich des NABEG nicht anwendbar, da das NABEG nach § 2 Abs. 1 NABEG gegenüber dem EnWG vorrangige Spezialregelungen enthält.

Vergleich der Funktion von Planfeststellungsverfahren und Bundesfachplanung

Anzukuipfen ist an den Wortlaut und den Sinn und Zweck der Regelungen über das Planfeststellungsverfahren in § 43 EnWG und § 18 NABEG.

Sowohl § 43 EnWG als auch § 18 NABEG verlangen materiellrechtlich eine Abwägung und Berücksichtigung der öffentlichen und privaten Belange. Dabei handelt es sich um alle Interessen, die die Öffentlichkeit oder eine Privatperson betreffen. Darunter fallen nach h.M. neben natur- und immissionsschutzrechtlichen Aspekten auch die Sicherheitsanforderungen nach § 49 EnWG, allerdings mit der Besonderheit, dass diese zwingend zu beachten sind (DE WITT, SCHEUTEN & DRYGALLA-HEIN 2013, § 24 Rn. 269 f.; BRITZ, HELLERMANN, HERMES, HERMES & KUPFER 2015, § 43 Rn. 23; NDSOVG 2011, Rn. 54). Es wird davon ausgegangen, dass die Sicherheits- und die technischen Aspekte erst auf der Ebene der Planfeststellung zum Tragen kommen. Dies ergibt sich daraus, dass erst auf dieser Ebene eine konkrete Genehmigung im Hinblick auf den Betrieb und die Errichtung von Stromleitungen sowie die dazugehörigen Anlagen erteilt wird.

Auf der Ebene der Bundesfachplanung werden hingegen nur grobe Trassenkorridore bestimmt, in denen dann im Rahmen der Planfeststellung konkret Leitungen genehmigt und errichtet werden können. Eine Genehmigung und Einzelfallprüfung der technischen Aspekte findet hier nicht statt.

6.4.3 Möglichkeit der Berücksichtigung technischer Aspekte auf der Ebene der Bundesfachplanung

Möglich erscheint auch, technische Vorschriften und Aspekte auf der Ebene der Bundesfachplanung nach § 4 f. NABEG zu berücksichtigen.

§ 6 NABEG regelt, welchen Inhalt der Antrag auf Bundesfachplanung enthalten muss. Aus dem Musterantrag der Übertragungsnetzbetreiber für die Bundesfachplanung (50HERTZ TRANSMISSION GMBH, ET AL. 2015, S. 13) ergibt sich, dass schon der Antrag auf Durchführung der Bundesfachplanung eine technische Beschreibung des Vorhabens beinhalten soll.

Dabei soll insbesondere auf die technische Bauweise und auf die technischen Erfordernisse im Betriebsablauf eingegangen werden. Fraglich ist, ob diese Regelung so weit reicht wie der Inhalt von § 49 EnWG. Dagegen könnte sprechen, dass § 49 EnWG explizit die Regelungen der technischen Sicherheit normiert, während § 6 NABEG nur eine grobe Planung beinhaltet und daher auch nur eine grobe Beschreibung des Vorhabens und der technischen Realisierung voraussetzt. Eine detaillierte Überprüfung soll auf dieser Stufe der Planung nicht erfolgen. Ferner besagt der Musterantrag, dass mit den technischen Aspekten lediglich „allgemeine“ Informationen wie z.B. die Unterscheidung zwischen Erdkabel und Freileitung gemeint sind.

Etwas anderes könnte sich daraus ergeben, dass § 49 EnWG explizit nur die Regelungen der technischen Sicherheit normiert. Das könnte bedeuten, dass die Ebene der Bundesfachplanung nicht gänzlich als „technologiefrei“ zu beurteilen ist und somit „allgemeine technische Aspekte“ wie z.B. Mastart, Masthöhe und Mastbreite auch auf dieser Ebene anzugeben sind. Wie bereits dargestellt ergibt sich aus § 6 NABEG i.V.m. dem Musterantrag auf Durchführung der Bundesfachplanung, dass technische Aspekte bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung eine Rolle spielen. Denn das jeweilige Vorhaben selbst muss im Antrag auch technisch beschrieben werden. Anders als im Musterantrag formuliert, könnte die Norm auch so ausgelegt werden, dass weitreichendere technische Informationen enthalten sein müssen, vor allem da der Musterantrag keine abschließende Aufzählung enthält und eindeutig technische Aspekte anspricht.

Dafür könnten auch §§ 4 Abs. 2, 8 NABEG sprechen. Danach ist im Rahmen der Bundesfachplanung eine strategische Umweltprüfung (SUP) durchzuführen, um bereits auf dieser Ebene die Auswirkungen auf die Umwelt zu ermitteln und zu überprüfen, inwieweit das Vorhaben zu einer Beeinträchtigung führt. Dabei sind auch technische Aspekte zu berücksichtigen, da diese bei der Abwägung und Bewertung der Belange eine entscheidende Rolle spielen. So ist es z.B. für die Beurteilung im Hinblick auf eine mögliche Auswirkung auf die Avifauna von besonderer Bedeutung, ob es sich z. B. bei den Masten um abgespannte oder um Gittermasten handelt. Ferner ist entscheidend, welche Leiterseile benutzt und wie diese angebracht werden. Da der Zweck der SUP darin besteht, bei wichtigen Vorhaben schon auf der Ebene der Fachplanung zu überprüfen, inwieweit das Vorhaben umweltverträglich ist und Alternativen aufzuzeigen, sprechen insoweit gewichtige Argumente dafür, zumindest im Bereich der Umweltprüfung technische Aspekte zu berücksichtigen.

Die herrschende Meinung überzeugen diese Argumente nicht (DE WITT, SCHEUTEN & DURINKE 2013, § 8 Rn. 7; STEINBACH, NEBEL & RIESE 2013, § 21 Rn. 23 und § 6 Rn. 17). Danach sind technische Aspekte erst im Bereich der Planfeststellung zu beachten und gemäß § 21 NABEG dem Antrag beizufügen. Dies ergebe sich daraus, dass auf der Ebene der Bundesfachplanung nur die Entscheidung über einen bestimmten Trassenkorridor getroffen wird. Technische Aspekte des Einzelfalls, die die konkrete Leitung selbst betreffen, seien hier nicht zu berücksichtigen. Nach dieser Ansicht geht der Musterantrag im Hinblick auf eine detaillierte technische Beschreibung bereits im Rahmen der Bundesfachplanung zu weit. Gestützt wird diese Ansicht auch durch den Wortlaut des § 6 NABEG, wonach technische Aspekte nicht eindeutig genannt sind.

Etwas anderes folgt auch nicht aus einem Vergleich mit den Vorschriften des Raumordnungsverfahrens. § 15 Abs. 1 S. 2 NABEG zeigt, dass die Bundesfachplanung zwar Vorrang vor der raumordnerischen Landesplanung hat, vom Verfahrensablauf und Inhalt sind sich

diese Verfahren jedoch ähnlich. Sowohl beim Raumordnungsverfahren als auch bei der Bundesfachplanung werden eine Grobbeschreibung der Maßnahme und eine SUP durchgeführt. Insoweit könnten sich aus dem ROG Anhaltspunkte dafür ergeben, ob technische Aspekte zu berücksichtigen sind. Sollten diese im Rahmen des Raumordnungsverfahrens in die Bewertung des Vorhabens mit einfließen, würde dies ein Argument liefern, dass auch im Rahmen der Bundesfachplanung eine Berücksichtigung zu erfolgen hätte.

§ 15 Abs. 2 ROG spricht daher von „notwendigen“ Unterlagen, die einzureichen sind. (vgl. § 18 III Landesplanungsgesetz Baden-Württemberg; Art. 25 III Bayerisches Landesplanungsgesetz (BaylplG); § 17 IV Landesplanungsgesetz Rheinland Pfalz) Der Umfang der notwendigen Unterlagen ist seitens der Länder weiter konkretisiert worden.

Nach Art. 25 Abs. 3 BaylplG sind die Verfahrensunterlagen auf die Angaben zu beschränken, die notwendig sind, um die Bewertung der unter überörtlichen Gesichtspunkten raumbedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens zu ermöglichen. Notwendig sind in der Regel folgende Angaben:

1. die Beschreibung des Vorhabens nach Art und Umfang, Bedarf an Grund und Boden sowie vorgesehenen Folgefunktionen, einschließlich der vom Träger des Vorhabens eingeführten Alternativen unter Angabe der wesentlichen Auswahlgründe, und
2. die Beschreibung der entsprechend dem Planungsstand zu erwartenden erheblichen Auswirkungen des Vorhabens, insbesondere auf die Wirtschafts-, Siedlungs- und Infrastruktur sowie auf die Umwelt, und der Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung oder zum Ausgleich erheblicher Umweltbeeinträchtigungen sowie der Ersatzmaßnahmen bei nicht ausgleichbaren Eingriffen in Natur und Landschaft.

Auch in den übrigen Planungsgesetzen der Länder findet sich kein Verweis auf technische Vorschriften. Ebenso wie im Rahmen der Bundesfachplanung erfolgt auch im Raumordnungsverfahren lediglich eine Grobdarstellung des Vorhabens (BIELENBERG, RUNKEL, SPANNOWSKY & RUNKEL 2015, § 15 ROG Rn. 196, 200).

Zwischenergebnis

Im Ergebnis sprechen für beide Ansichten gewichtige Argumente. Daher ist es sinnvoll, technische Sicherheitsaspekte nach § 49 EnWG im Detail erst im Bereich der Planfeststellung zu berücksichtigen. Für die Berücksichtigung allgemeiner technischer Aspekte auf der Ebene der Bundesfachplanung sprechen auf beiden Seiten gewichtige Argumente.

Wertung mit Blick auf die Planungspraxis

Insgesamt erscheint eine Beachtung technischer Aspekte bereits im Bereich der Bundesfachplanung möglich und sinnvoll. Dies ergibt sich insbesondere vor dem Hintergrund der SUP. Sinn und Zweck der SUP ist es, bei gewichtigen Vorhaben bereits in einem frühen Verfahrensstadium mögliche Konflikte zu ermitteln, zu bewerten und Alternativlösungen vorzuschlagen, um dadurch Verfahrensfehler in einem frühen Planungsstadium aufzeigen und dadurch auch beheben zu können (LANDMANN, ROHMER & GÄRDITZ 2014, Vor § 14a UVPG Rn. 9; DE WITT, SCHEUTEN & DE WITT 2013, § 5 Rn. 35 ff.). Dadurch wird indirekt auch eine Beschleunigung des Verfahrens erreicht, da ansonsten die Gefahr bestünde, dass das Vorhaben erst auf der letzten Planungsstufe aufgrund von Fehlern scheitern könnte, die bereits davor hätten verhindert werden können.

Ferner sollen durch die SUP gerade die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt ermittelt werden. Eine umfangreiche Bewertung des Vorhabens ist jedoch nur dann möglich, wenn grundlegende technische Aspekte wie z.B. die Art des Mastes sowie der Aufbau sowie die Leiteranordnung oder der Abstand zwischen den einzelnen Masten bekannt sind. Dies würde auch nicht zu einer detailreichen Prüfung wie auf der Ebene der Planfeststellung, führen, da hier – wie im gesamten Verfahren der Bundesfachplanung – nur eine „grobe“ Überprüfung der technischen Aspekte erfolgt. Eine detaillierte technische Beschreibung und Abwägung – auch im Kontext der jeweiligen Sicherheitsaspekte – würde hingegen auf der Ebene der Planfeststellung erfolgen und steht einer Beachtung auf der Ebene der Bundesfachplanung nicht entgegen.

Darüber hinaus muss beachtet werden, dass das NABEG grundsätzlich eine zweistufige Prüfung enthält. Das bedeutet, dass die Bundesfachplanung für die nachfolgende Planfeststellung verbindlich ist. Dabei hat schon auf der Ebene der Bundesfachplanung eine Berücksichtigung und Abwägung aller das Vorhaben betreffenden Belange zu erfolgen (DE WITT & DURINKE 2016, S. 22, 28). Dies gestaltet sich aber vor folgendem Hintergrund problematisch: Im Rahmen der Bundesfachplanung wird nicht auf das konkrete Vorhaben, sondern allein auf die Trassenkorridore abgestellt. Deshalb entfallen auch konkrete technische Angaben zu den einzelnen Vorhaben. Dies gestaltet sich aber vor dem Hintergrund der gesamten Prüfungen, die umweltrechtliche Aspekte betreffen, als schwierig, da diese Prüfungen ein konkretes Vorhaben, welches auf seine Umweltauswirkungen überprüft werden kann, voraussetzen. Dies zeigt sich insbesondere bei der FFH-Verträglichkeitsprüfung nach § 36 BNatSchG. Diese ist zwingend, sofern Umweltbeeinträchtigungen zu erwarten sind (LANDMANN, ROHMER & GELLERMANN 2014, § 63 BNatSchG Rn. 5 f.). Ohne konkrete technische Angaben wie die Höhe der Masten oder den genauen Leitungsverlauf lässt sich eine solche Prüfung jedoch nicht ordnungsgemäß durchführen bzw. liefert keine genauen Ergebnisse. Dadurch könnte auch der Zweck des NABEG – die Beschleunigung des Netzausbaus – konterkariert werden. Zwar würde durch die „unvollständige“ Prüfung die Planung auf der Ebene der Bundesfachplanung beschleunigt werden, sollten sich jedoch bei der tieferen Prüfung auf der Ebene der Planfeststellung Fehler zeigen, müsste u.U. die gesamte Planung geändert werden, obwohl diese u.U. schon sehr detailreich fortgeschritten ist. All diese Schritte müssten folglich wiederholt werden und erneut auf die Umweltverträglichkeit überprüft werden.

Diese Probleme würden sich auch in Bezug auf den Artenschutz nach § 44 f. BNatSchG ergeben. Auch dort knüpft die Prüfung an ein konkretes Vorhaben und nicht bloß an den Trassenverlauf an (KMENT 2015, S. 616, 620). Dabei sind die geschützten Arten im Trassenverlauf durch eine Kartierung zu ermitteln. Da sich eine solche Untersuchung über eine Breite von mehreren Kilometern erstreckt, wird sie für das gesamte Planungsvorhaben praktisch nicht durchführbar sein (DE WITT & DURINKE 2016, S. 22, 29). Hinzu kommt, dass eine Vielzahl von Tieren unter den Artenschutz fällt. Ob, sofern eine Kartierung nicht durchgeführt wird, die Prüfung auf die bekannten und dokumentierten Arten beschränkt werden kann, erscheint vor dem eindeutigen Verbotscharakter des § 44 BNatSchG zumindest zweifelhaft. Ferner würde es dem Beschleunigungsgedanken widersprechen, da eine „ungenau“ Prüfung in einem späteren Rechtsstreit die Zulässigkeit des gesamten Vorhabens zu Fall bringen könnte.

Gerade die Ähnlichkeit der Bundesfachplanung zum Raumordnungsverfahren zeigt auf, dass Aspekte des Landschaftsbildes durch das Vorhaben, wie z.B. die Auswirkung auf die Land-

schaft, von gewichtiger Bedeutung sind. Diese Aspekte sind jedoch im Rahmen des Raumordnungsverfahrens zu berücksichtigen. Ein völliges Ausblenden im Rahmen der Bundesfachplanung wäre vor diesem Hintergrund nicht angemessen. Dies zeigt sich auch am Wortlaut des § 8 NABEG, der auf die „raumordnerische Beurteilung“ Bezug nimmt.

Vor diesem Hintergrund scheint es entgegen der bislang herrschenden Kommentarliteratur und dem Wortlaut des § 6 NABEG nicht unwahrscheinlich, dass eine Berücksichtigung von technischen Aspekten auf der Ebene der Fachplanung in der Praxis erfolgen wird. Zu beachten ist jedoch, dass, auch wenn die Übertragungsnetzbetreiber technische Aspekte im Rahmen des Musterantrags mit aufgenommen haben, im Rahmen der praktischen Antragstellung bislang keine technisch detaillierte Beschreibung des Vorhabens stattgefunden hat.

6.4.4 Endergebnis

Vor dem Hintergrund der oben genannten Aspekte in Bezug auf die SUP (z. B. Avifauna) und die Auswirkungen auf das Landschaftsbild erscheint es sinnvoll, den in § 8 NABEG verwendeten Begriff der „erforderlichen Unterlagen“ weiter zu konkretisieren und explizit technische Aspekte aufzunehmen. Der Schutz von Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse ist durch § 8 S. 3 und S. 5 NABEG ausreichend gewährleistet. Ferner könnte der § 6 NABEG dahingehend ergänzt werden, dass bereits der Antrag technische Aspekte bzgl. des Vorhabens beinhalten muss

Dabei geht es konkret um folgende technische Angaben:

- Kabeltechnik die zum Einsatz kommen soll
- Höhe und Breite der eingesetzten Masten
- Maße des Schutzstreifens
- Anzahl der Leitungen
- Bauweise der Masten

6.5 Handlungsempfehlungen / de lege ferenda

6.5.1 Vorschläge de lege ferenda

Bezüglich der Fragestellung, ob und wie eine mögliche Verpflichtungsermächtigung für die Verteilernetzbetreiber möglich ist, müsste eine gesetzliche Regelung folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie muss die BNetzA ermächtigen, den Verteilernetzbetreiber zu verpflichten, sein Mastgestänge insoweit umzubauen oder abzubauen und neu zu errichten, dass das Mitführen einer Leitung des Übertragungsnetzes möglich ist.
- Sie muss die BNetzA außerdem ermächtigen, den Verteilernetzbetreiber zu verpflichten, einen Teil des Mastgestänges dem Mastgestänge dem Übertragungsnetzverteiler gegen ein angemessenes Entgelt zur Verfügung zu stellen.
- Im Hinblick auf die Investitionsmaßnahmen seitens des Verteilernetzbetreibers ist ein Verweis auf § 23 Abs. 7 ARegV sinnvoll. Sollte die Maßnahme nicht unter § 23 Abs. 7 ARegV fallen, wäre zu überlegen, ob eine Erweiterung des § 23 Abs. 7 ARegV sinnvoll erscheint.

- Aufgrund des starken Eingriffs in das Eigentumsrecht des Verteilernetzbetreibers muss die Bestimmung eine Ausgleichsregelung enthalten, damit die Verhältnismäßigkeit des Eingriffs gewahrt wird. Ein Ausgleich wird im Rahmen von § 23 Abs. 7 ARegV gewährt, sodass darauf verwiesen werden kann.
- Bzgl. des § 23 Abs. 7 ARegV ist eine Einbeziehung von Bündelungsmaßnahmen im Hinblick auf die Genehmigung von Investitionsmaßnahmen sinnvoll.

Eine Regelung könnte folgenden Inhalt haben:

§ 26a NABEG Verpflichtung des Verteilernetzbetreibers

- I. Im Fall eines Zusammentreffens mehrerer Vorhaben i. S. d. §§ 26, 2 Abs. 3 NABEG kann die BNetzA den Verteilernetzbetreiber nach Abschluss des Planfeststellungsverfahrens verpflichten, sein Mastgestänge so umzubauen oder abzubauen und neu zu errichten, dass die Mitführung von Leitungen des Übertragungsnetzes möglich ist.
- II. Der Verteilernetzbetreiber ist in diesen Fällen verpflichtet, dem Übertragungsnetzbetreiber einen Teil des Mastgestänges gegen ein angemessenes Entgelt zur Nutzung zur Verfügung zu stellen, sodass der Übertragungsnetzbetreiber diesen Teil des Mastgestänges zur Mitführung seiner Leiterseile verwenden kann.
- III. Der Verteilernetzbetreiber kann die Investitionsmaßnahmen von der Regulierungsbehörde nach § 23 Abs. 7 ARegV genehmigen lassen.
- IV. Für die Verpflichtung ist ein angemessener Ausgleich in Geld zu leisten. Die Entschädigung wird gewährt für die durch den Neu- oder Umbau entstandenen Kosten. Die Entschädigung ist Teil der Investitionsmaßnahmen nach § 23 Abs. 7 ARegV.

§ 23 Investitionsmaßnahmen

[...]

- VII. Betreibern von Verteilernetzen können Investitionsmaßnahmen durch die Regulierungsbehörde auch für Erweiterungs- und Umstrukturierungsinvestitionen in die Hochspannungsebene genehmigt werden, soweit diese Investitionen zur Stabilität des Gesamtsystems, für die Einbindung in das nationale oder internationale Verbundnetz, **für eine Leitungsbündelung nach den §§ 2 Abs. Abs. 4, 26a NABEG** oder für einen bedarfsgerechten Ausbau des Energieversorgungsnetzes nach § 11 des Energiewirtschaftsgesetzes notwendig sind. Absatz 1 Satz 3 und 4 sowie die Absätze 2a bis 5 sind entsprechend anzuwenden.

Bezüglich der Fragestellung ob technische Aspekte bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung berücksichtigt werden können, könnte eine gesetzliche Regelung folgenden Inhalt haben:

§ 6 NABEG Antrag auf Bundesfachplanung

Die Bundesfachplanung beginnt mit dem Antrag des Vorhabenträgers. Die Bundesnetzagentur kann nach Aufnahme eines Vorhabens in den Bundesbedarfsplan die nach den §§ 11 und 12 des Energiewirtschaftsgesetzes verpflichteten Vorhabenträger durch Bescheid auffordern, innerhalb einer zu bestimmenden angemessenen Frist den erforderlichen Antrag zu stellen. Die für die Raumordnung zuständigen Behörden der Länder, auf deren Gebiet ein Trassenkorridor verläuft, sind über die Frist zu benachrichtigen. Der Antrag kann zunächst

auf einzelne angemessene Abschnitte von Trassenkorridoren beschränkt werden. Der Antrag soll Angaben enthalten, die die Festlegung des Untersuchungsrahmens nach § 7 ermöglichen, und hat daher in allgemein verständlicher Form das geplante Vorhaben darzustellen. Der Antrag muss enthalten

1. einen Vorschlag für den beabsichtigten Verlauf des für die Ausbaumaßnahme erforderlichen Trassenkorridors sowie eine Darlegung der in Frage kommenden Alternativen,
2. bei Vorhaben im Sinne von § 2 Absatz 5 des Bundesbedarfsplangesetzes eine Kennzeichnung von Erdkabel- und Freileitungsabschnitten im Vorschlag und in den infrage kommenden Alternativen sowie die Gründe, aus denen in Teilabschnitten ausnahmsweise eine Freileitung in Betracht kommt,
3. Erläuterungen zur Auswahl zwischen den in Frage kommenden Alternativen unter Berücksichtigung der erkennbaren Umweltauswirkungen und der zu bewältigenden raumordnerischen Konflikte und,
4. soweit ein vereinfachtes Verfahren der Bundesfachplanung nach § 11 für die gesamte Ausbaumaßnahme oder für einzelne Streckenabschnitte durchgeführt werden soll, die Darlegung der dafür erforderlichen Voraussetzungen und,
5. **technische Angaben zum Vorhaben, aus denen die Kabeltechnik, die zum Einsatz kommen soll, die Höhe und Breite der eingesetzten Masten sowie die Bauweise der Masten zum Ausdruck kommt.**

§ 8 NABEG Unterlagen

Der Vorhabenträger legt der Bundesnetzagentur auf Grundlage der Ergebnisse der Antragskonferenz in einer von der Bundesnetzagentur festzusetzenden angemessenen Frist die für die raumordnerische Beurteilung und die Strategische Umweltprüfung der Trassenkorridore erforderlichen Unterlagen vor. § 14g Absatz 3 und 4 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung ist entsprechend anzuwenden. **Zu den erforderlichen Unterlagen zählen auch technische Angaben im Hinblick auf die Beschaffenheit des Vorhabens, die die Kabeltechnik, die zum Einsatz kommen soll, die Höhe und Breite der eingesetzten Masten sowie die Bauweise der Masten.** Soweit Unterlagen Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse enthalten, sind sie zu kennzeichnen. Die Regelungen zum Schutz personenbezogener Daten sind zu beachten. Den Unterlagen ist eine Erläuterung beizufügen, die unter Wahrung der in Satz 4 genannten Aspekte so ausführlich sein muss, dass Dritte abschätzen können, ob und in welchem Umfang sie von den raumbedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens betroffen sein können. Die Bundesnetzagentur prüft die Vollständigkeit der Unterlagen.

6.5.2 Handlungsempfehlungen

Im Rahmen der Regelungen bezüglich der Frage nach einer Verpflichtungsmöglichkeit für den Verteilernetzbetreiber ist zu beachten, dass dies vor dem Hintergrund der Anreizregulierung der ARegV zu Problemen führen könnte.

§ 23 Abs. 6, Abs. 7 ARegV, die den Verteilernetzbetreiber betreffen, stellen hohe Anforderungen und finden in der Praxis bislang nicht allzu häufig Anwendung. Zudem muss berücksichtigt werden, dass durch die Genehmigung der Investitionsmaßnahmen auch die Erlös-

obergrenzen und somit letztendlich die Netzentgelte steigen, was wiederum auch zu einer Belastung der Verbraucher führen würde.

Vor diesem Hintergrund erscheint es ökonomisch sinnvoller, dass der Übertragungsnetzbetreiber die Kosten und auch die Baumaßnahmen selbst übernimmt. Dies ist auch vor dem Hintergrund der Anreizregulierung sinnvoll, da § 23 Abs. 1 ARegV verschiedene Möglichkeiten bietet, die Investitionen des Übertragungsnetzbetreibers zu genehmigen. Zudem ist zu beachten, dass ein Neubau seitens des Übertragungsnetzbetreibers bei Weigerung des Verteilernetzbetreibers ohnehin stattfinden müsste. Durch die Verlagerung der Verpflichtung und Kostenlast auf den Übertragungsnetzbetreiber könnte – gerade vor dem Hintergrund der anstehenden Neubauprojekte – die Bündelung durch Führung des Übertragungs- und Verteilernetzes auf ein und demselben Mastgestänge möglicherweise vereinfacht werden.

Bezüglich der Frage, inwieweit technische Aspekte auf der Ebene der Bundesfachplanung zu berücksichtigen sind, zeigt sich, dass trotz anfänglich kritischer Stimmen (DE WITT, SCHEUTEN & DURINKE 2013, § 8 Rn. 7; STEINBACH, NEBEL & RIESE 2013, § 21 Rn. 23. und § 6 Rn. 17) mittlerweile Teile in der Literatur (DE WITT & DURINKE 2016, S. 22, 28 dahingehend zustimmen, dass aus den oben genannten Gründen eine Berücksichtigung sinnvoll erscheint.

Solange eine gesetzlich verpflichtende Regelung im NABEG noch nicht geregelt worden ist, erscheint es daher für die Praxis sinnvoll, den Prüfungsumfang für die SUP vor dem Hintergrund einer möglichen Beeinträchtigung von FFH- bzw. Vogelschutzgebieten sowie artenschutzrechtlichen Regelungen nach dem BNatSchG weit zu ziehen und die Detailtiefe zu erhöhen. Dazu zählen auch technische Angaben wie Masthöhe, Mastbreite sowie die Bauweise der Masten selbst, um diese Prüfung umfassend durchzuführen.

Dies hat im Ergebnis den Vorteil, dass bereits auf der Ebene der Bundesfachplanung mögliche Konflikte identifiziert, beschrieben und frühzeitig Lösungsansätze entwickelt werden können, was letztendlich mit dem Sinn und Zweck des NABEG – nämlich eine Beschleunigung des Netzausbaus zu erreichen – im Einklang steht.

Literaturverzeichnis

- 50HERTZ TRANSMISSION GMBH, AMPRION GMBH, TENNET TSO GMBH, TRANSNETBW GMBH (Hrsg.) (31.07.2015): Antrag auf Bundesfachplanung: Musterantrag nach § 6 NABEG Teil 1: Grob- und Trassenkorridorfindung. URL: <<http://www.netzentwicklungsplan.de/file/2598/download?token=ZYi_EVSF>> (Abruf: 31.05.2016).
- BIELLENBERG W., RUNKEL P., SPANNOWSKY W. (Hrsg.) (2015): Raumordnungs- und Landesplanungsrecht des Bundes und der Länder. Berlin.
- BRITZ G., HELLERMANN J., HERMES G. (Hrsg.) (2015): EnWG Kommentar. 3. Auflage. München.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (2016): Meeresnutzung: Windparks. URL: <<<http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/>>> (Abruf: 28.05.2016).
- BUNDESNETZAGENTUR (03.12.2015): Pressemitteilung: Bundesnetzagentur begrüßt Erdkabelvorrang für neue Gleichstromtrassen. URL: <<http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1411/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2015/151203_edkabelgesetz.html?nn=265794>> (Abruf: 23.05.2016).
- BUNDESNETZAGENTUR (2016): Bundesfachplanung für Gleichstrom-Vorhaben mit gesetzlichem Erdkabelvorrang: Positionspapier der Bundesnetzagentur für Anträge nach § 6 NABEG. Bonn.
- BUNDESVERBAND WINDENERGIE E.V. (31.12.2015): Bundesländer TOP 5: Installierte Leistung gesamt. URL: <<<https://www.windenergie.de/infocenter/statistiken/bundeslaender/bundeslaender-im-leistungsvergleich-mw>>> (Abruf: 28.05.2016).
- DE WITT S., DURINKE P. (2016): Das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) – eine Zwischenbilanz, In: EnergieRecht, S. 22-30.
- DE WITT S., SCHEUTEN F.-J. (Hrsg.) (2013): NABEG, Kommentar. München.
- ERBGUTH W. (2012): Trassensicherung für Höchstspannungsleitungen: Systemgerechtigkeit und Rechtsschutz, Deutsches Verwaltungsblatt.: S. 325-329.
- FASSBENDER K., BECKER H. (Hrsg.) (2013): Praxishandbuch Netzplanung und Netzausbau. Berlin/Boston.
- FEST P., NEBEL J. A. (2016): Das Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus. Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht.: S. 177-183.
- JARASS H. D. (2015): BImSchG Kommentar. 11. Auflage. München.
- KMENT M. (2015): Bundesfachplanung von Trassenkorridoren für Höchstspannungsleitungen – Grundlegende Regelungselemente des NABEG, In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, S. 616 – 626.
- KORBION H., MANTSCHKEFF J., VYGEN K. (Hrsg.) (2016): HOAI Kommentar mit IngAIG, 9. Auflage. München.
- LANDMANN R., ROHMER G. (Hrsg.) (2015): Umweltrecht, 78. Ergänzungslieferung. München.

- LUDWIGS M. (2016): Der Atomausstieg und die Folgen: Fordert der Paradigmenwechsel in der Energiepolitik einen Paradigmenwechsel beim Eigentumsschutz?. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, S. 1-6.
- LÜTKES S., EWER W. (Hrsg.) (2011): BNatSchG Kommentar. München.
- MAHNE H. (2009): Eigentum an Versorgungsleistungen. Frankfurt am Main.
- MAUNTZ D., DÜRING G. (Begr.) (2015): GG Kommentar. München.
- MESSERSCHMIDT B, VOIT W. (Hrsg.) (2012): Privates Baurecht. Kommentar zu §§ 631 ff. BGB Kurzkommentierung zur VOB/B, zur HOAI und zum Bauforderungssicherungsgesetz. München.
- PROPLANTA (2016): Windkraftanlagen: Standorte von Windrädern, Windparks und Windkraftanlagen in Deutschland. URL: <<http://www.proplanta.de/Maps/Windkraftanlagen_points1404907272.html>> (Abruf: 28.05.2016).
- SCHÄFFLER A., SCHOMERUS T., (2013): Umweltprüfungen und Bürgerbeteiligung bei der Planung des Ausbaus des deutschen Übertragungsnetzes. In: Neue Energien – Neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende, Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege. Bd. 59, S. 98-107.
- SCHOCH F., SCHNEIDER J.-P., BIER W. (Hrsg.) (2015): VwGO Kommentar, 29. Auflage. München.
- SENATSWERK FÜR STADTENTWICKLUNG, UMWELTSCHUTZ UND TECHNOLOGIE BERLIN (1999): Leitfaden Umweltverträglichkeitsprüfung und Eingriffsregelung in der Stadt- und Landschaftsplanung. URL: <<<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/uvp/download/uvp-leit.pdf?>>> (Abruf: 23.05.2016).
- SPANNOWSKY W., RUNKEL P., GOPPEL K. (Hrsg.) (2010): Raumordnungsgesetz, Kommentar. München.
- STEINBACH A. (Hrsg.) (2013): NABEG / EnLAG / EnWG Kommentar zum Recht des Energieleitungsbaus. Berlin/Boston.
- WIELAND J. (2014): Verfassungsfragen der Energiewende: Rahmenbedingungen der Umgestaltung. Vortrag im Rahmen der 57. Bitburger Gespräche Trier, 9.-10. Januar 2014. URL: <<https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb5/inst/IRP/BG_Einzeldokumente_ab_2010/BG_57/Vorabversion_BG_57_03_Wieland.pdf>> (Abruf: 23.05.2016).

Parlamentsdrucksachen

BR-DRUCKS. (2011): Gesetzentwurf der Bundesregierung, Entwurf eines Gesetzes über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze; BR-Drucks. 342/11 vom 06.06.2011.

BR-DRUCKS. (2013): Verordnung zur Änderung von Verordnungen auf dem Gebiet des Energiewirtschaftsrechts, BR-Drucks. 447/13 vom 29.05.2013.

BT-DRUCKS. (2005): Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Wirtschaft und Arbeit, BT-Drucks. 15/5268 vom 13.04.2005.

BT-DRUCKS. (2011): Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und FDP, Entwurf eines Gesetzes über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze, BT-Drucks. 17/6073 vom 6. 6. 2011.

Rechtsnormenverzeichnis

- ANREIZREGULIERUNGSVERORDNUNG vom 29. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2529), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 6 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498) geändert worden ist.
- BUNDESBEDARFSPLANGESETZ vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2490) geändert worden ist.
- BUNDESNATURSCHUTZGESETZ vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 421 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 76 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
- BÜRGERLICHES GESETZBUCH vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. März 2016 (BGBl. I S. 396) geändert worden ist.
- ENERGIELEITUNGSBAUGESETZ vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 8 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498) geändert worden ist.
- ENERGIEWIRTSCHAFTSGESETZ vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 19. Februar 2016 (BGBl. I S. 254) geändert worden ist.
- GRUNDGESETZ FÜR DIE BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND vom 23. Mai 1949 (BGBl. I S. 1), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2438) geändert worden ist.
- HONORARORDNUNG FÜR ARCHITEKTEN UND INGENIEURE vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276).
- NETZAUSBAUBESCHLEUNIGUNGSGESETZ ÜBERTRAGUNGSNETZ vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2490) geändert worden ist.
- RAUMORDNUNGSGESETZ vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 124 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
- RL 2003/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2003 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 96/92/EG.
- STROMNETZENTGELTVERORDNUNG vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2225), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498) geändert worden ist.

Rechtsprechungsverzeichnis (einschließlich Beschlüsse der BNetzA)

BGH, Urt. v. 22.06.1965 – III ZR 104/64.

BGH, Urt. v. 01.10.1968 - VI ZR 159/67, NJW 1968, 2331.

BNETZA, Beschl. v. 9.11.2012 – BK6-12-044.

BNETZA, Beschl. v. 11.4.2013 – BK6-12-004.

BVERFG, Urt. v. 12.06.1979 - 1 BvL 19/76, BVerfGE 52, 1.

BVERFG, Urt. v. 15.07.1981 - 1 BvL 77/78, BVerfGE 58, 100.

BVERFG, Urt. v. 28.03.1984 - 1 BvL 28/82, BVerfGE 66, 248.

BVERFG, Urt. v. 12.03.1986 - 1 BvL 81/79, BVerfGE 72, 66.

BVERFG, Urt. v. 09.01.1991 - 1 BvR 929/89, BVerfGE 83, 201.

BVERFG, Urt. v. 02.03.1999 - 1 BvL 7/91, BVerfG NJW 1999.

BVERWG, Beschl. v. 15.09.1995 - 11 VR 16/95, juris.

BVERWG, Beschl. v. 18.3.2003 - 4 B 7/03, juris.

BVERWG, Beschl. v. 09.04.2008 - 7 B 2/08, juris.

BVERWG, Urt. v. 25.10.2001 - 11 A 30.00, juris.

OVG LÜNEBURG, Beschl. v. 29.06.2011 – 7 MS 72/11, juris.

OVG LÜNEBURG, Beschl. v. 03.12.2013 – 7 MS 4/13, NVwZ-RR 2014, 219.

OVG LÜNEBURG, Urt. v. 20.03.2014 - 7 KS 158/11, juris.

7 Anhang Tabellen

Wahrnehmungskoeffizient nach NOHL (1993)

Mit dem Ziel, die mit der Entfernung abnehmende visuelle Störwirkung eines Eingriffsobjekts sachgerecht zu erfassen, bestimmt NOHL (1993) einen Wahrnehmungskoeffizienten. Die Abnahme der Fernwirkung spiegelt sich in den drei Wirkzonen wieder, wobei die Wirkzone III einen kleineren Koeffizienten aufweist als die Wirkzone I. Des Weiteren geht auch die Höhe der Objekte mit in den Faktor ein, wobei mastenartige Eingriffe mit einer Größe von unter und über 60 m unterschieden werden. Der passende Koeffizient wird aus der folgenden Tabelle entnommen.

Tab. 33: Tabelle des Wahrnehmungskoeffizienten w für mastartige Eingriffe in Abhängigkeit von Wirkzonen und Eingriffsobjekt (NOHL 1993).

Wirkzone	A	B	C	D
I	0,30	0,60	0,15	0,30
II	0,15	0,30	0,10	0,15
III	0,02	0,04	0,01	0,02
III reduziert	0,08	0,16	0,04	0,08

A = Höhe Eingriffsobjekt bis 60 m

B = Höhe Eingriffsobjekt über 60 m

C = Höhe Eingriffsobjekt bis 60 m, relativ große Vorbelastungen ähnlicher Art

D = Höhe Eingriffsobjekt über 60 m, relativ hohe Vorbelastungen ähnlicher Art

Nachdem alle vorhergehenden Schritte abgeschlossen sind, kann nun der Kompensationsflächenumfang berechnet werden. Dieser ergibt sich aus der folgenden Formel:

$$K = F * e * b * w$$

K = Umfang der Kompensationsfläche

F = Flächenumfang in m² der tatsächlichen Einwirkungsbereiche (Schritt 2)

e = Erheblichkeitsfaktor

b = Kompensationsflächenfaktor

w = Wahrnehmungskoeffizient

Tab. 34: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 1.1, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast/ innovativer Y-Mast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Y-Mast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]
Feuchtgrünland bei Grönland	74,5	0,0	0,0	74,5	0,4	0,0	0,0	0,4
Marsch und Moorland bei Sommerland	71,5	0,1	0,5	71,0	45,8	0,0	0,0	45,8
Kulturlandschaft Königsmoor	87,7	87,1	1,6	86,1	55,6	55,2	0,5	55,1
Geestlandschaft mit Siedlungsstrukturen	117,7	117,4	6,5	111,2	36,3	36,3	1,2	35,1
Marsch und Moorland bei Raa-Besenbek	53,7	53,7	0,0	53,7	27,4	27,4	0,0	27,4
Feuchtgrünland Moorhuser Wettern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Städtisch geprägter Kulturraum Elmshorn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mittelzone							
Feuchtgrünland bei Grönland	327,4	0,0	5,6	321,8	0,2	0,0	0,0	0,2
Marsch und Moorland bei Sommerland	456,0	8,5	11,7	444,3	260,0	8,4	4,7	255,4
Kulturlandschaft Königsmoor	510,5	496,4	10,3	500,2	361,7	360,8	6,7	355,0
Geestlandschaft mit Siedlungsstrukturen	883,4	649,0	58,9	824,5	272,2	219,4	18,2	254,0
Marsch und Moorland bei Raa-Besenbek	403,0	403,0	16,5	386,4	162,0	162,0	1,8	160,2
Feuchtgrünland Moorhuser Wettern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Städtisch geprägter Kulturraum Elmshorn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 34: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Y-Mast			
	Fernzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]
Feuchtgrünland bei Grönland	197,7	0,0	9,8	187,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Marsch und Moorland bei Sommerland	643,4	0,0	10,7	632,7	355,1	0,3	13,1	342,0
Kulturlandschaft Königsmoor	1.006,6	190,5	28,9	977,7	715,1	354,2	31,4	683,7
Geestlandschaft mit Siedlungsstrukturen	1.776,4	301,4	597,3	1.179,1	701,4	270,7	203,2	498,1
Marsch und Moorland bei Raa-Besenbek	210,2	207,8	11,4	198,8	148,3	148,3	6,5	141,9
Feuchtgrünland Moorhusener Wettern	756,2	730,0	46,0	710,2	75,3	74,9	0,0	75,3
Städtisch geprägter Kulturraum Elmshorn	278,1	5,3	244,7	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 35: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 2.1 (Ergänzung in der sich anschließenden Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Tonnenmast und innovativer Einebenenmast, der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Tonnenmast				Innovativer Einebenenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Barnstedter Waldgebiet	98,1	97,9	72,1	25,9	34,7	34,6	20,8	13,9
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturreiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	487,5	485	47,8	439,7	87,6	87,6	3,9	83,8
Mittelzone								
Barnstedter Waldgebiet	1.563,1	1.517,6	1.367,3	195,8	330,1	329,6	310,9	19,1
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturreiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	2.173,6	1.778,2	540	1.633,60	454	409	46,1	407,8
Fernzone								
Barnstedter Waldgebiet	3.381,2	3.329,1	3.227,1	154,1	964,7	961,9	929,3	35,4
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	730,6	667,7	650,6	80	0	0	0	0
Strukturreiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	2.860,4	929,8	2.086,2	774,2	522,1	394	295,9	226,1

Tab. 36: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 2.1 (Ergänzung der vorherigen Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (innovativer Y-Mast und innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Y-Mast				Sternkettenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Barnstedter Waldgebiet	39,9	39,9	25,8	14,2	44,7	44,6	30,3	14,4
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturreiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	125,2	125	7,5	117,7	165,1	164,6	10,7	154,4
	Mittelzone							
Barnstedter Waldgebiet	418,3	417,7	383	35,3	512,7	512,1	463,6	49,2
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturreiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	636,1	585,6	95,9	540,2	830,4	771,2	176,6	653,8
	Fernzone							
Barnstedter Waldgebiet	1.247,8	1.239,2	1.191,6	56,2	1.521,1	1.495,7	1.458,7	62,4
Kulturlandschaft der Lüneburger Heide	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturreiche Kulturlandschaft mit Wald und Siedlungen um Barnstedt	749,6	486,2	439,7	309,9	1.020,2 0	592	687,1	333

Tab. 37: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 3.6, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller 110 kV-Einebenenmast/ innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Einebenenmast (110 kV)				Innovativer Einebenenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]
Strukturreiche Ostholsteinische Hügellandschaft	93,6	39,6	0,1	93,6	114,3	50,4	0,1	114,2
Subglaziales Tunneltal im Wald-Offenlandkomplex	6,4	6,4	1,5	4,9	7,2	7,2	1,9	5,3
Hüglige Mischwaldgesellschaft	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mittelzone							
Strukturreiche Ostholsteinische Hügellandschaft	575,8	257,8	42,7	533,1	695,5	331,6	63,5	632
Subglaziales Tunneltal im Wald-Offenlandkomplex	63,6	63,6	47,6	16	84,1	83,9	65,2	18,9
Hüglige Mischwaldgesellschaft	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fernzone							
Strukturreiche Ostholsteinische Hügellandschaft	1.117,5	741,9	481,5	635,9	1.352,9	932,9	599,1	753,8
Subglaziales Tunneltal im Wald-Offenlandkomplex	79,1	77,5	71,5	7,6	83,4	82	70,5	12,9
Hüglige Mischwaldgesellschaft	27,5	0	27,1	0,4	55,7	0	55,1	0,6

Tab. 38: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 3.7, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller 110 kV-Donaumast/ innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast (110 kV)				Sternkettenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Strukturreiche ackergeprägte Kulturlandschaft mit Knickstrukturen um Lepahn	140,6	1	6	134,6	188	12,5	8,6	179,4
Strukturreiche grünland- und ackergeprägte Kulturlandschaft um die Rixdorfer Teiche	2,4	2,4	0	2,4	19,8	19,6	0	19,8
Struktur- und gewässerreiche Landschaft Lanker See	7,4	7,1	0,1	7,3	9,1	8,6	0,1	9
Waldgebiete Lehmkuhlen	6,9	0	6,9	0	8,3	0	8,2	0,1
	Mittelzone							
Strukturreiche ackergeprägte Kulturlandschaft mit Knickstrukturen um Lepahn	738,8	7,3	72,3	666,5	994,3	31,3	125,1	869,2
Strukturreiche grünland- und ackergeprägte Kulturlandschaft um die Rixdorfer Teiche	68	59,7	12,9	55,1	176,6	164	21,3	155,4
Struktur- und gewässerreiche Landschaft Lanker See	91,5	89,9	5	86,5	138,8	133,5	8,3	130,5
Waldgebiete Lehmkuhlen	93,3	0	85,4	7,9	121,6	0	108,8	12,8

Tab. 38: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast (110 kV)				Sternkettenmast			
	Fernzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Strukturreiche ackergeprägte Kulturlandschaft mit Knickstrukturen um Lepahn	802,7	79,3	299,9	502,8	1.026	91,1	465,4	560,6
Strukturreiche grünland- und ackergeprägte Kulturlandschaft um die Rixdorfer Teiche	515,8	506	167,2	348,6	855,7	849,5	215,8	640
Struktur- und gewässerreiche Landschaft Lanker See	189,2	181,2	69,9	119,2	341,4	329,8	184,4	157
Waldgebiete Lehmkuhlen	170,9	0	149,7	21,2	214,5	0	188,3	26,2

Tab. 39: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 3.12, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast/ innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Sternkettenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Joker Obstbaulandschaft	114,9	114,9	0	114,9	57,3	0	0	57,3
Zusammenhängende Siedlungsbereiche im Obstbaugebiet	9,4	9,4	0	9,4	6,5	0,5	0	6,5
Strukturreiche Kulturlandschaft der Stader Geest	162,4	142,5	19,9	142,5	87,3	39	10,3	77,1
Grünlandkulturlandschaft der Stader Geest	99,5	99,3	0,3	99,3	56,7	0	0	56,7
Hornburger Waldgebiet	13,3	6,1	7,3	6,1	0	0	0	0

Tab. 39: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Sternkettenmast			
	Mittelzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Joker Obstbaulandschaft	887	885,8	1,2	885,8	496,3	0	0,9	495,3
Zusammenhängende Siedlungsbereiche im Obstanbaugebiet	355,2	70,1	285,1	70,1	164	1,6	123,9	40,1
Strukturreiche Kulturlandschaft der Stader Geest	470,3	368,3	102	368,3	295	145	70,5	224,5
Grünlandkulturlandschaft der Stader Geest	661,4	634,9	26,5	634,9	361,1	21,7	2	359,1
Homeburger Waldgebiet	178	40,1	138	40,1	15,9	15,9	11,7	4,2
	Fernzone							
Joker Obstbaulandschaft	1.856,8	1.705,9	150,9	1.705,9	1.009,50	6,2	21,5	988
Zusammenhängende Siedlungsbereiche im Obstanbaugebiet	931,3	278,8	652,5	278,8	631,8	28,9	412,3	219,5
Strukturreiche Kulturlandschaft der Stader Geest	1.663,1	723,9	939,1	723,9	641,7	332,6	309,7	332
Grünlandkulturlandschaft der Stader Geest	231	222	9	222	253,3	66,5	10,7	242,6
Homeburger Waldgebiet	199,3	7,3	192,1	7,3	17,7	17,7	16,3	1,4

Tab. 40: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 4.1 (Ergänzung in der sich anschließenden Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast und innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Einebenenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	408,4	3,5	5,7	402,7	123,1	0	0,5	122,6
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	0	0	0	0	0	0	0	0
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	0	0	0	0	0	52,2	0	0
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	0	0	0	0	0	15,2	0	0
Siedlungsbereich Brokdorf	0	0	0	0	0	0	0	0
AKW Brokdorf	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mittelzone							
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	2.325,3	4,2	44,7	2.280,6	781	0	11,6	769,5
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	229,9	20,7	14,6	215,3	8,2	0	0	8,2
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	39,8	0	35,5	4,3	0	0	0	0
Siedlungsbereich Brokdorf	0	0	0	0	0	0	0	0
AKW Brokdorf	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 40: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Einebenenmast			
	Fernzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	2.018,3	131,6	90,9	1.927,4	1.018	28,6	41,8	976,2
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	1.406,3	12,6	158,5	1.247,9	362,7	0	22,9	339,8
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	1.362	694	208	1.153,9	52,2	52,2	47	5,2
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	0	0	0	0	39,4	15,2	34,7	4,7
Siedlungsbereich Brokdorf	39,4	15,2	34,7	4,7	8,5	0	2,8	5,7
AKW Brokdorf	24,6	1,3	14,1	10,5	0	0	0	0

Tab. 41: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 4.1 (Ergänzung der vorherigen Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (innovativer Y-Mast und innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Y-Mast				Sternkettenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächengröße [ha]
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	2.018,3	131,6	90,9	1.927,4	1.018	28,6	41,8	976,2
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	1.406,3	12,6	158,5	1.247,9	362,7	0	22,9	339,8
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	1.362	694	208	1.153,9	52,2	52,2	47	5,2
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	0	0	0	0	39,4	15,2	34,7	4,7
Zusammenhängender Brokdorf	39,4	15,2	34,7	4,7	8,5	0	2,8	5,7
AKW Brokdorf	24,6	1,3	14,1	10,5	0	0	0	0
	Mittelzone							
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	1.038,9	0	15,3	1.023,6	1.299,2	0	22,6	1.276,6
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	20,5	0	0	20,5	43,1	0	1,4	41,8
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	0	0	0	0	5,4	0	4,2	1,1
Siedlungsbereich Brokdorf	0	0	0	0	0	0	0	0
AKW Brokdorf	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 41: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Y-Mast				Sternkettenmast			
	Fernzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Feuchtes grünlanddominiertes Offenland	1.223,5	48,4	51,3	1.172,2	1.439	67	46,4	1.392,6
Kulturlandschaft Acker und Grünland der Wilster Marsch	513,4	0	52,2	461,1	661	0	68,4	592,6
Flusslandschaft Elbe mit Überschwemmungsbereichen	189,3	189,3	149,2	40,1	369,5	330,8	223,1	146,4
Zusammenhängender Siedlungsbereich Biedenfleth	1,7	0	1,3	0,3	2,6	0	2	0,6
Siedlungsbereich Brokdorf	39,4	15,2	34,9	4,5	39,4	15,2	34,7	4,7
AKW Brokdorf	24,5	1,2	15	9,6	24,6	1,3	14,1	10,5

Tab. 42: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 4.2, unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast/ innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Einebenenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Ackergeprägte offene Kulturlandschaft der Pinneberger Elbmarschen	188,4	188,4	1,5	186,9	65,8	65,8	0,3	65,5
Acker- und obstanbaugeprägte offene Kulturlandschaft	77,4	77,4	1,9	75,5	15	15	0,1	14,9
Strukturreiche Feuchtgebiete mit überwiegend Grünlandnutzung	113,5	113,5	6,3	107,2	18,4	18,4		18,4
Überschwemmungsgebiet der Pinnau	23,9	23,9	1,1	22,8	12,1	12,1	0,4	11,7
Zusammenhängender mäßig verdichteter Siedlungsbereich Moorreege-Heist	0	0	0	0	0	0	0	0
Stark verdichteter Siedlungsbereich Uetersen-Heidgraben-Nordheide	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 42: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Einebenenmast			
	Mittelzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Ackergeprägte offene Kulturlandschaft der Pinnerberger Elbmarschen	1.151,6	1.148,3	55	1.096,6	486,2	486,2	9,5	476,7
Acker- und obstanbaugeprägte offene Kulturlandschaft	550,4	550,4	7,3	543	154,5	154,5	2,8	151,7
Strukturreiche Feuchtgebiete mit überwiegend Grünlandnutzung	683,9	638,4	52,9	631	93,7	93,7	13,6	80
Überschwemmungsgebiet der Pinnau	106,2	103,5	16,9	89,2	61,6	61,6	8,7	52,9
Zusammenhängender mäßig verdichteter Siedlungsbereich Moorrege-Heist	62,5	3,6	40,3	22,3	0	0	0	0
Stark verdichteter Siedlungsbereich Uetersen-Heidgraben-Nordheide	15,7	3,7	8,6	7,1	0	0	0	0
	Fernzone							
Ackergeprägte offene Kulturlandschaft der Pinnerberger Elbmarschen	1.363,2	1.353,4	107,8	1.255,4	670,5	662,5	32,8	637,7
Acker- und obstanbaugeprägte offene Kulturlandschaft	790,8	781,9	53,7	737,1	215,9	215,9	26,5	189,4
Strukturreiche Feuchtgebiete mit überwiegend Grünlandnutzung	963,5	710,3	556,6	406,9	149,2	116,5	23,3	125,9
Überschwemmungsgebiet der Pinnau	495,1	394,6	208,9	286,2	166,7	151,7	30,6	136,1
Zusammenhängender mäßig verdichteter Siedlungsbereich Moorrege-Heist	428,3	38,2	319,3	109	32,6	2,7	27,2	5,4
Stark verdichteter Siedlungsbereich Uetersen-Heidgraben-Nordheide	839,4	81,3	749,2	90,2	250,9	11,9	225,7	25,1

Tab. 43: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 6 (Ergänzung in der sich anschließenden Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (konventioneller Donaumast und innovativer Einebenenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Einebenenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbe-reich	141	7,5	98,9	42	45,8	3	23,1	22,7
Gewerbe und Siedlungs-bereich Allermöhe	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte	248,3	188,4	11,2	237,1	47,2	26,4	1,8	45,3
Wald-Offenland-Komplex	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturierter Binnendü-nenbereich der Boberger Niederung	28,7	20,4	21,7	7	19,4	13,5	14	5,4
Dove-Elbe-Niederung	26,3	26,3	0,3	26	12,2	12,2	0,1	12,1
	Mittelzone							
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbe-reich	936,2	16	823,9	112,3	346,4	6,9	310,3	36,1
Gewerbe und Siedlungs-bereich Allermöhe	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte	1.431,9	1.140,9	118,4	1.313,5	297,5	187,9	40,8	256,7
Wald-Offenland-Komplex	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturierter Binnendü-nenbereich der Boberger Niederung	264,3	241,2	177,9	86,4	68,4	58,2	59,1	9,2
Dove-Elbe-Niederung	195,8	195,8	2,1	193,6	85,3	85,3	4,3	81

Tab. 43: (Fortsetzung).

Landschaftsbildeinheit	Konventioneller Donaumast				Innovativer Einebenenmast			
	Fernzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbe-reich	915,8	24,5	772,7	143,1	488,6	3	442,6	46
Gewerbe und Siedlungsbe-reich Allermöhe	265,5	35,2	204	61,5	2,6	0	0	2,6
Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte	2.531,3	2.235	543,3	1.987,9	754,9	572,2	148,7	606,2
Wald-Offenland-Komplex	352,8	153,8	305,9	46,9	0	0	0	0
Strukturierter Binnendünenbereich der Boberger Niederung	289,6	282,2	130,5	159,1	109,9	107,7	40,1	69,8
Dove-Elbe-Niederung	227,8	222,5	23,6	204,1	115	110,2	37,2	77,7

Tab. 44: Bewertungsgrundlagen für den Landschaftstyp 6 (Ergänzung der vorherigen Tabelle), unterteilt in die Art des Mastes (innovativer Y-Mast und innovativer Sternkettenmast), der Wirkzone (Nah-, Mittel- und Fernzone), der Gesamtfläche der jeweiligen Landschaftsbildeinheit sowie die Schutzgebietsflächen innerhalb der jeweiligen Wirkzone. Zusätzlich enthält die Tabelle die im Geoinformationssystem berechneten Größenangaben der sichtverschatteten Flächen, deren Ausdehnung von der Gesamtfläche subtrahiert wurde, um die aus Landschaftsbildsicht tatsächlich beeinflussten Flächen zu ermitteln.

Landschaftsbildeinheit	Y-Mast				Sternkettenmast			
	Nahzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbereich	67,7	3,1	42,6	25,1	87,5	3,2	55,5	32
Gewerbe und Siedlungsbe-reich Allermöhe	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte	66,5	42,1	2,5	64	99,3	66,5	4,5	94,8
Wald-Offenland-Komplex	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturierter Binnendünenbereich der Boberger Niederung	21,6	15,1	15,6	6	23,4	16,4	16,9	6,5
Dove-Elbe-Niederung	14,7	14,7	0,2	14,5	17,2	17,2	0,3	16,9
	Mittelzone							
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbereich	487,9	10,2	431,1	56,7	617,5	11,8	560,9	56,6
Gewerbe und Siedlungsbe-reich Allermöhe	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrarlandschaft mit hoher Siedlungsdichte	427,1	301,1	37,3	389,7	590,1	446,2	71,1	519
Wald-Offenland-Komplex	0	0	0	0	0	0	0	0
Strukturierter Binnendünenbereich der Boberger Niederung	89,4	76,3	76,3	13,1	121,4	106,7	100,7	20,7
Dove-Elbe-Niederung	94,9	94,9	0,3	94,6	105	105	4,3	100,7

Tab. 44: (Fortsetzung).

	Y-Mast				Sternkettenmast			
	Fernzone							
	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]	Gesamtfläche [ha]	Schutzgebietsfläche [ha]	Sichtverschattete Flächen [ha]	Beeinflusste Flächen-größe [ha]
Zusammenhängender Hamburger Siedlungsbe-reich	568,9	1,6	522,6	46,3	655,5	5,3	617,1	38,5
Gewerbe und Siedlungsbe-reich Aller-möhe	35	2,1	22,2	12,9	85,2	5,1	64,1	21,2
Agrarland-schaft mit hoher Sied-lungsdichte	1.033	805,4	242	791	1.305,2	1.065,1	394,7	910,5
Wald-Offenland-Komplex	6,6	3,8	6,2	0,4	32,9	18,1	29,5	3,4
Strukturierter Binnendü-nenbereich der Boberger Niederung	174,4	173,1	40,3	134,1	212,6	212,4	45,1	167,5
Dove-Elbe-Niederung	129,2	124,4	38,3	90,8	141,4	136,1	37,9	103,5

8 Anhang Abbildungen

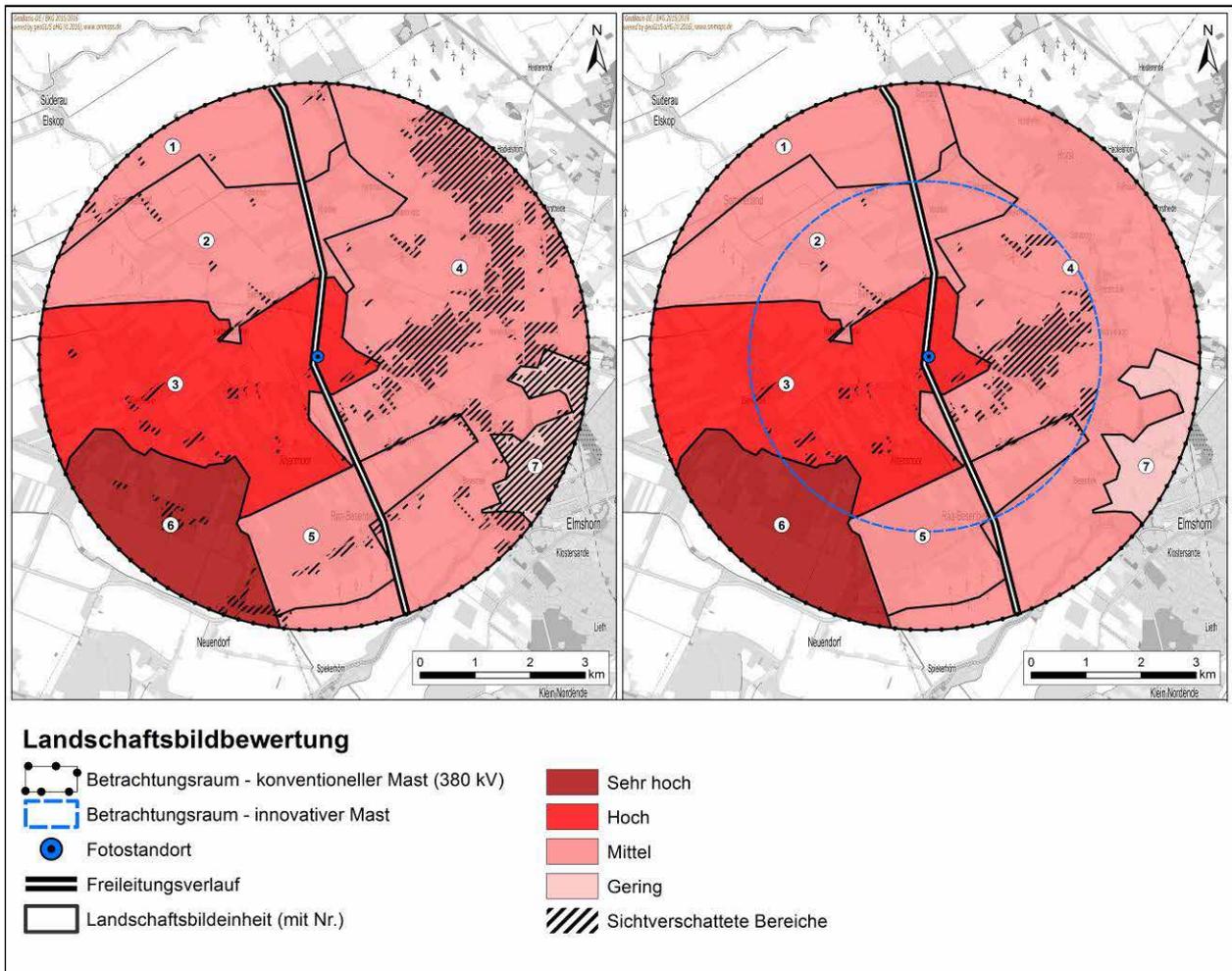


Abb. 50: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; links) und für die innovativen Y-Masten (rechts) der Marschlandschaft (Landschaftstyp 1.1) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standort der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (strafte Bereiche).

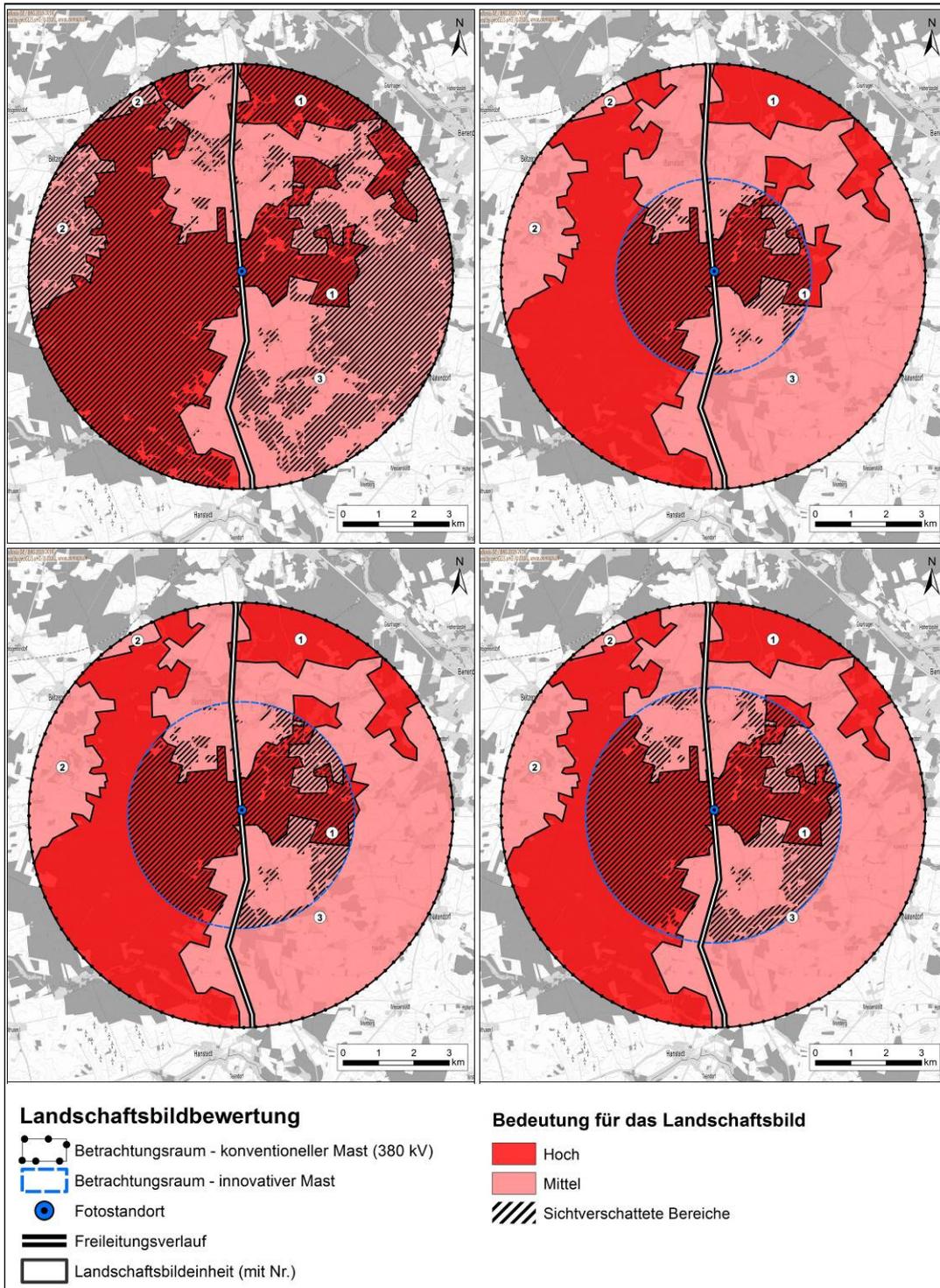


Abb. 51: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Tonnenmasten; oben links), sowie für die innovativen Einebenenmasten (oben rechts), für die Y-Masten (unten links) und Sternkettenmasten (unten rechts) der Waldlandschaft (Landschaftstyp 2.1) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standort der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).

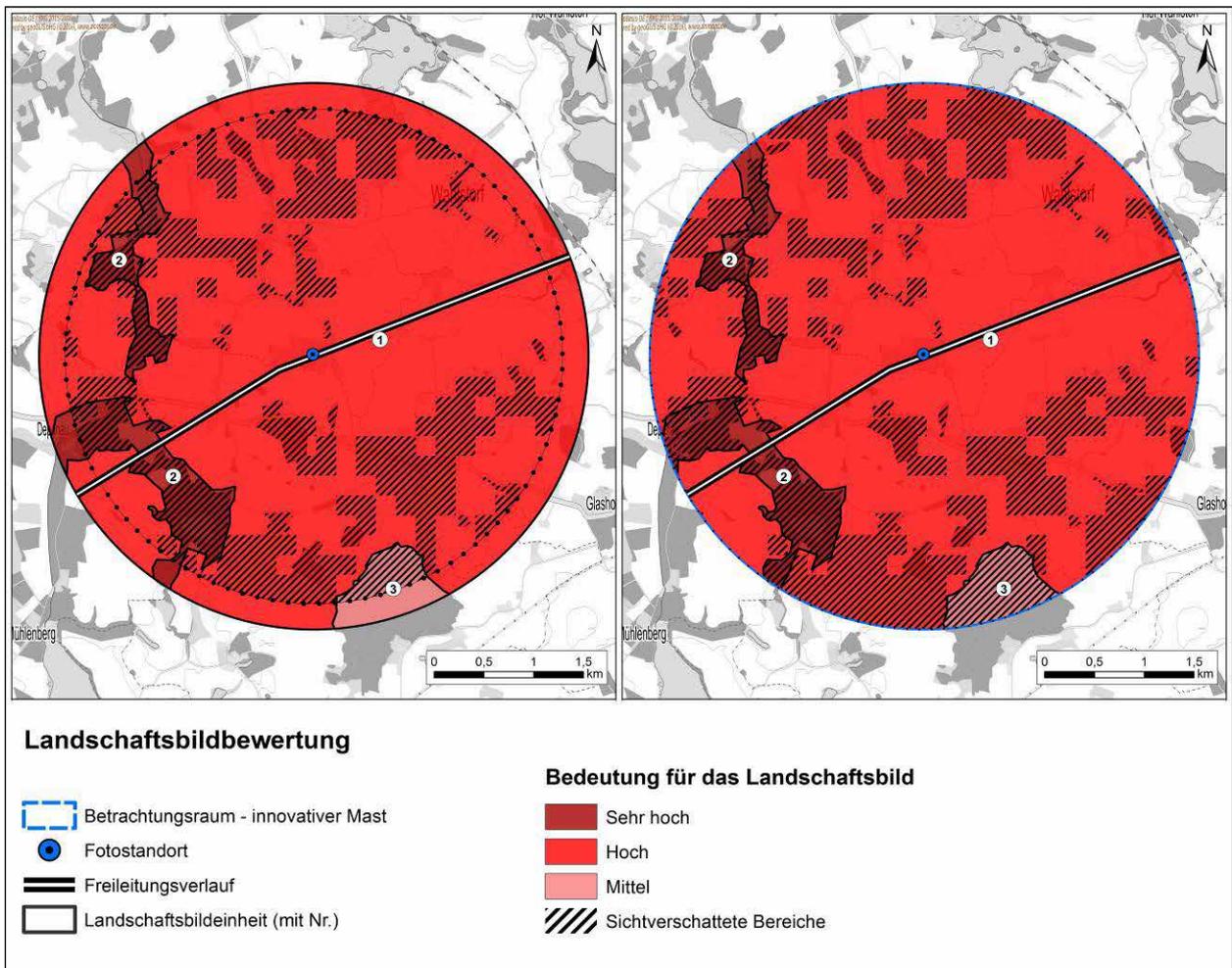


Abb. 52: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des Betrachtungsraums für die konventionellen Einebenenmasten (links) und für den gesamten Betrachtungsraum mit den innovativen Einebenenmasten (rechts) der gehölz- bzw. waldreichen grünlandgeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.6) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standort der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).

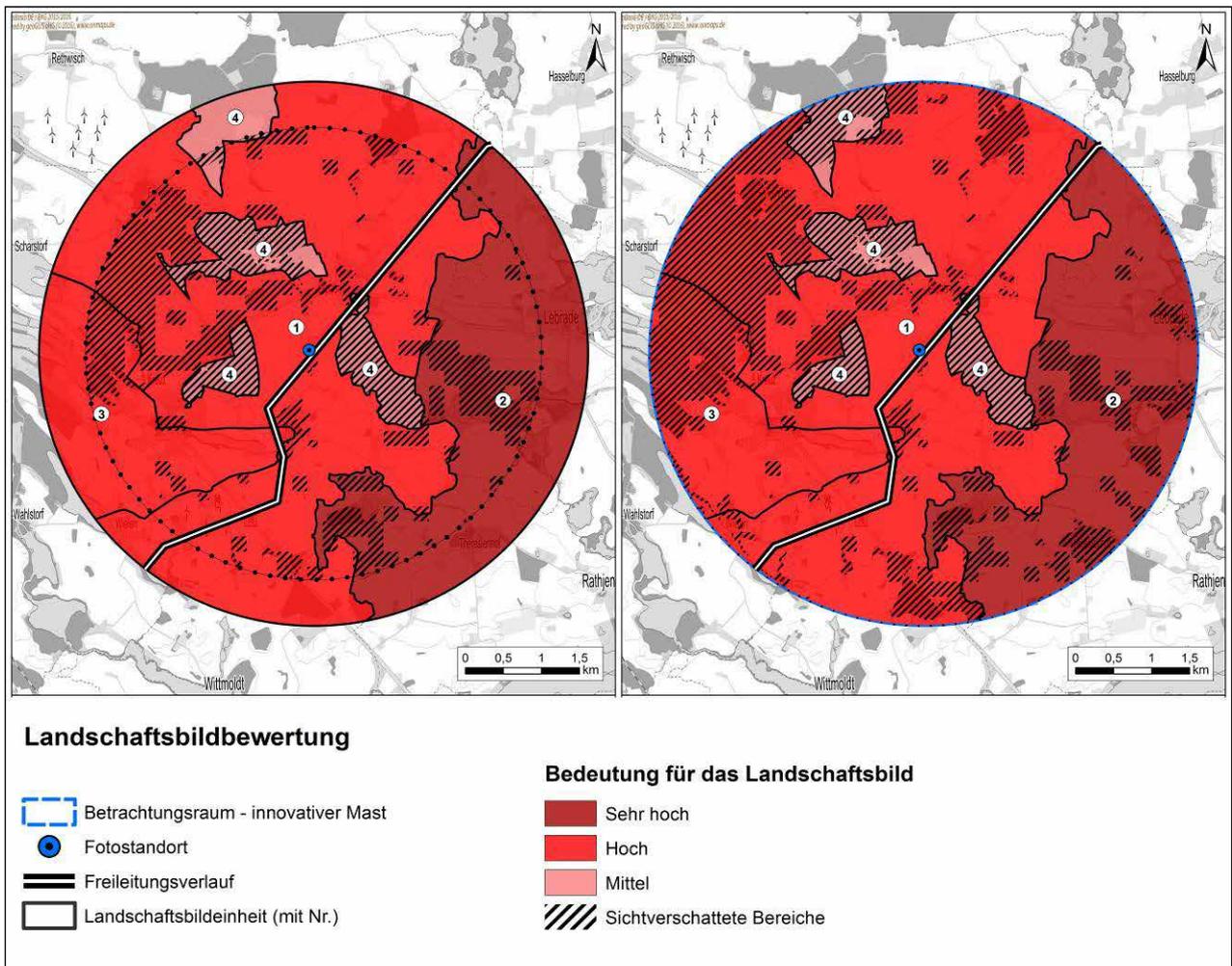


Abb. 53: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des Betrachtungsraums für die konventionellen Donaumasten (links) und für den gesamten Betrachtungsraum mit den innovativen Sternkettenmasten (rechts) der gehölz- bzw. waldreichen ackergeprägten Kulturlandschaft (Landschaftstyp 3.7) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).

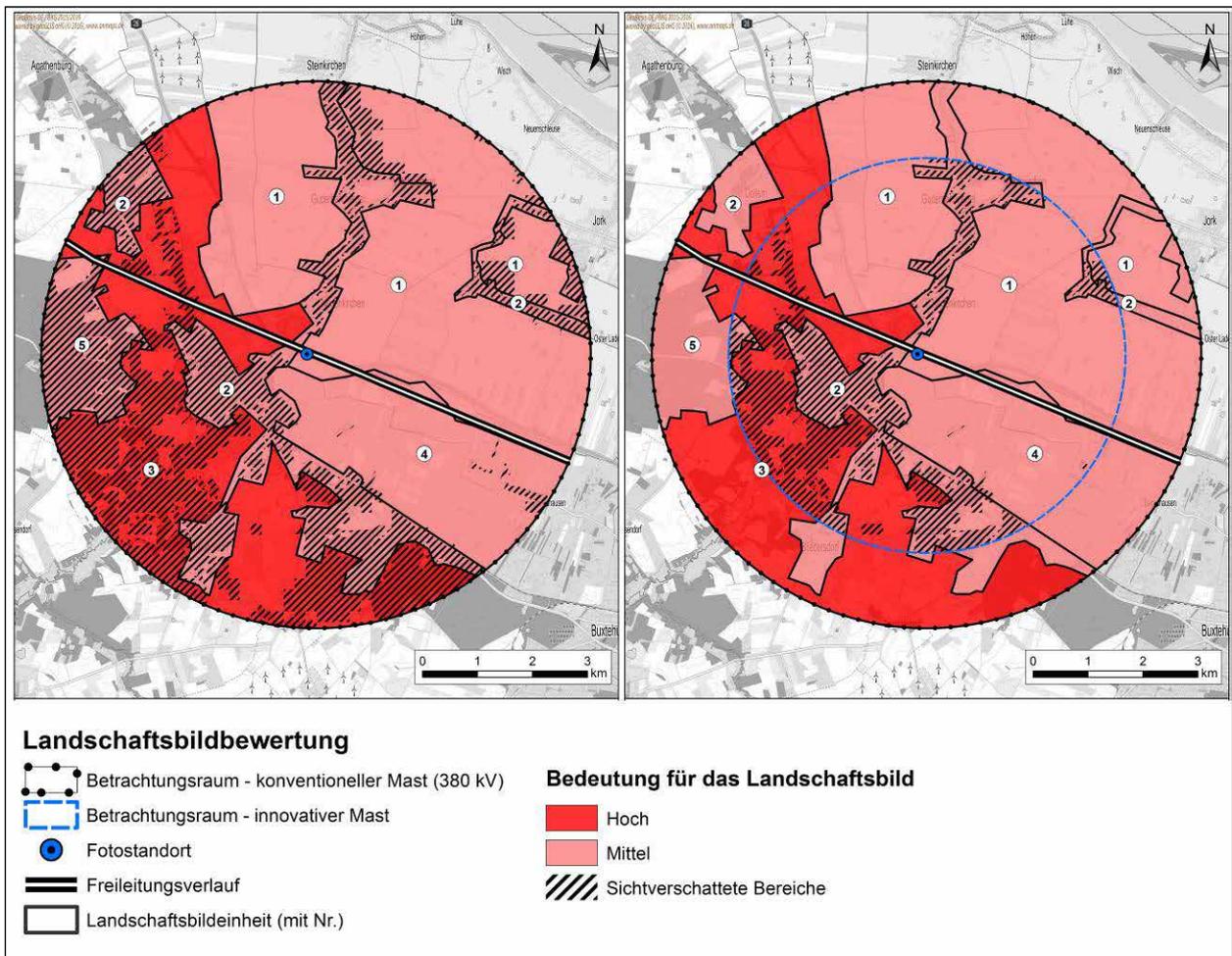


Abb. 54: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; links) und für die innovativen Sternkettenmasten (rechts) der Obstbaulandschaft (Landschaftstyp 3.12) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standort der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).

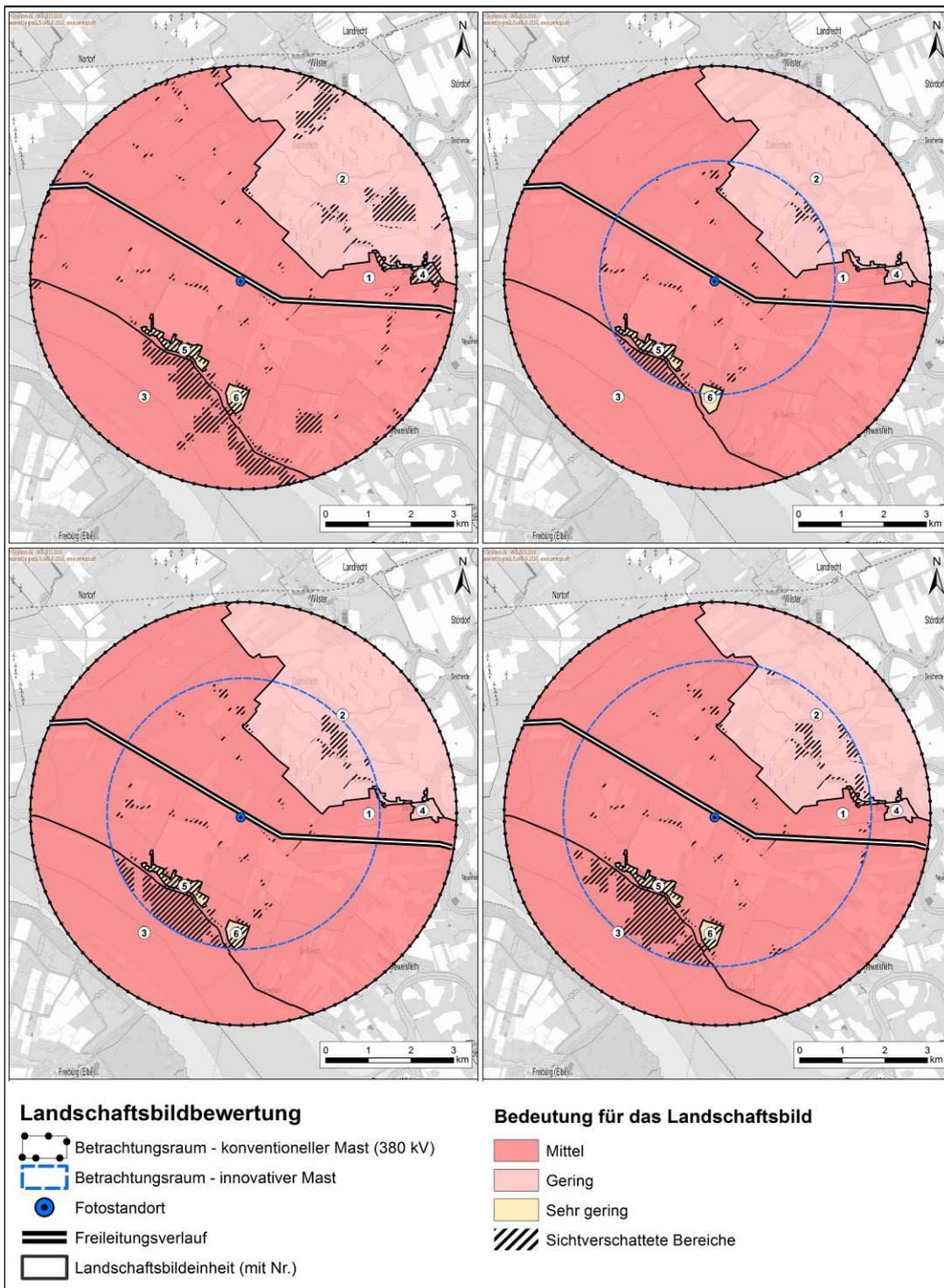


Abb. 55: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; oben links), sowie für die innovativen Einebenenmasten (oben rechts), für die Y-Masten (unten links) und Sternkettenmasten (unten rechts) der grünlandgeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.1) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (strafierte Bereiche).

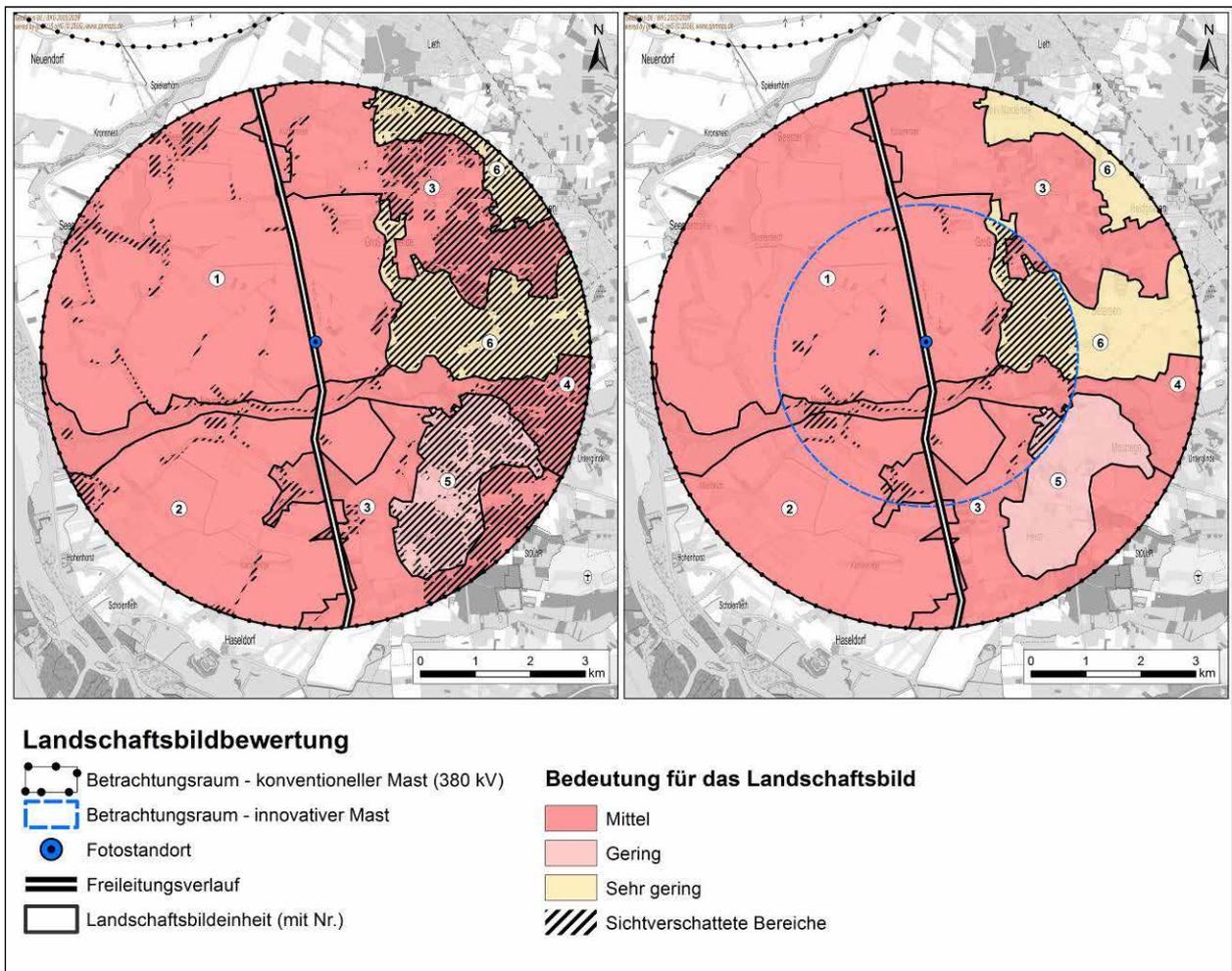


Abb. 56: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; links) und für die innovativen Einebenenmasten (rechts) der ackergeprägten offenen Kulturlandschaft (Landschaftstyp 4.2) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standort der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).

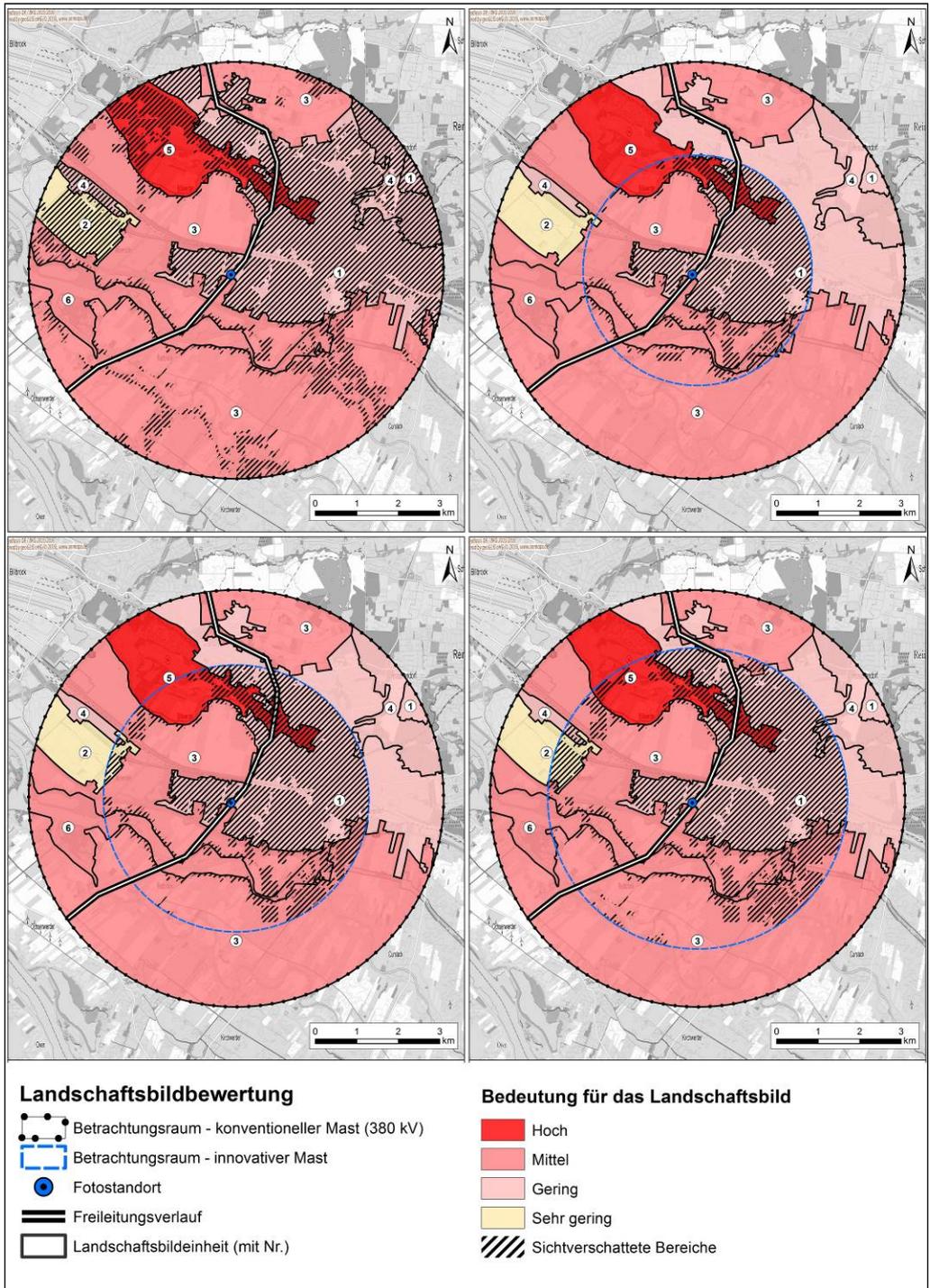


Abb. 57: Vergleich der Landschaftsbildbewertungen der Eigenart für die einzelnen Landschaftsbildeinheiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraums (Donaumasten; oben links), sowie für die innovativen Einebenenmasten (oben rechts), für die Y-Masten (unten links) und Sternkettenmasten (unten rechts) der Landschaft mit einer hohen Dichte an Siedlungen und Infrastruktur (Landschaftstyp 6) mit dem Verlauf der konventionellen Freileitungstrasse, dem Standpunkt der fotografischen Aufnahmen und denen u.a. in Abhängigkeit von der Trassenhöhe jeweils individuell berechneten sichtverschatteten Bereichen (straffierte Bereiche).



Abb. 58: Visueller Vergleich der innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Tonnenmasten im Landschaftstyp 2.1 (Einebenenmast, oben; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, unten).

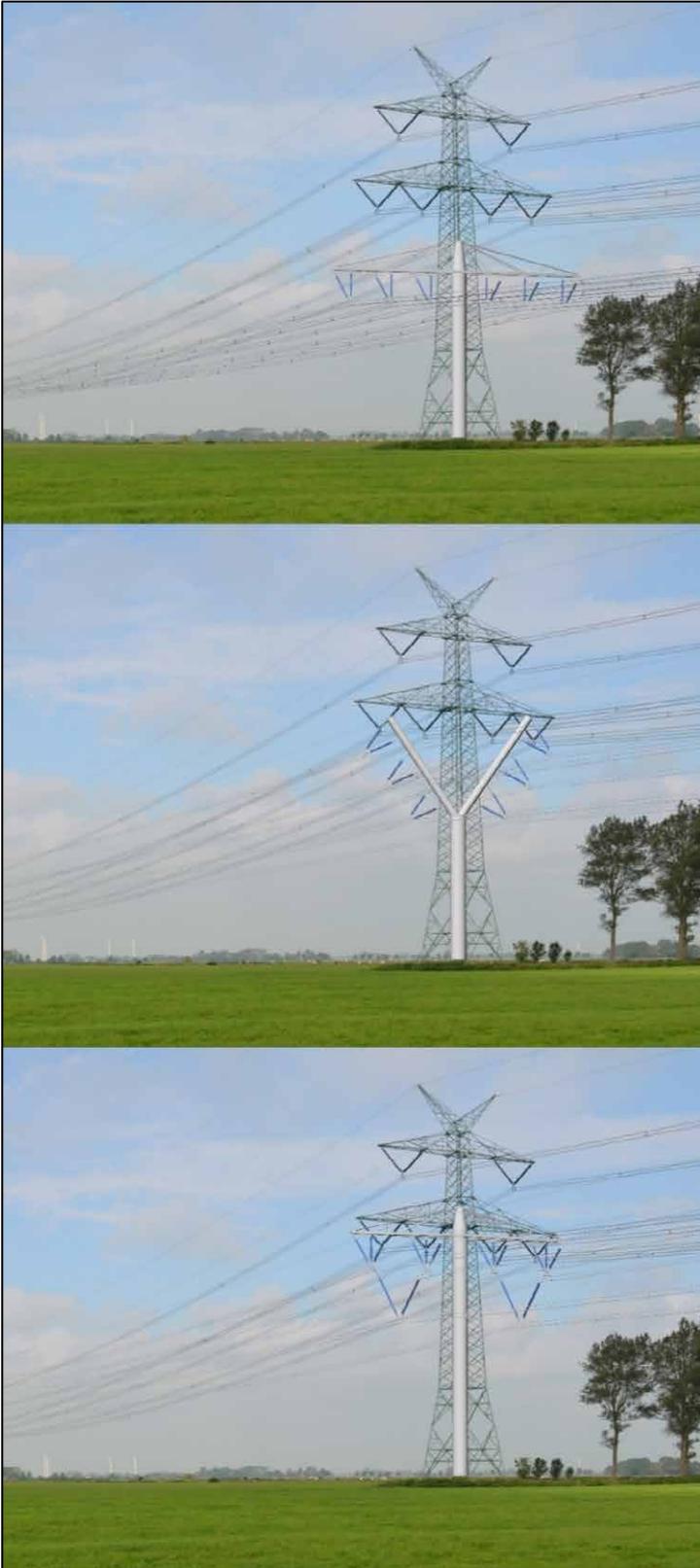


Abb. 59: Visueller Vergleich der innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Donaumasten im Landschaftstyp 4.1 (Einebenenmast, oben; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, unten).

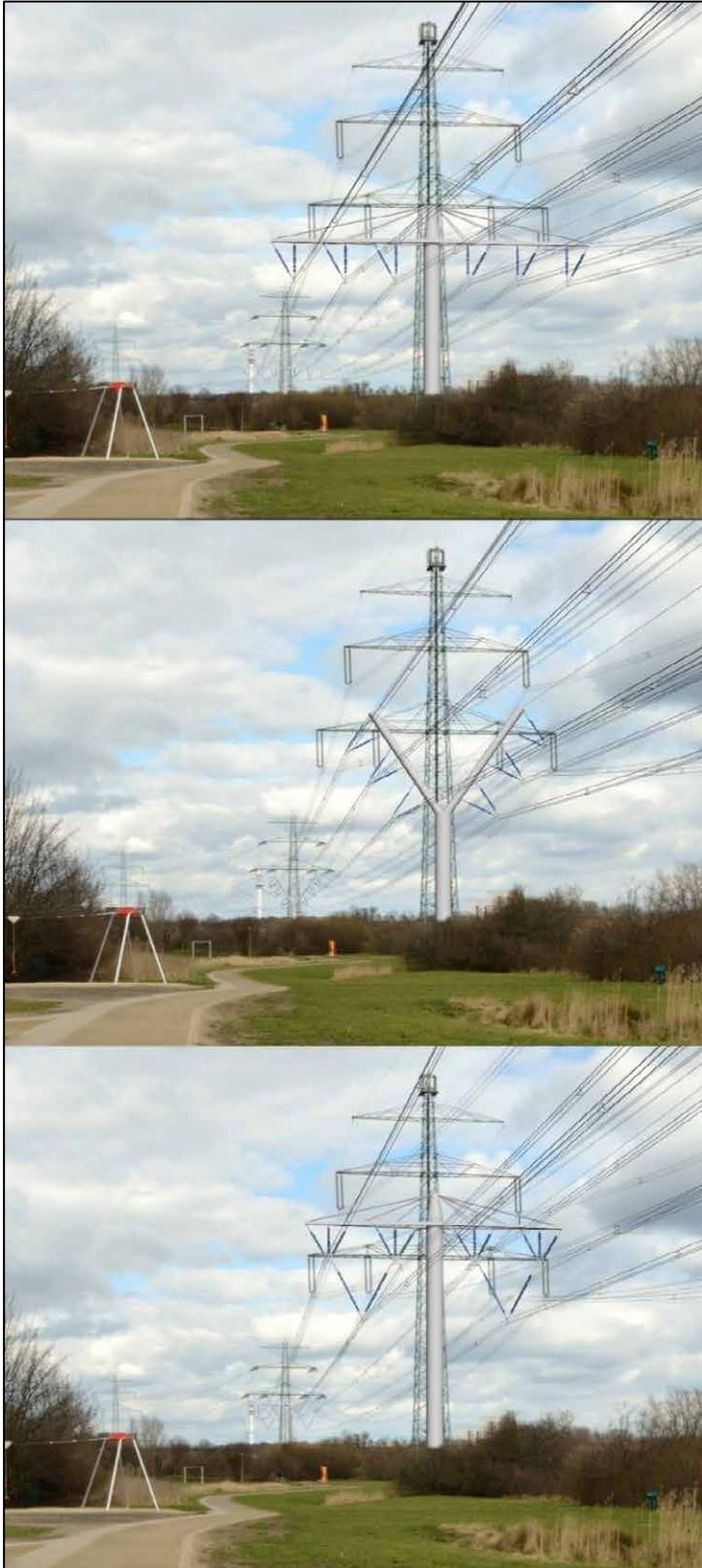


Abb. 60: Visueller Vergleich der innovativen Mastsysteme mit den konventionellen Donaumasten im Landschaftstyp 6 (Einebenenmast, oben; Y-Mast, mittig; Sternkettenmast, unten).