

Gemeinde Bredenbek B-Plan Nr. 13 und 9. Änderung F-Plan (zweite erneute öffentliche Auslegung)

Stellungnahmen aus der Beteiligung der Behörden und der Öffentlichkeit (2016, 2024/25):

- a. Archäologisches Landesamt vom 18.01.2016, 22.02.2022, 28.11.2024
- b. Deich- und Hauptsielverband Dithmarschen (für WaBoV Bredenbek, Westensee) vom 15.02.2016, 19.12.2024
- c. Kreis Rendsburg-Eckernförde vom 15.02.2016, 09.01.2025
- d. NABU SH vom 11.02.2016
- e. Landesplanungsbehörde vom 07.04.2015
- f. LLnL – Untere Forstbehörde vom 09.01.2025
- g. AG 29 vom 09.01.2025
- h. Gemeinde Haßmoor (ohne Datum) mit Anlagen (Beschluss 09.09.2014, Stellungnahme zum Rpl II (3. Entwurf) 12.03.2020, Gutachten Veenker „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten – Bestimmung von Mindestabständen“)
- i. Private Stellungnahme P1 vom 07.01.2025
- j. Private Stellungnahme P2 vom 09.01.2025
- k. Private Stellungnahme P3 Eingang 18.02.2025

Schleswig-Holstein
Der echte Norden



Archäologisches
Landesamt
Schleswig-Holstein

Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein
Brockdorf-Rantzau-Str. 70 | 24837 Schleswig

Amr Achterwehr
Der Amrdsdirektor
für die Gemeinde Bredenbek
Inspektor-Weimar-Weg 17
24239 Achterwehr

Obere Denkmalschutzbehörde
Planungskontrolle

Ihr Zeichen: 1./1-610-7-1 /
Ihre Nachricht vom: 08.01.2016/
Mein Zeichen: fplan9-bplan13-
Bredenbek-RE /
Meine Nachricht vom: /
Anja Schlemm
anja.schlemm@alsh.landsh.de
Telefon: 04621 387-29
Telefax: 04621 387-54

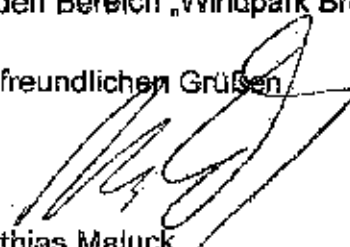
Schleswig, den 18.01.2016

**9. Änderung des Flächennutzungsplanes und Bebauungsplan Nr. 13 „Windenergie-
park Bredenbek-Kronsborg“ der Gemeinde Bredenbek**
Stellungnahme des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein

Sehr geehrte Damen und Herren,

unsere Stellungnahme vom 23.05.2014 wurde richtig in die Begründung der 9. Änderung
des Flächennutzungsplanes und des Bebauungsplanes Nr. 13 der Gemeinde Bredenbek
für den Bereich „Windpark Bredenbek-Kronsborg“ übernommen. Sie ist weiterhin gültig.

Mit freundlichen Grüßen


Matthias Maluck

Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein
Brockdorff-Rantzau-Str. 70 | 24837 Schleswig

GR ZWO Planungsbüro für Stadt und Region
Camilla Grätsch Sönke Groth GbR
z.Hd. Frau Camilla Grätsch
Ballastbrücke 12
24937 Flensburg

Obere Denkmalschutzbehörde
Planungskontrolle

Ihr Zeichen: /
Ihre Nachricht vom: 24.01.2022/
Mein Zeichen: Bredenbek-Bplan13/
Meine Nachricht vom: /

Kerstin Orlowski
kerstin.orldowski@alsh.landsh.de
Telefon: 04621 387-29
Telefax: 04621 387-54

Schleswig, den 02.02.2022

Gemeinde Bredenbek, Bebauungsplan Nr. 13 Bredenbek-Kronsborg

Voranfrage

Stellungnahme des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein

Sehr geehrte Frau Grätsch,

die überplante Fläche befindet sich größtenteils in einem archäologischen Interessengebiet in der Nähe mehrerer Objekte der Archäologischen Landesaufnahme. Bei der überplanten Fläche handelt es sich daher gem. § 12 Abs. 2 S. 6 DSchG um Stellen, von denen bekannt ist oder den Umständen nach zu vermuten ist, dass sich dort Kulturdenkmale befinden. Erdarbeiten in diesen Bereichen bedürfen demnach der Genehmigung des Archäologischen Landesamtes.

Denkmale sind gem. § 8 Abs. 1 DSchG unabhängig davon, ob sie in der Denkmalliste erfasst sind, gesetzlich geschützt.

Wir stimmen der vorliegenden Planung zu. Da jedoch zureichende Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass im Verlauf der weiteren Planung in ein Denkmal eingegriffen werden wird, sind gem. § 14 DSchG archäologische Untersuchungen erforderlich.

Der Verursacher des Eingriffs in ein Denkmal hat gem. § 14 DSchG die Kosten, die für die Untersuchung, Erhaltung und fachgerechte Instandsetzung, Bergung, Dokumentation des Denkmals sowie die Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse anfallen, im Rahmen des Zumutbaren zu tragen.

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass archäologische Untersuchungen zeitintensiv sein können und eine Genehmigung möglichst frühzeitig eingeholt werden sollte, damit keine Verzögerungen im sich daran anschließenden Planungs- oder Bauablauf entstehen.

Entsprechend sollte der Planungsträger sich frühzeitig mit dem Archäologischen Landesamt in Verbindung setzen, um das weitere Vorgehen zu besprechen. Zuständig ist Herr Dominik Forler (Tel.: 0151-18017052, Email: dominik.forler@alsh.landsh.de).

Darüber hinaus verweisen wir auf § 15 DSchG: Wer Kulturdenkmale entdeckt oder findet, hat dies unverzüglich unmittelbar oder über die Gemeinde der oberen Denkmalschutzbehörde mitzuteilen. Die Verpflichtung besteht ferner für die Eigentümerin oder den Eigentümer und die Besitzerin oder den Besitzer des Grundstücks oder des Gewässers, auf o-

der in dem der Fundort liegt, und für die Leiterin oder den Leiter der Arbeiten, die zur Entdeckung oder zu dem Fund geführt haben. Die Mitteilung einer oder eines der Verpflichteten befreit die übrigen. Die nach Satz 2 Verpflichteten haben das Kulturdenkmal und die Fundstätte in unverändertem Zustand zu erhalten, soweit es ohne erhebliche Nachteile oder Aufwendungen von Kosten geschehen kann. Diese Verpflichtung erlischt spätestens nach Ablauf von vier Wochen seit der Mitteilung.

Archäologische Kulturdenkmale sind nicht nur Funde, sondern auch dingliche Zeugnisse wie Veränderungen und Verfärbungen in der natürlichen Bodenbeschaffenheit.

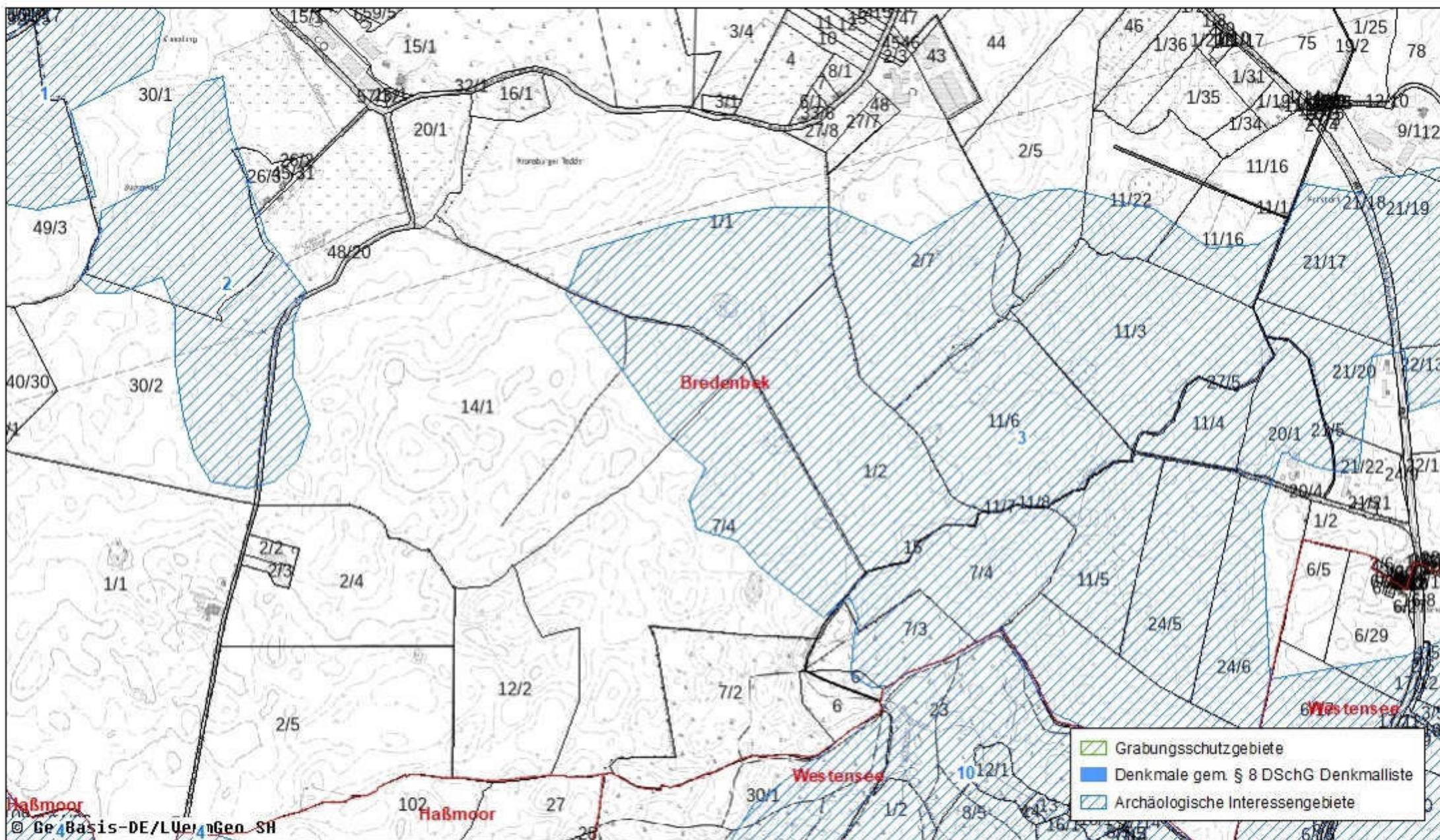
Für Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Kerstin Orlowski

Anlage: Auszug aus der Archäologischen Landesaufnahme



Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein
Brockdorff-Rantzau-Str. 70 | 24837 Schleswig

GR ZWO Planungsbüro für Stadt und Region
Camilla Grätsch Sönke Groth GbR
z.Hd. Frau Camilla Grätsch
Ballastbrücke 12
24937 Flensburg

Obere Denkmalschutzbehörde
Planungskontrolle

Ihr Zeichen: /
Ihre Nachricht vom: 28.11.2024/
Mein Zeichen: Bredenbek-Fplanänd9-Bplan13/
Meine Nachricht vom: 02.02.2022/

Kerstin Orlowski
kerstin.orlowski@alsh.landsh.de
Telefon: 04621 387-20
Telefax: 04621 387-55

Schleswig, den 28.11.2024

Gemeinde Bredenbek

**9. Änderung des Flächennutzungsplanes und Bebauungsplan Nr. 13 für das Gebiet
"Windenergieparkfläche Bredenbek - Kronsburg"**

Beteiligung gemäß § 4a i.V.m. §4 Abs. 2 BauGB

Stellungnahme des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein

Sehr geehrte Frau Grätsch,

unsere Stellungnahme vom 02.02.2022 wurde richtig in die Begründung der 9. Änderung des Flächennutzungsplanes und die Begründung des Bebauungsplanes Nr. 13 der Gemeinde Bredenbek für den Bereich „Windenergieparkfläche Bredenbek - Kronsburg“ übernommen. Sie ist weiterhin gültig.

Mit freundlichen Grüßen



Kerstin Orlowski



DHSV

Deich- und Hauptsielverband

Dithmarschen

- Der Vorstand -

Deich- und Hauptsielverband • Meldorfer Straße 17 • 25770 Hemmingstedt

Amt Achterwehr
Inspektor-Weimar-Weg 17
24239 Achterwehr

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom
1.1-610-7-1

Unser Zeichen, unsere Nachricht vom
8 83/88 50/51

Durchwahl (04 81) 68 08 -21
Jens Karstens

Hemmingstedt
15.02.16

**Stellungnahme: B-Plan Nr. 13 und 9. Änderung des F-Planes Gemeinde Bredenbek
„Windenergiepark Bredenbek-Kronsborg“**

Bezug: Beteiligung der Behörden/TÖB

Der Deich- und Hauptsielverband Dithmarschen und die ihm angeschlossenen Wasser- und Bodenverbände Bredenbek (88) und Westensee (83) haben gegen den vorgenannten Plan keine Bedenken, wenn nachstehende Auflagen eingehalten werden:

- Kosten für den Neu- und Rückbau des Gewässerabschnittes Bredenbek/2 (Ausgleich Fläche „7“) wird vom Maßnahmenträger übernommen.
- Beachtung der Satzung des Wasser- und Bodenverbandes, besonders § 6 (Abstandsregelungen / Unterhaltungstreifen) – auch für die Ausgleichsflächen.

Besondere Beachtung gilt hier für die Fläche „7“: Hier muss ein Unterhaltungstreifen von 5 m an der östl. Seite des neu gestalteten Gewässerabschnittes eingehalten werden. Das ist bei der Herstellung des neuen Knickwalls zu berücksichtigen. Den Abstand der Bepflanzung auf der westlichen Seite des neu gestalteten Gewässerabschnittes ist mit dem Wasser- und Bodenverband Bredenbek abzustimmen.

S:\sv\stellung\Bebauungsplan\88, Bredenbek B-Plan Nr. 13 und 9. Änd. F-Plan.docx





- Im Übrigen gelten die Auflagen der Wasserbehördlichen Genehmigung durch den Kreis Rendsburg-Eckernförde.
- Zufahrt zur WEA 07: Die vorhandene Verrohrung der Bredenbek/2 muss durch wirksame Maßnahmen, z. B. Lastverteilungsplatten, vor Beschädigungen durch Transportfahrzeuge o. ä. geschützt werden. Sollte die Verrohrung dennoch beschädigt werden, muss der Schaden auf Kosten des Antragstellers behoben werden.

Mit freundlichen Grüßen

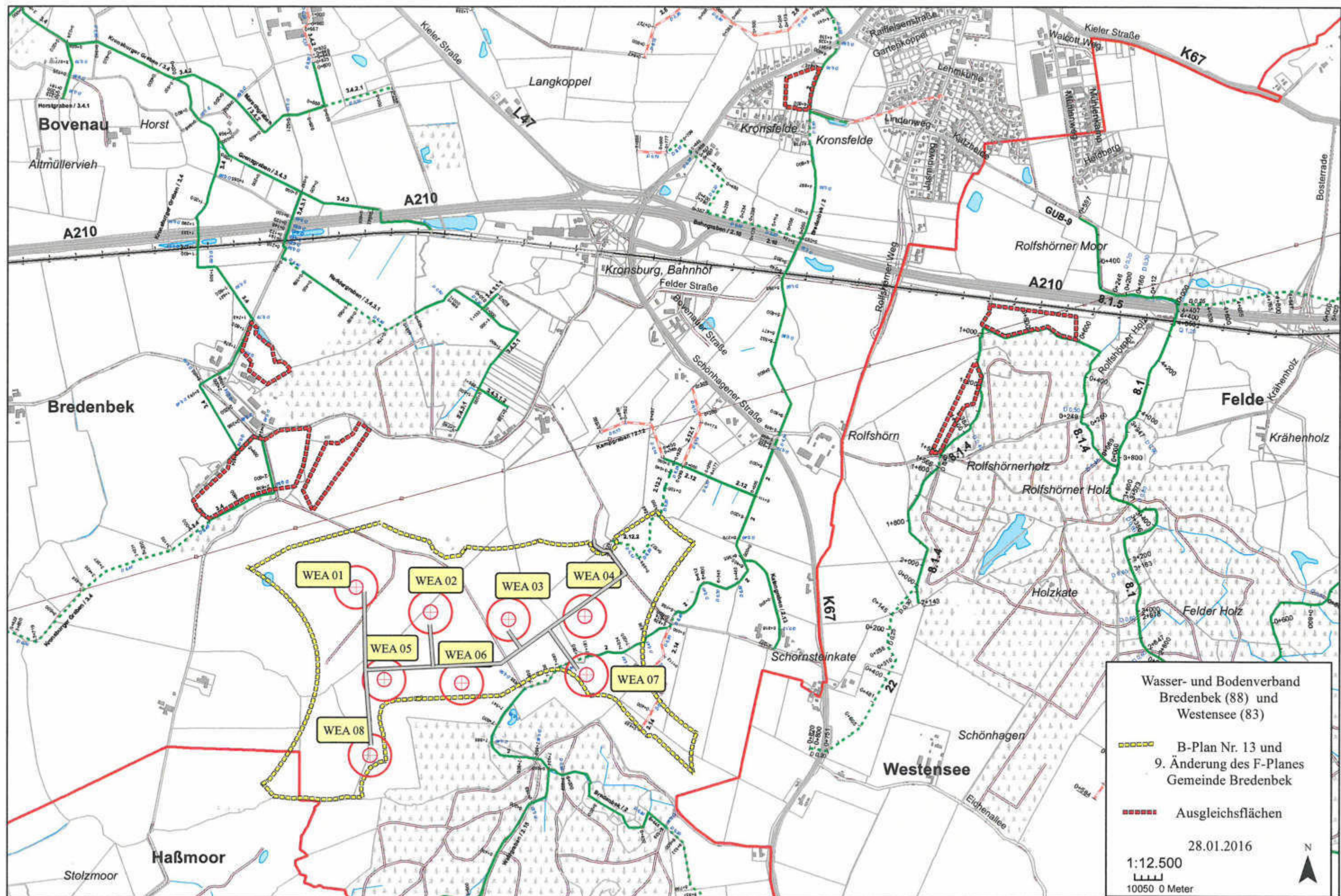
Jens Karstens
Dipl.-Bauingenieur

Gewässerplanausschnitt

Nachrichtlich:

Wasser- und Bodenverband
Bredenbek (88)
Herrn Dirk Naeve
Alte Dorfstr. 27
24814 Sehestedt-Süd

Wasser- und Bodenverband
Westensee (83)
Herrn Ernst-Wilhelm Emken
Dorfstr. 8
24254 Rumohr



Planungsbüro für Stadt und Region
Ballastbrücke 12
24937 Flensburg

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom
Mail vom 28.11.2024

Unser Zeichen, unsere Nachricht vom
8 88 50/51

Durchwahl (04 81) 68 08 - 22
Stephan Denker

Hemmingstedt
16.12.24

Stellungnahme: Aufstellung B-Plan Nr. 13 und 9. Änderung des Flächennutzungsplans der Gemeinde Bredenbek – WP Bredenbek-Kronsburg

Bezug: TöB-Beteiligung

Der Deich- und Hauptsielverband Dithmarschen und der ihm angeschlossene Wasser- und Bodenverband Bredenbek (88) haben gegen die o. g. Maßnahme keine Bedenken, wenn nachstehende Auflagen eingehalten werden:

- Beachtung der Satzung des zuständigen Wasser- und Bodenverbandes Bredenbek, besonders des § 6.
- Zur Ausgleichsmaßnahme auf der Fläche 7 -Anlage einer Extensivwiese mit Gehölzgruppen und Renaturierung der Bredenbek:
 - Alle Kosten für die Umgestaltung der Ausgleichsfläche werden vom Maßnahmenträger übernommen.
 - Sollten aufgrund der Ausgleichsmaßnahme Mehrkosten bei der Gewässerunterhaltung anfallen, gehen diese zu Lasten des Maßnahmenträgers.
 - Am Vorfluter Bredenbek ist beidseitig ein Unterhaltungstreifen von 7,50 m von jeglicher Bebauung und Bepflanzung freizuhalten. Der Unterhaltungstreifen wird wechselseitig von einem Raupenbagger fahren und das Mähgut dort abgelegt.
 - Die Ausgleichsmaßnahme ist **im Vorwege** mit dem WBV Bredenbek und dem DHSV Dithmarschen abzustimmen.

S:\sv\ststellung\Bebauungsplan\88, Gemeinde Bredenbek B-Plan13 und 9. Änd. F-Plan WP Bredenbek.docx





- Die Zufahrten über vorhandene Verrohrungen des Verbandes muss durch wirksame Maßnahmen, z.B. Lastverteilungsplatten, vor Beschädigungen durch Transportfahrzeuge o.ä. geschützt werden. Sollte die Verrohrung dennoch beschädigt werden, muss der Schaden auf Kosten des Maßnahmenträgers behoben werden.
- Abstandregelungen für WEA-Standorte, Zuwegungen, Überfahrten und Leitungsverlegungen an Verbandsanlagen sind im Zuge einer genaueren Planung mit dem Deich- und Hauptsielverband Dithmarschen abzustimmen.

Mit freundlichen Grüßen

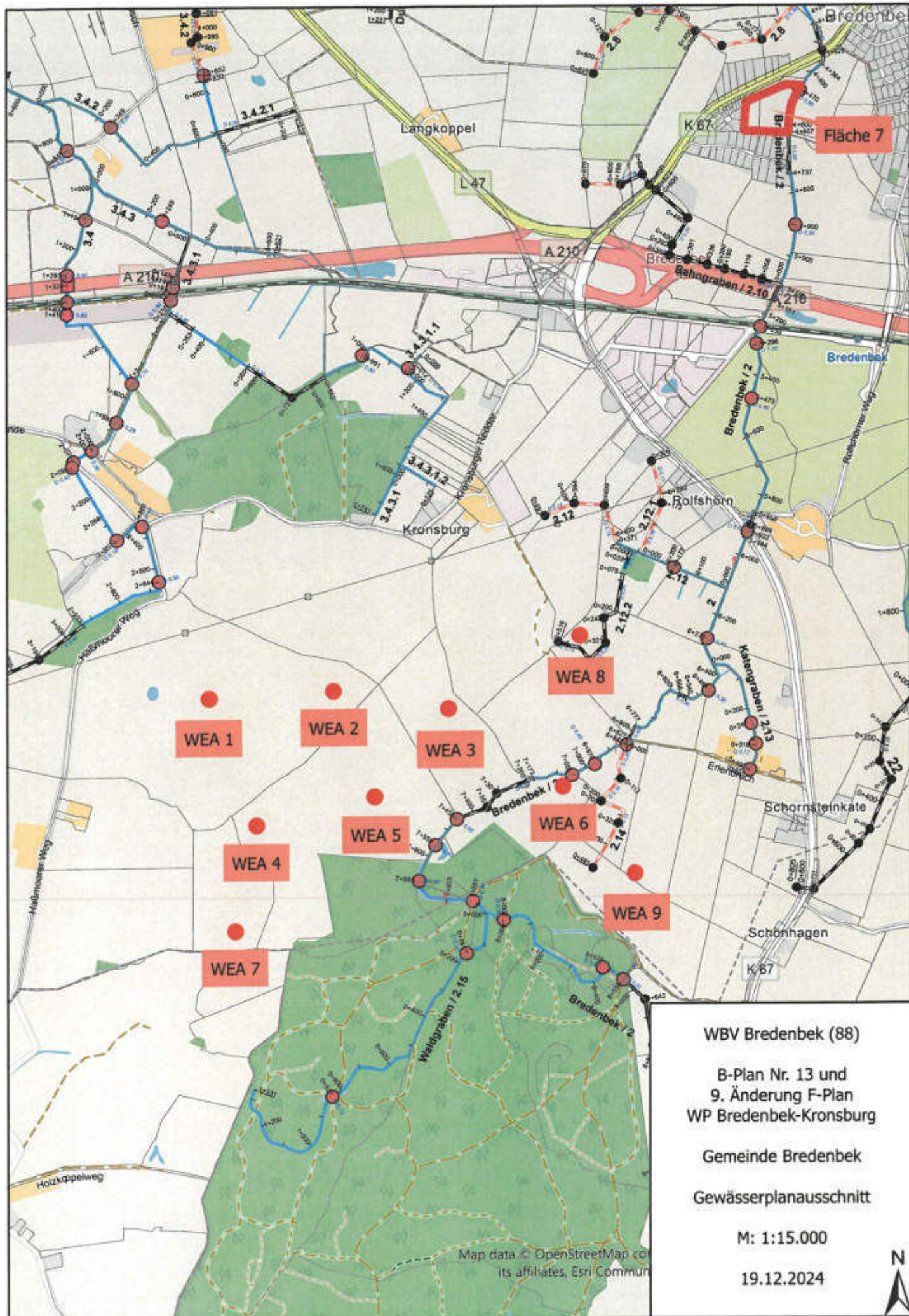
i. A.

Jens Karstens
Dipl.-Bauingenieur

Nachrichtlich:

WBV Bredenbek
Herrn Verbandsvorsteher
Dirk Neave
Alte Dorfstraße 27
24814 Sehestedt

Anlage
Gewässerplan-Ausschnitt



WBV Bredenbek (88)

B-Plan Nr. 13 und
9. Änderung F-Plan
WP Bredenbek-Kronsburg

Gemeinde Bredenbek

Gewässerplanausschnitt

M: 1:15.000

19.12.2024



0 155 310 620 Meter

Quellennachweise: (C) AWGV LandSH, GeoBasis-DE/LVermGeo SH und/oder
basemap.de/TopPlus Open / Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2022





Kreis Rendsburg-Eckernförde

Der Landrat
Fachdienst Regionalentwicklung

Postanschrift:
Kreis Rendsburg-Eckernförde • Postfach 905 • 24758 Rendsburg

Amt Achterwehr
Der Amtsdirektor
Für die Gemeinde Bredenbek
Inspektor-Weimar-Weg 17
24239 Achterwehr

Auskunft erteilt:

Herr Mathein

Durchwahl: 04331/202-473
Fax-Nr.: 04331/202-574
Zimmer: 419

E-Mail-Adresse:

marcel.mathein@kreis-rd.de

Ihr Zeichen, Ihr Schreiben vom
08.01.2016

Mein Zeichen, mein Schreiben vom
28.05.2014

Rendsburg
15.02.2016

9. Änderung des Flächennutzungsplan und Bebauungsplan Nr. 13 der Gemeinde Bredenbek Behördenbeteiligung gemäß § 4 Abs. 2 BauGB

Die nachfolgende Stellungnahme gilt unter dem Vorbehalt der Erteilung einer Ausnahme von der Unzulässigkeit raumbedeutsamer Windkraftanlagen gemäß § 18a Abs. 2 LaPlaG.

Zur vorliegenden Bauleitplanung, hier eingegangen am 13. Januar 2016, nehme ich wie folgt Stellung:

Das vorliegende Planverfahren war bereits Gegenstand einer Stellungnahme des Kreises Rendsburg Eckernförde vom 28.05.2014. Die nun vorliegenden Planunterlagen wurden der aktuellen Rechtslage sowie dem Bürgerentscheid in der Gemeinde Bredenbek vom 30.11.2014 angepasst.

Die Erteilung einer Ausnahme von der Unzulässigkeit raumbedeutsamer Windkraftanlagen gemäß § 18a Abs. 2 LaPlaG obliegt der Landesplanungsbehörde des Landes Schleswig-Holstein. Die Prüfung der Tabukriterien ist aus hiesiger Sicht überwiegend nachvollziehbar. Unklar bleibt allerdings inwieweit die durch das Gebiet verlaufende Richtfunktrasse der Bundeswehr ausreichend Berücksichtigung findet, insbesondere da der geplante Standort WEA 7 zentral durch die Richtfunktrasse durchschnitten wird. Eine Sicherstellung und Bestätigung seitens des Betreibers, dass der Betrieb der Richtfunktrasse durch entsprechende Maßnahmen auf Ebene der Genehmigung nach BImSchG (z.B. durch bedarfsgerechte Abschaltung) sichergestellt werden kann, sollte bereits im Rahmen der vorliegenden Bauleitplanung erfolgen.

Gemäß Kapitel 2.1.5.2 der Umweltberichte befindet sich in 2,2 km Entfernung zum Plangebiet ein Brutstandort des Kranichs. Der aktuelle Planungserlass setzt einen „3.000 m Abstandsradius um Schlafgewässer der Kraniche“ als weiches Tabukriterium fest. Es bedarf einer eingehenderen Erläuterung inwieweit das Tabukriterium Beachtung findet.

Die Neuabgrenzung der Gebietskulisse zu den charakteristischen Landschaftsräumen befindet sich zurzeit in Bearbeitung. Inwieweit das Plangebiet davon betroffen ist, kann von hier aus nicht abschließend beantwortet werden. Ich bitte dennoch im Rahmen der weiteren Planbearbeitung um



Dienstgebäude:
Kaiserstraße 8
24768 Rendsburg
Telefon: +49 4331 202-0
Telefax: +49 4331 202-295

W:\Regionalentwicklung\Amt Achterwehr\Bredenbek\Bredenbek_9.
Änd. F-Plan, B-Plan 13_§ 4(2)_neu.docx

Konten der Kreiskasse:
Förde Sparkasse
IBAN DE38 2105 0170 0000 1440 06; BIC NOLADE21KIE
Sparkasse Mittelholstein
IBAN DE69 2145 0000 0000 0018 30; BIC NOLADE21RDB
Postbank Hamburg
IBAN DE39 2001 0020 0016 4122 07; BIC PBNKDEFF200

eine Vorabschätzung der möglichen Betroffenheit auf Basis der bisherigen Ergebnisse zu den charakteristischen Landschaftsräumen.

Generell ist es Ziel der Landesplanung durch die Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplanes und die Teilaufstellung der Regionalpläne: „*Vorranggebiete mit der Wirkung von Eignungsgebieten gem. § 8 Abs. 7 S. 2 ROG auszuweisen, so dass außerhalb dieser Gebiete die Errichtung von Windenergieanlagen ausgeschlossen ist, innergebietslich sich die Windenergienutzung aber durchsetzt.*“ Bürgerentscheiden soll durch eine gesonderte Überprüfung im Verfahren Gehör verschafft werden. Ob sich im vorliegenden Fall die Windkraftnutzung im gesamten Plangebiet durchsetzen kann ist fraglich. Die Einhaltung des durch den Bürgerentscheid vom 30.11.2014 bestimmten Abstandes von 650 m zum Mastmittelpunkt führt in der Anlagenkonfiguration zu deutlichen Einschränkungen. Es ist daher möglicherweise zweckmäßig den Geltungsbereich entsprechend der tatsächlichen Ausnutzbarkeit zu reduzieren um den Charakter eines Vorranggebietes mit der Wirkung eines Eignungsgebietes zu bewahren.

Weiterhin sollte geprüft werden inwieweit das Abwägungskriterium „Abstandspuffer von 30 m bis 100 m um Wälder“ im Sinne einer einheitlichen Anwendung der Kriterien vollständige Berücksichtigung finden kann. Eine Differenzierung der Abstände zwischen Bruxer Holz (100 m) und den Waldparzellen nördlich des Bruxer Holz (30 m) kann zwar in der geringen Größe Letzterer begründet werden, führt in der Konsequenz aber nicht zu veränderten Planungen, da die Windkraftstandorte auch zu den Waldparzellen nördlich des Bruxer Holz einen Abstand > 100 m aufweisen.

Die Ermittlung des Ausgleichsflächenbedarfs sowie die Darstellung der in Anspruch zu nehmenden Ausgleichsflächen sind überwiegend nachvollziehbar. Unklar bleibt allerdings auf welche Grundlage der Landschaftsbildwert ermittelt wurde. Sofern noch kein Landschaftspflegerischer Begleitplan zur Planung vorliegt, der in der Regel eine Bewertung des Landschaftsbildes vornimmt, sollte die Ermittlung des Landschaftsbildwertes im Rahmen des Umweltberichtes zur vorliegenden Bauleitplanung erfolgen. Zur Sicherung der ermittelten Ausgleichsflächen sollte spätestens zum Satzungsbeschluss eine vertragliche Vereinbarung vorliegen, welche die Verfügbarkeit der außerhalb des Gemeindegebietes liegenden Ökokonten sicherstellt. Im Weiteren wird auf die Stellungnahme der Unteren Naturschutzbehörde verwiesen.

Vorsorglich weise ich zudem darauf hin, dass der Bebauungsplan Nr. 13 der Genehmigungspflicht nach § 10 Abs. 2 BauGB i.V.m. § 8 Abs. 4 Satz 2 BauGB unterliegen würde, sollte eine Ausnahme von der Unzulässigkeit lediglich für den Bebauungsplan Nr. 13, nicht aber für die 9. Änderung des Flächennutzungsplans zugelassen werde.

Hinweise zur Planzeichnung des Bebauungsplans:

- Die Standorte WEA 1, WEA 4, WEA 5 und WEA 7 scheinen den Mindestabstand von 650 m zum Mastmittelpunkt leicht zu unterschreiten. Um die Ergebnisse des Bürgerentscheides vom 30.11.2014 zu sichern sind die maßgebenden Punkte zu überprüfen und die Positionierung der Baufenster gegebenenfalls zu korrigieren.
- Die Darstellungen des Biotops auf Flurstück 14/1, Flur 4, Gemarkung Kronsburg gehen über den Geltungsbereich des Bebauungsplans hinaus und sollten entsprechend bis zur Plangebietsgrenze zurückgenommen werden.
- Die mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zu belastende Fläche innerhalb der Baufenster sollte ebenfalls als private Verkehrsfläche in der Grundnutzung dargestellt werden, da diese Flächen dauerhaft keiner weiteren landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen werden.
- Sofern möglich sollte die bestehende archäologische Fundstelle räumlich abgegrenzt werden. Das entsprechende Planzeichen ist der abgegrenzten Fundstelle durch einen Bezugspfeil zuzuordnen.

Hinweise zu den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans:

- Gemäß Ziffer 2 (1) beträgt die zulässige maximale Nabenhöhe der WKA 78 m über Geländeoberkante. In der Eingriffsbilanzierung in Kapitel 2.3.2.1 des Umweltberichtes wird eine Naben-

höhe von 78,33 m angesetzt. Zur Vorbeugung möglicher Realisierungshemmnisse des geplanten Anlagentyps sollte die festgesetzte Nabenhöhe überprüft und möglicherweise geringfügig nach oben korrigiert werden.

- Die Aufnahme der artenschutzrechtlichen Vermeidungsmaßnahmen in den Text-Teil B wird ausdrücklich begrüßt. Bei den Vermeidungsmaßnahmen zum Fledermausschutz (5b) sowie zu Schutz des Uhus (5c), welche nicht alle WEA betreffen, sollten die betroffenen WEA gemäß der Nummerierung in der Planzeichnung konkret benannt werden. Zur Aktualität der Daten und möglichen weitergehenden Untersuchungen wird auf die Stellungnahme der Unteren Naturschutzbehörde verwiesen.

Hinweise zu den Begründungen:

- Mit der Einleitung der Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplanes 2010, Sachthema Wind, werden die bisherigen Bestimmungen in Ziffer 3.5.2 des Landesentwicklungsplanes 2010 nicht mehr angewendet. Der Verweis auf Ziffer 3.5.2 Absatz 9 LEP in Kapitel 3.1 der Begründung zur F-Plan Änderung ist missverständlich und sollte entsprechend zurückgenommen werden, insbesondere da nach aktueller Erlasslage Naturparke als Abwägungskriterium dargestellt sind.
- In Kapitel 3.4 der textlichen Begründungen sowie in Kapitel 1.2 der Umweltberichte sollte darauf hingewiesen werden, dass die Landschaftsrahmenpläne mit dem Gesetz zum Schutz der Natur (Landesnatschutzgesetz – LNatSchG) und zur Änderung anderer Vorschriften vom 6. März 2007 als Instrument der Landschaftsplanung auf der regionalen Ebene entfallen sind. Diese Aufgabe wird künftig das Landschaftsprogramm in seiner fortgeschriebenen Fassung erfüllen. Bis dahin behalten die vor Inkrafttreten des LNatSchG vom 6. März 2007 festgestellten und veröffentlichten Landschaftsrahmenpläne unter entsprechender Anwendung der Bestimmungen dieses Gesetzes (LNatSchG v. 6. März 2007) ihre Gültigkeit.

Darüber hinaus nehmen die von hier aus beteiligten Dienststellen wie folgt Stellung:

- Fachdienst Umwelt (untere Naturschutzbehörde)

Mit aktuellem Stand stehen Umweltbelange der Planung entgegen, das Benehmen gemäß § 17 Abs.1 BNatSchG i.V.m. §11 Abs.1 LNatSchG kann mit den vorliegenden Daten nicht hergestellt werden.

Begründung:

Die Gemeinde ist gemäß §1 Abs.4 BauGB gehalten, einen Flächennutzungsplan an die zukünftigen Ziele der Raumplanung anzupassen. Nach §18a LaplaG SH kann die Landesbehörde von der vorläufigen raumordnerischen Unzulässigkeit Ausnahmen nur zulassen, wenn und soweit raumbedeutsame WKA nach dem Stand der in Aufstellung befindlichen Ziele nicht befürchten lassen, dass sie die Verwirklichung der vorgesehenen Ziele der Raumordnung unmöglich machen oder wesentlich erschweren. Bei einem Windpark mit geplanten acht WKA dürfte Raumbedeutsamkeit gegeben sein, insbesondere in einem von Windkraft unbelasteten Raum.

Im Zusammenhang mit der noch ausstehenden Ausweisung charakteristischer Landschaftsräume ist ein Konflikt der Bauleitplanung des Windparks mit den Zielen der Raumordnung abzusehen. Der Windpark wird in einer für die Erholung bedeutsamen Landschaft geplant (Landschaftsrahmenplan), der Bereich gehört zum Naturpark Westensee (Naturparkkernzone, Gebiet mit besonderer ökologischer Funktion, archäologische Denkmäler). Die Relevanz für die Ausweisung als charakteristischer Landschaftsraum ist gegeben.

Für die Zuwegung soll eine feuchte Senke ausgekoffert werden. Eine ökologische Bewertung des Eingriffs einschließlich Kompensationsumfang fehlt. Abgrabungen und Aufschüttungen sind ab einem Umfang von 30 m³ bzw. 1.000 m² durch die Untere Naturschutzbehörde zu genehmigen. Die Genehmigung ist separat zu beantragen.

Für die Zuwegung sollen 5,5 m Knick beseitigt werden. Knicks sind gesetzlich geschützte Biotope. Für die Beseitigung ist eine separate Ausnahmegenehmigung der Unteren Naturschutz-

behörde erforderlich. In der Planzeichnung fehlt die Kennzeichnung der Knicks als gesetzlich geschützte Biotope.

Kompensation, Bewertung des Landschaftsbildes:

Der Ausgleichsbedarf ist nicht nachvollziehbar. Aus den Unterlagen geht nicht hervor, inwieweit die Kriterien der Eingriffsregelung aus dem Windkrafteerlass (2012, Kapitel 4 weiterhin gültig) bei der Bewertung des Landschaftsbildes Berücksichtigung finden. Der Landschaftsbildwert wird mit 2,2 festgelegt, ohne dies näher zu begründen. Auf- oder Abwertungen im Wirkungsbereich der geplanten Anlagen (15fache Anlagenhöhe) sind nicht dargestellt. So wird zwar die besondere Bedeutung für Natur und Landschaft mehrerer Kleingewässer, Gehölze und des Waldes erwähnt, finden jedoch offensichtlich keine Berücksichtigung bei der Bewertung des Landschaftsbildes. Auch werden die Hinweise Naturparkkernzone, Gebiet mit besonderer ökologischer Funktion und archäologische Denkmäler offenbar nicht berücksichtigt. Die Bewertung des Landschaftsbildes ist somit fehlerhaft. Der ermittelte Kompensationsbedarf ist anschließend zu korrigieren.

Die vorgesehenen Ausgleichsflächen sind vertraglich zu sichern und vor Baubeginn der Unteren Naturschutzbehörde vorzulegen. Eine Doppelförderung der für den Ausgleich vorgesehenen Flächen ist auszuschließen (bestehendes Ökokonto, Vertragsnaturschutz) und vertraglich zu bestätigen. Eine Freigabe der Verträge durch die Untere Naturschutzbehörde ist erforderlich. Für die Kleingewässer findet keine Abwägung der Beeinträchtigung durch Wegeführung, Stoffeintrag, Verdichtung / Geländeenivellierung und möglicher Drainage statt.

Artenschutz:

Es fehlt eine aktuelle Überprüfung der Horststandorte (Angaben von 2014). Auf der Ebene des Bebauungsplanes muss eine Betriebszeitenregelung für Fledermäuse und Uhu festgelegt werden. Gemäß Erlass des MELUR werden die Angaben zu Großvögeln aktuell vom LLUR überprüft, eine abschließende Stellungnahme zur Zulässigkeit des Vorhabens ist deshalb aktuell nicht möglich, die artenschutzrechtliche Bewertung des LLUR steht noch aus. Die Abschaltzeiten für Fledermäuse und Uhu sind gemäß den Vorgaben des LLUR verbindlich festzusetzen.

Für den Uhu wurde im avifaunistischen Gutachten ein signifikantes Tötungsrisiko festgestellt. Es fehlen Angaben, inwieweit der reduzierte Abstand der Rotorblätter zum Boden in Konflikt zur Flughöhe steht. Weiterhin ist unklar, warum sich die Abschaltzeiten nur auf die Bettelflugphase beschränken. Die avifaunistischen Untersuchungen sind vor Begrenzung der Anlagenhöhe erfolgt. Eine entsprechende Berücksichtigung ist aus den Unterlagen nicht erkennbar.

Es fehlt eine Aufnahme und Bewertung des Amphibienbestandes (wurde bereits 2014 gefordert). Der Kleingewässerkomplex wird durch die Zuwegung zerschnitten, die Beeinträchtigung des Amphibienlebensraumes bleibt ohne Berücksichtigung. Durch die Zuwegung kann es mindestens während der Bauphase zu Tötungen durch Überfahren oder Emission von kalkhaltigen Material kommen. Entsprechende Vermeidungsmaßnahmen sind festzusetzen (Wegeführung, Bauzeiten, ökologische Bauüberwachung, ggf. temporäre Amphibienleitanlagen). Mindestens ist für die gesamte Bauphase eine ökologische Bauüberwachung einzusetzen. Die fachliche Eignung muss durch die Untere Naturschutzbehörde vor Baubeginn bestätigt werden. Die Nennung einer fachlich geeigneten Person bei fehlender fachlicher Qualifikation bleibt der Unteren Naturschutzbehörde vorbehalten.

Gemäß Gutachten ist das Ausbringen von Aas im Bereich des Windparks zu unterlassen (Beschießen der Luderplätze). Dies ist vertraglich mit dem Jagdpächter zu sichern.

Mit Berücksichtigung der Brut- und Setzzeit ist das Bauzeitenfenster auf den 1. März bis 15. Juli eines jeden Jahres festzusetzen.

- Fachdienst Umwelt (untere Wasserbehörde, Gewässeraufsicht)

Seitens der unteren Wasserbehörde bestehen im Grundsatz keine Bedenken gegen die vorgelegten Planungen. Ich bitte die nachstehend aufgeführten Ausführungen an die Gemeinde Bredenbek weiterzugeben.

Hinweis:

Die naturnahe Gestaltung des Gewässerlaufes in die Maßnahmenfläche M3 stellt einen wasserrechtlichen Tatbestand dar, der einer eigenständigen wasserbehördlichen Zulassung bedarf.

Zusätzlich ist zu beachten, dass für die Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft auf den Flächen M1, M2 und M2b, soweit ein vorhandenes Gewässer betroffen sein kann, zumindest die Beteiligung der unteren Wasserbehörde erforderlich ist.

Da die angedachten Maßnahmen u.U. auch Auswirkungen auf die Unterhaltung der betroffenen Gewässerabschnitte haben werden, ist der unterhaltungspflichtige Wasser- und Bodenverband Bredenbek in die konkreten Planungen einzubinden.

- Fachdienst Umwelt (untere Bodenschutzbehörde)

Vorgaben zum Bodenschutz:

Die dauerhafte Flächenbeanspruchung ist relevant. Im Zuge der Baumaßnahme kommt es zusätzlich zu größeren, temporären Inanspruchnahmen von Flächen. Bereits geringe Abweichungen von den zulässigen Beanspruchungskriterien führen zu irreversiblen Schädigungen im Bodengefüge sowie im Bodenwasserhaushalt und somit zu einer Verschlechterung der Bodenfunktion.

Um die bau- und anlagebedingten Auswirkungen zu minimieren, sind zusätzliche Festlegungen notwendig um die Funktion des in Anspruch genommenen Bodens zu erhalten.

Folgende Auflagen sind daher im Zuge der Baumaßnahme zu beachten. Die Umsetzung ist der zuständigen Behörde zeitnah nachzuweisen.

- Ist für jeden Standort und die notwendigen temporären und permanenten Zuwegungen und Aufstellungsflächen im Zuge der Baugrunderkundung eine bodenkundliche Typisierung durch einen Gutachter mit nachgewiesener bodenkundlicher Fachkenntnis durchzuführen. Der Gutachter ist der zuständigen Behörde vorab zu benennen.
- Außerhalb befestigter Flächen ist auf verdichtungsempfindlichen Böden der Einsatz von Kettenfahrzeugen vorgeschrieben. Grundsätzlich sind die Grenzwerte für den Kontaktflächendruck gemäß Tabelle 1 (LLUR, Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen) anzusetzen.
- Auf der Basis der Typenbestimmung sind Empfindlichkeitsklassen der Böden hinsichtlich der Anfälligkeit zur Bodenverdichtung festzulegen, um den Maschineneinsatz, die Befahrungszeiten und die Herstellung der notwendigen Baustraßen, Lager- und Montageflächen daraufhin zu planen und abzustimmen (u. A. Anlage eines Maschinenkatasters in Anlehnung an Anhang B Muster eines Maschinenkatasters aus LLUR, Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen).
- Die bodenkundliche Auswertung, sowie die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen für den Einsatz von Maschinen und Geräten sind der zuständigen Behörde zur Abstimmung vorzulegen.
- Der notwendige Flächenbedarf incl. dessen Herleitung ist der uBB vor Beginn der Arbeiten zur Genehmigung vorzulegen.

- Grundsätzlich gilt als Planungsgrundsatz: die Nutzung von nicht befestigten Oberflächen ist auf das nachweislich absolute Mindestmaß zu beschränken. Eine nachträgliche Vergrößerung der zur Nutzung vorgesehenen Flächen ist nur im absoluten Ausnahmefall möglich.
- Beim Auftreten unterschiedlich empfindlicher Böden in einem Baubereich, sind die Planungen so auszuführen, dass der empfindlichere Bereich möglichst wenig in Anspruch genommen wird.
- Wird im Zuge der Bauarbeiten Bodenmaterial ausgebaut, sind grundsätzlich Ober- und Unterbodenmaterial getrennt voneinander zu behandeln, d. h. die Fraktionen werden getrennt voneinander gelagert und in der korrekten Reihenfolge wieder eingebaut. Eine Vermischung der einzelnen Schichten ist zu vermeiden. Beim Wiedereinbau ist die Verdichtung mit Rüttelgeräten untersagt.
- Bei einer Gesamtflächeninanspruchnahme (temporär und permanent) von mehr als 2.500 m² ist ein Bodenmanagementplan anzufertigen und vor Beginn der Arbeiten mit der uBB abzustimmen.
- Nicht wiederverwendeter humoser Oberboden ist unter Beachtung des § 202 BauGB und der §§ 1, 4 BBodSchG entsprechend, in geeigneter Form wieder zu verwerten.
- Verwertung anfallender Aushubböden:
Für alle anfallenden, nicht wieder einbaubaren Böden gilt:
Anfallender Erdaushub /humoser Oberboden ist gemäß § 12 BBodSchV zu klassifizieren und zu verwerten. Die Verbringung im Außenbereich ist gemäß LNatSchG. ab einer Menge von 30 m³, bzw. einer betroffenen Fläche von > 1.000 m² durch die untere Naturschutzbehörde zu genehmigen.
- Gegebenenfalls notwendige Wasserhaltungsarbeiten im Bereich grundwasserbeeinflusster Böden sind auf ein absolutes Minimum (in zeitlicher und räumlicher Ausdehnung) zu begrenzen. Der jeweilige Beginn ist der zuständigen Behörde vorab anzuzeigen.
- Nach Baufertigstellung sind auf den temporär beanspruchten Flächen (Baustraßen, Arbeitsflächen etc.) geeignete Rekultivierungs-Maßnahmen durchzuführen, um die ursprünglichen Bodenfunktionen wieder herzustellen.
- Der zuständigen Behörde ist ein laufend aktualisierter Bauzeitenplan zur Verfügung zu stellen.
- Die Einhaltung der o. g. Auflagen wird durch regelmäßige vor Ort Termine durch Behördenvertreter überwacht.

Altablagerungen:

Aktuell liegen der uBB keine Hinweise auf Altablagerungen, Altstandorte oder sonstige schädliche Bodenveränderungen vor.

- Sollten bei der Bauausführung organoleptisch auffällige Bodenbereiche angetroffen werden, ist die uBB umgehend zu informieren.

Weitere Anregungen werden vom Kreis Rendsburg-Eckernförde nicht vorgetragen. Ich bitte nach Beschlussfassung durch die Gemeindevertretung um Vorlage des Abwägungsergebnisses.

Gemäß Verfahrenserlass des Innenministeriums des Landes Schleswig-Holstein vom 31. März 2014 Ziffer 12 wird nach der Bekanntmachung des Beschlusses des Bebauungsplans umgehend um die Übersendung von zwei Planausfertigungen und allen zugehörigen Anlagen für den Kreis Rendsburg-Eckernförde gebeten, sowie zusätzlich einer digitalen Fassung an die E-Mailadresse hans-werner.lauwen@kreis-rd.de.

Adressänderung: Die Zuständigkeiten des bisherigen Fachdienstes „Regionalentwicklung, Schul- und Kulturwesen“ übernimmt seit dem 1. Januar 2016 der Fachdienst „Regionalentwicklung“. Es wird darum gebeten, diese Änderung bei künftigen Beteiligungen zu berücksichtigen und Planunterlagen, die für den Kreis Rendsburg-Eckernförde bestimmt sind, ausschließlich an diese Adresse zu senden.

Im Auftrag

Mathein

nachrichtlich:

Der Ministerpräsident
des Landes Schleswig-Holstein
- Staatskanzlei -
Abteilung Landesplanung (StK 322)
Düsternbrooker Weg 104
24105 Kiel

Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten
des Landes Schleswig-Holstein
Referat für Städtebau und Ortsplanung,
Städtebaurecht (IV 26)
Postfach 71 25
24171 Kiel



Postanschrift:
Kreis Rendsburg-Eckernförde • Kaiserstraße 8 • 24788 Rendsburg

NUR PER E-MAIL

GR Zwo Planungsbüro
Ballastbrücke 12
249378 Flensburg

**Fachdienst
Regionalentwicklung und Mobilität**

Ihr Zeichen: -
Mein Zeichen: 51.10.02-2024/000148
Auskunft erteilt: Herr Röhrig
Telefon: 04331 202 471
E-Mail: regionalentwicklung@kreis-rd.de
09.01.2025

9. Änderung des Flächennutzungsplans und Bebauungsplan Nr. 13 „Windenergieparkfläche Bredenbek/Kronsborg“ der Gemeinde Bredenbek
Behördenbeteiligung gemäß § 4a Abs. 3 BauGB

Zur vorliegenden überarbeiteten Bauleitplanung, hier eingegangen am 28.11.2024, nehmen die beteiligten Dienststellen wie folgt Stellung:

- Fachdienst Umwelt (untere Naturschutzbehörde)

9. Änderung des F-Plans

In der Planzeichnung erfolgt u. a. die nachrichtliche Übernahme der gesetzlich besonders geschützten Biotope.

Allerdings ist aus der Darstellung nicht zu entnehmen, um welche Art gesetzlich geschützter Biotope nach 30 BNatSchG i. V. m. § 21 (1) Nr. 4 LNatSchG es sich hierbei handelt (z. B. Knick, Allee, Streuobstwiese, Stillgewässer, Wertgrünland).

Es wird um eine Konkretisierung der dort befindlichen, gesetzlich besonders geschützten Biotope gebeten.

Aufgrund der Großflächigkeit des Planvorhabens ist neben der Anpassung des F-Plans gleichzeitig die Fortschreibung des gemeindlichen Landschaftsplanes aus naturschutzfachlicher Sicht geboten.

Das gilt umso mehr, als dass das Plangebiet zwischen dem im Westen gelegenen LSG „Hügelgräber“ und dem im Osten befindlichen LSG „Westenseelandschaft“ angesiedelt ist.

B-Plan Nr. 13

Einleitend ist festzustellen, dass die Kontaktdaten/Rufnummer des für die Erstellung des Umweltberichts verantwortlichen Fachgutachters (Büro für Landschaftsentwicklung) fehlerhaft sind und der Korrektur bedürfen.

Hinsichtlich Kap. 1.1 des Umweltberichts ist anzumerken, dass auch temporäre Teilversiegelungen (Anfahrts- und Kran-Stellflächen) ein Kompensationserfordernis des Schutzgutes „Boden“ auslösen, wenn diese länger als 6 Monate beansprucht werden.

Um eine entsprechende Ergänzung der Planunterlagen wird gebeten.

Zur Überprüfung der Dauer der temporären Nutzung ist der UNB daher der Baubeginn unaufgefordert und verbindlich mitzuteilen.

Es verwundert, dass die im Umweltbericht zur 9. Änderung des F-Plans erfolgte Beschreibung und Verortung der Jagdhabitats der Fledermäuse nicht auch in den Umweltbericht zur Aufstellung des B-Plans (Kap. 2.1.6.2, Darstellung auf S. 57) übernommen worden sind, sondern sich dort nur auf die Darstellung der Lebensräume beschränken.

Zudem ist nicht nachvollziehbar, wieso neben den Jagdhabitats mit mittlerer Bedeutung (JH2 und JH4) nicht auch die Baumstrukturen berücksichtigt wurden, die sich östlich des JH4 befinden und die aufgrund ihrer Ausprägung und Ausstattung gleichfalls ein potentiell Jagdgebiet darstellen.

Gleiches gilt sowohl für den linienhaften, mit einem Gehölzbestand versehenen Fließgewässerverlauf der Bredenbek als auch für die südlich angrenzenden Knicks nördlich bzw. östlich des Standorts der WEA 6.

Die in Kap. 2.1.8 des Umweltberichts vorgenommene Berechnung des Landschaftsbildwertes auf Grundlage der zu betrachtenden Wirkzonen der WEA 1 bis 9 ist in der Form weder fachlich nachvollziehbar noch in dem ermittelten Umfang begründet.

So wird für die Waldflächen (Rolfshörner / Felder Holz und Bruxer Holz) ein Verschattungsanteil von 98,43 % bzw. 91,59 % unterstellt.

Dabei bleibt unberücksichtigt, dass eine mögliche Verschattung der Waldbereiche nicht wirkt, da diese keine visuelle Schutzwirkungen in Richtung der betroffenen Siedlungsbereiche der Gemeinden Bredenbek und Haßmoor entfalten.

Auch befinden sich die Standorte der WEA in offenem Gelände auf leicht exponiertem Terrain, was dazu führt, dass die ca. 180 m hohen WEA weithin sichtbar sind.

Insofern ist von einem Verschattungsgrad - wie bei ähnlichen WEA- Vorhaben - von max. 75 % auszugehen.

Daraus resultieren verschattete Flächen von 162,9 ha für den Landschaftsbildraum 3 bzw. von 359,78 ha den Landschaftsbildraum 11.

Das hat zur Folge, dass sich die sichtverschatteten Bereiche insgesamt auf 1.175,88 ha reduzieren.

Der daraus gemittelte Landschaftsbildfaktor beträgt 2,0035 und orientiert sich damit näher bei 2,2 als bei 1,8.

Folglich verändert sich die in der Eingriff-/Ausgleichs-Bilanzierung in Kap. 2.4.2.1.2 vorgenommene Kompensationsermittlung für die Beeinträchtigungen des Schutzgutes „Landschaftsbild“ auf nunmehr 481.947,64 m².

Gleichfalls bedürfen die Ermittlungsgrundlagen für den sich aus den Zuwegungs- und Kranstellflächen ergebenden Kompensationsbedarf der Überarbeitung.

Gem. der aktuellen Kompensationsregelsätze des Kreises Rendsburg-Eckernförde sind temporär teilversiegelte Flächen im Verhältnis von 0,25 auszugleichen.

Danach erhöhen sich die Kompensationsflächen auf den Betriebsgrundstücken auf 23.204,75 m² bzw. 4.008,00 m² außerhalb derselben.

Auch ist aus der Eingriff-/Ausgleichs-Bilanzierung nicht ersichtlich, wo in welchem Umfang Eingriffe in Form von Flächenbeanspruchungen stattfinden werden.

Handelt es sich hierbei um die durch Baugrenzen markierten Bereiche (s. Abb. 1)?



Abb. 1: Auszug aus Teil A des B- Planes

Gleichfalls bedarf es in Teil A und B des B-Plans sowohl graphisch als auch textlich der Erläuterung, worum es sich bei den rot umrandeten Bereichen handelt (s. Abb. 2).

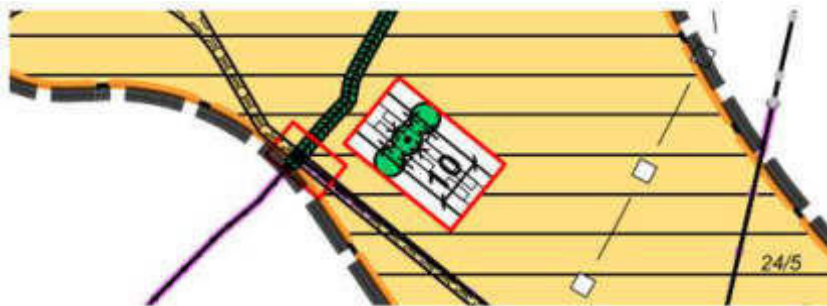


Abb. 2: Auszug aus der Teil A des B- Planes im südöstlichen Bereich

Bei den als Kompensationsflächen avisierten Teilflächen 2, 3, 4, u. 5 handelt es sich um Dauergrünlandflächen, die eine Aufwertung durch Ausbringen von autochthonem Regio-Saatgut erfahren sollen.

Die langjährigen bei der Ausweisung und Genehmigung von Ökokontoflächen gesammelten Erfahrungen haben gezeigt, dass das beabsichtigte Aufwertungspotential durch die Ausbringung von autochthonen Regio-Saatgut auf den Flächen nicht zu dem erhofften Erfolg geführt hat.

So hat sich weder das Artenspektrum in der Breite eingestellt, noch war dieses von Dauer.

Die Lichtkonkurrenz verschafft den wüchsigen Wirtschaftsgräsern eine Dominanz, die eine dauerhafte Etablierung der ausgesäten lichtbedürftigen und magere Standortverhältnisse bevorzugenden Gräser und Stauden nicht ermöglicht.

Daher kann in Anlehnung an die Ökokonto-VO kein Biotop-, sondern nur ein Artenschutzzuschlag von max. 20 % (10% bei Umsetzung und 10 % bei positiver Erfolgskontrolle) gewährt werden.

Aufgrund dessen reduziert sich die avisierte Punktzahl der Kompensationsflächen von 161.317 Punkten auf dann 148.348 Punkte.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die auf dem Betriebsgelände notwendigen Eingriffe in den Naturhaushalt in Höhe von 219.067,11 m² durch in die der Gemeinde geplanten Ausgleichsflächen und die im Kreisgebiet befindlichen Ökokonten (Holzdorf- 6, Kosel- 11 und Rieseby- 2) nur mit 206.098,11 m² ausgeglichen werden; es verbleibt ein Defizit in Höhe von 12.969 m².

Die Eingriffe in das Schutzgut „Landschaftsbild“ belaufen sich auf 481.947,64 m² anstatt der genannten 394.320,80 m². Nach Bereitstellung des Ökokontos Rieseby-2 mit 394.320,80 m² resultiert daraus ein Defizit von 87.626,84 m².

Die dauerhafte/temporäre Versiegelung durch Erschließungswege und Kranaufstellflächen macht den Nachweis von 27.212,75 m² erforderlich, wobei nur 21.090,50 m² über die Nutzung des Ökokontos Rieseby-2 nachgewiesen werden. Das verbleibende Defizit bemisst sich auf 6.122,25 m².

Insgesamt ergibt sich ein Kompensationsdefizit in Höhe von 106.718 m², dessen Nachweis im Zuge der Bauleitplanung zu erbringen ist.

Bauzeitenregelung Avifauna

Die Bauzeiten für die Bodenbrüter gelten wie folgt:

- für Offenlandbrüter (auch Gras- und Staudenfluren) vom 16.08 bis 29.02;
- Bauzeitenverbot vom 01.03 bis 15.08.

Abweichungen von dem o. g. Bauzeitenfenster sind nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der unteren Naturschutzbehörde (UNB) zulässig.

Sofern aus triftigen und belegbaren Gründen die Einhaltung der Bauzeitenregelung nicht möglich ist, sind der UNB spätestens 4 Wochen vor Beginn der Bauzeitenausschlussfrist sowohl die betriebsbedingten Gründe durch den Antragsteller darzulegen als auch durch eine Umweltbaubegleitung (UBB) fachlich darzustellen wie Besatzkontrollen und Vergrä-mungsmaßnahmen durchzuführen sind.

Die fachliche Qualifikation der UBB ist nachzuweisen.

- Fachdienst Umwelt (untere Wasserbehörde)

Gegen das o. g. Bauleitverfahren bestehen keine grundsätzlichen Bedenken.
Ich bitte, nachfolgend aufgeführte Anregungen und Hinweise zu übernehmen:

Dauerhafte Zuwegung

Hinweise:

Die dauerhaften Zuwegungen zu den neun WEA überqueren offene/verrohrte Gewässer des WBV Bredenbek. Diese Gewässerquerungen bedürfen im Vorwege einer wasserrechtlichen Genehmigung nach § 23 Landeswassergesetz (LWG).

Erst nach Eingang der vollständigen Unterlagen kann die untere Wasserbehörde den Antrag bearbeiten.

Es wird empfohlen, den Antrag frühzeitig einzureichen, um eventuelle Anpassungen in Bauweise und Durchmesser des Durchlasses bzw. Lage der Zuwegung vor Baubeginn, entsprechend der Genehmigung, umsetzen zu können und um den Bauablauf an die wasserrechtlichen Forderungen gemäß der Genehmigung anpassen zu können.

Die tatsächliche Lage der verrohrten Gewässer ist in der Örtlichkeit einzumessen. Der unteren Wasserbehörde ist ein Ausführungsplan der Zuwegung mit Kreuzungsdarstellung vor Baubeginn zu übersenden.

offenes Gewässer:

Die Herstellung einer neuen Überfahrt, oder die Verlängerung bzw. Veränderung einer bestehenden Überfahrt bedarf einer vorherigen wasserrechtlichen Genehmigung nach § 23 LWG. Der Genehmigungsantrag für die Gewässerkreuzung ist zwingend 2 Monate vor Beginn der Baumaßnahmen bei der unteren Wasserbehörde zu beantragen. Der Umfang der Antragsunterlagen ist vorab mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

verrohrtes Gewässer:

Die Herstellung eines neuen Durchlasses oder die Veränderung von einem verrohrten Gewässer zu einer Überfahrt bedarf einer vorherigen wasserrechtlichen Genehmigung nach § 23 LWG. Der Genehmigungsantrag für die Gewässerkreuzung ist zwingend 2 Monate vor Beginn der Baumaßnahmen bei der unteren Wasserbehörde zu beantragen. Der Umfang der Antragsunterlagen ist vorab mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Parallel zu offenem / verrohrtem Gewässer:

Eine parallele Verlegung der Zuwegung neben Gewässern darf einen Abstand von mindestens 7,5 Metern zu der Böschungsoberkante nicht unterschreiten, andernfalls bedarf diese einer vorherigen wasserrechtlichen Genehmigung nach § 23 LWG. Der Genehmigungsantrag für die Gewässerkreuzung ist zwingend 2 Monate vor Beginn der Baumaßnahmen bei der unteren Wasserbehörde zu beantragen. Der Umfang der Antragsunterlagen ist vorab mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

temporäre Zuwegung/FlächenHinweise:offenes Gewässer:

Verlaufen temporäre Zuwegungen/Kranstellflächen über offene Gewässer des WBV Bredenbek, ist ein Abstand von mindestens 7,5 Metern zur Böschungsoberkante der Verbandsgewässer einzuhalten. Kann dieser nicht eingehalten werden, ist eine Überbauung eines offenen Gewässers temporär unter folgenden Auflagen zulässig:

- Der Wasserabfluss ist durch ein hydraulisch ausreichend dimensioniertes Rohr zu gewährleisten.
- Sobald die temporäre Fläche / Zuwegung nicht mehr benötigt wird ist die temporäre Verrohrung umgehend zurückzubauen. Das alte Gewässerprofil ist wiederherzustellen und vom unterhaltungspflichtigen WBV Bredenbek abnehmen zu lassen.

Verrohrtes Gewässer:

Verlaufen temporäre Zuwegungen/Kranstellflächen über verrohrte Gewässer des WBV Bredenbek, ist vor Beginn der Erstellung der temporären Zuwegung/Flächen mittels Kamerabefahrung der Zustand des verrohrten Gewässers zu kontrollieren und aufzunehmen. Festgestellte Schäden sind der unteren Wasserbehörde sowie dem WBV zu übermitteln. Der aufgenommene Gesamtzustand ist der unteren Wasserbehörde und dem WBV auf Verlangen vorzulegen.

Nach Rückbau der temporären Zuwegung/Kranstellflächen ist erneut eine Kamerabefahrung und Zustandskontrolle des verrohrten Gewässers durchzuführen. Entstandene Schäden an dem verrohrten Gewässer, die auf die Nutzung durch den Genehmigungsinhaber zurückzuführen sind, sind der unteren Wasserbehörde und dem WBV mitzuteilen und auf Kosten des Genehmigungsinhabers zu beseitigen.

Temporäre Grundwasserhaltungen/AbleitungenHinweise:

Vor Beginn der Maßnahmen ist eine Baugrundbeurteilung zur Einschätzung der örtlichen Grundwasserverhältnisse anzufertigen, mit Betrachtung der Auswirkungen auf die Herstellung der WEA und ihrer Fundamente. Dieses Gutachten ist der unteren Wasserbehörde zu übersenden.

Die wasserrechtliche Erlaubnis für die Grundwasserabsenkung im Zuge der Fundamentherstellung und Errichtung der WEA und die notwendige Ableitung des geförderten Grundwassers oder Schichten- und Baugrubenwassers sind zwingend 2 Monate vor Beginn der Baumaßnahmen bei der unteren Wasserbehörde zu beantragen. Der Umfang der Antragsunterlagen ist vorab mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Ob eine erlaubnispflichtige Benutzung gemäß § 9 WHG in Verbindung mit §11 LWG oder ein Gemeingebrauch nach § 18 LWG vorliegt, entscheidet die zuständige untere Wasserbehörde nach Vorlage der von ihr geforderten Unterlagen durch die Antragsteller.

Begründung:

Die Benutzung des Grundwassers durch die Wasserhaltung und die Ableitung des geförderten Grundwassers in ein Oberflächengewässer stellt eine Gewässerbenutzung gemäß § 9 WHG dar, wobei für die Oberflächengewässer die Bewirtschaftungsziele gemäß § 27 WHG zu beachten sind.

Wassergefährdende Stoffe

Hinweise:

1. Beim Bau und Betrieb der Windkraftanlage sind gem. § 62 WHG (Wasserhaushaltsgesetz) die Vorschriften der Anlagenverordnung - AwSV - vom 18.4.2007 sowie die dazu eingeführten Technischen Regeln, soweit sie für den Grundwasserschutz von Bedeutung sind, einzuhalten.
2. Anlagen müssen so geplant und errichtet werden, beschaffen sein und betrieben werden, dass:
 - a. wassergefährdende Stoffe nach § 3 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 bis 5 (AwSV) nicht austreten können,
 - b. Undichtheiten aller Anlagenteile, die mit Stoffen nach Buchstabe a in Berührung stehen, schnell und zuverlässig erkennbar sind,
 - c. austretende wassergefährdende Stoffe nach § 3 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 bis 5 schnell und zuverlässig erkannt werden und
 - d. bei einer Betriebsstörung anfallende Gemische, die ausgetretene wassergefährdende Stoffe enthalten können, ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder beseitigt werden.
3. Sollten wassergefährdende Stoffe ins Erdreich oder ein Gewässer gelangt sein, ist umgehend die untere Wasserbehörde davon in Kenntnis zu setzen.

Kompensationsmaßnahmen

Hinweise:

Auf den Ausgleichsflächen 1, 2, 3, 4 und 7 verlaufen offene/verrohrte Gewässer des WBV Bredenbek. Knicks/Kleingewässer/Gehölze sind so anzulegen, dass eine Überbauung von verrohrten/offenen Gewässern ausgeschlossen ist. Zudem ist der satzungsrechtliche Mindestabstand von 7,5 Metern beidseitig der Böschungsoberkante einzuhalten. Abweichungen von der Satzung bedürfen der schriftlichen Zustimmung des WBV.

Allgemeine Hinweise

1. Die Grundwasserhaltungen für alle Windenergieanlagen können in einem wasserrechtlichen Verfahren beantragt werden und müssen nicht einzeln bei der unteren Wasserbehörde eingereicht werden.
2. Kabel- und Stromtrassen innerhalb des Windparks sowie extern bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung sofern sie ein Gewässer kreuzen. Diese sind mindestens 2 Monate vor Baubeginn bei der UWB zu beantragen.
3. Die dauerhafte Zuwegung zur WEA 9 überquert eine Rohrleitung ohne Gewässereigenschaft (RoG). Für Rohrleitungen ohne Gewässereigenschaft ist der WBV

Bredenbek zuständig. Der zuständige WBV hat eine gesetzlich festgelegte Unterhaltungspflicht, insofern ist zu den Rohrleitungen der satzungsrechtliche Mindestabstand von 7,5 Metern einzuhalten. Bereits bestehende Überfahrten sind in Absprache mit dem WBV auf Ihren Zustand hin zu überprüfen und ggf. zu erneuern. Abweichungen von der Satzung sind mit dem WBV abzustimmen.

- Fachdienst Umwelt (untere Bodenschutzbehörde)

Grundsätzlich: Die dauerhafte Flächenbeanspruchung ist relevant. Im Zuge der Baumaßnahme kommt es zusätzlich zu größeren, temporären Inanspruchnahmen von Flächen. Bereits geringe Abweichungen von den zulässigen Beanspruchungskriterien führen zu irreversiblen Schädigungen im Bodengefüge sowie im Bodenwasserhaushalt und somit zu einer Verschlechterung der Bodenfunktion.

Um die bau- und anlagebedingten Auswirkungen zu minimieren, sind zusätzliche Festlegungen notwendig um die Funktion des in Anspruch genommenen Bodens zu erhalten.

Für die Planung und Ausführung der geschilderten Arbeiten ist aufgrund der geplanten umfangreichen Bodenbewegungen im Rahmen des Baus der Windkraftanlagen sowohl die Erstellung eines Bodenmanagements- als auch die Erstellung eines Bodenschutzkonzepts zwingend erforderlich. Es ist detailliert zu beschreiben, welcher Boden in welchem Bauabschnitt anfällt und wie damit konkret umgegangen werden soll (maßgeblicher Grundsatz Verwertung vor Beseitigung). Die Konzepte sind vor Baubeginn der zuständigen UBB zur Abstimmung vorzulegen.

In der Phase der Bauausführung (Aufschüttung/Abgrabung) ist die fachliche Betreuung durch eine bodenkundliche Baubegleitung zwingend erforderlich.

Wird bei Herstellung der geplanten Wege und Stellflächen Schotter/Recyclingmaterial eingesetzt, ist die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) anzuwenden. Das Material ist aus zertifizierten Betrieben zu beziehen.

Grundsätzlich gilt: im Zuge der Maßnahmen sind die Vorgaben des BauGB (u.a. §202 Schutz des humosen Oberbodens), der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV, §§ 6-8) des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG u.a. § 7 Vorsorgepflicht) sowie das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG u.a. § 2 und § 6) einzuhalten.

Folgende Hinweise sind im Zuge der Baumaßnahmen zu beachten:

- Außerhalb befestigter Flächen ist auf verdichtungsempfindlichen Böden der Einsatz von Kettenfahrzeugen vorgeschrieben.
- Auf der Basis der Typenbestimmung sind Empfindlichkeitsklassen der Böden hinsichtlich der Anfälligkeit zur Bodenverdichtung festzulegen, um den Maschineneinsatz, die Befahrungszeiten und die Herstellung der notwendigen Baustraßen, Lager- und Montageflächen daraufhin zu planen und abzustimmen (empfohlen wird die Anlage eines Maschinenkatasters in Anlehnung an den Leitfaden zum Bodenschutz beim Bauen, Schriftenreihe LfU (LLUR), Kapitel 5.9. „Das Maschinenkataster“).
- Grundsätzlich gilt als Planungsgrundsatz: Die Nutzung von nicht befestigten Oberflächen ist auf das nachweislich absolute Mindestmaß zu beschränken. Eine nachträgliche Vergrößerung der zur Nutzung vorgesehenen Flächen ist nur im absoluten Ausnahmefall möglich.
- Beim Auftreten unterschiedlich empfindlicher Böden in einem Baubereich sind die Planungen so auszuführen, dass der empfindlichere Bereich möglichst wenig in Anspruch genommen wird.
- Wird im Zuge der Bauarbeiten Bodenmaterial ausgebaut, sind grundsätzlich Ober- und Unterbodenmaterial getrennt voneinander zu behandeln, d.h. die Fraktionen werden

getrennt voneinander gelagert und in der korrekten Reihenfolge wieder eingebaut. Eine Vermischung der einzelnen Schichten ist zu vermeiden.

- Verwertung anfallender Aushubböden:

Für alle anfallenden, nicht wieder einbaubaren Böden gilt:

Anfallender humoser Oberboden ist gemäß §6 und § 7 Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) mindestens auf die in Anlage 1 Tabelle 1 und 2 der Verordnung aufgeführten Stoffe zu analysieren und zu entsprechend verwerten. Der übrige Bodenaushub (mineralischer Boden) ist zwingend nach den Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) Anlage 1 Tabelle 3 zu untersuchen und entsprechend den Ergebnissen zu verwerten (vgl. §8 BBodSchV und §§ 14 und 16 EBV).

Die Verbringung im Außenbereich ist gemäß LNatSchG ab einer Menge von 30 m³, bzw. einer betroffenen Fläche von >1.000 m² durch die untere Naturschutzbehörde zu genehmigen.

- Im Zuge der Arbeiten befahrene Flächen sind am Ende der Baumaßnahme in unversiegelten Bereichen tiefgründig aufzulockern um die Versickerung von Niederschlagswasser zu gewährleisten. Nach Baufertigstellung sind auf den temporär beanspruchten Flächen (Baustraßen, Arbeitsflächen etc.) geeignete Rekultivierungs-Maßnahmen durchzuführen, um die ursprünglichen Bodenfunktionen wiederherzustellen.
- Sollten bei der Bauausführung organoleptisch auffällige Bodenbereiche angetroffen werden, ist die UBB umgehend zu informieren.

Stellungnahme zur Planung der Ausgleichsmaßnahme Fläche A4 (Fläche 7) und A5 (Anlage von Knicks:

Bei der Anlage der Mäander zur Renaturierung sind die bodenschutzrechtlichen Vorgaben in der Planung und Umsetzung ausreichend zu berücksichtigen.

Unter Anderem ist der Einsatz von Baumaschinen auf das notwendige Maß zu reduzieren, um irreversiblen Bodenverdichtungen vorzubeugen. Im Zuge der Arbeiten befahrene Flächen sind am Ende der Baumaßnahme tiefgründig aufzulockern um die Versickerung von Niederschlagswasser zu gewährleisten.

Ausgehobene Bodenmassen sind nach Bodenschichtung getrennt zu lagern und bei einem Wiedereinbau bzw. einer Verwendung für den Knickwall profilgerecht zu verwenden.

Für die Anlage des Knickwalles ist der anstehende, humose Oberboden im Bereich des neu zu erstellenden Knickwalles abzuschieben, ordnungsgemäß zu lagern und wieder anzudecken.

Zur Erstellung der Wallkerne (GOK bis mind. 1,00 m Höhe) ist ausschließlich mineralischer Unterboden (Untersuchungsnachweis nach den Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) Anlage 1 Tabelle 3) zu verwenden. Das Material darf den Zuordnungswert BG0 / BM 0 nicht überschreiten. Eine Eignung des Materials aus der Herstellung der Mäander (Fläche 7) ist nachzuweisen.

Für die Überdeckung der Knickwallkerne (max. 30 cm Auftragungsstärke) ist humoser Oberboden zu verwenden. Dieser muss die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV einhalten. Eine Analytik kann entfallen, wenn der Boden auf demselben Flurstück wiederverwendet wird.

Bei Verwendung von ortsfremdem Material ist dessen Eignung nachzuweisen.

- Fachdienst Verkehr (untere Straßenverkehrsbehörde)

Seitens der Straßenverkehrsbehörde bestehen hinsichtlich der verkehrlichen Erschließung / sonstiger straßenverkehrsrechtlicher Gegebenheiten zum jetzigen Zeitpunkt keine Bedenken. Eventuelle straßenverkehrsrechtliche Anordnungen können allenfalls einzelfall- und fallbezogen erfolgen.

Vorsorglich ergehen folgende Hinweise:

An der Einmündung von Erschließungsstraßen sind Sichtflächen gem. RAST 06 (Ausgabe 2006) Ziff. 6.3.9.3 auszuweisen. Die Sichtflächen sind von jeglicher Bebauung und Bepflanzung zwischen 0,80m und 2,50m Höhe über Fahrbahnoberkante dauernd freizuhalten.

Weitere Anregungen werden vom Kreis Rendsburg-Eckernförde nicht vorgetragen. Ich bitte nach Beschlussfassung durch die Gemeindevertretung um Vorlage des Abwägungsergebnisses.

Es wird nach der Bekanntmachung des Beschlusses des Bauleitplans umgehend um die Übersendung folgender Unterlagen gebeten:

- eine digitale Version des beschlossenen und ausgefertigten Bauleitplans,
- eine digitale Version der beschlossenen und ausgefertigten Begründung,
- die zusammenfassende Erklärung gemäß §§ 6a und 10a BauGB sowie
- die Bekanntmachung – ebenfalls digital.

Darüber hinaus wird um die Übersendung eines beglaubigten Ausdruckes der o. g. Unterlagen auf Papier gebeten. Die digitalen Fassungen senden Sie bitte an die E-Mailadresse regionalentwicklung@kreis-rd.de.

Im Auftrag

Gez. Heravi



NABU Schleswig-Holstein · Färberstraße 51 · 24534 Neumünster

Amt Achterwehr
Für die Gemeinde Bredenbek
z.H. Herrn Jöhnk
Inspektor-Weimar-Weg 17

24239 Achterwehr

Per E-Mail

NABU Schleswig Holstein

Angelika Krützfeldt
Bereich Verbandsbeteiligung
Tel. +49 (0)4321.953072 direkt
Tel. +49 (0)4321.53734
Fax +49 (0)4321.5981
Angelika.Krueztfeldt@NABU-SH.de

Örtlicher Bearbeiter:
Dr. Peter Borkenhagen
NABU Kiel

Ihr Zeichen
I.1-610-7-1

Ihr Schreiben vom
08.01.2016

Neumünster, 11.02.2016

Gemeinde Bredenbek, Kreis Rendsburg-Eckernförde 9. Änderung des Flächennutzungsplanes und Bebauungsplan Nr. 13 „Windenergiepark Bredenbek-Kronsborg“

Beteiligung gem. § 4 Abs. 2 BauGB und Benachrichtigung über die öffentliche Auslegung
gem. § 3 Abs. 2 BauGB

Sehr geehrter Herr Jöhnk,

der NABU Schleswig-Holstein bedankt sich für die zugeschickten Unterlagen. Der NABU gibt zu dem o.a. Vorhaben – nach Rücksprache mit seinem örtlichen Bearbeiter – die nachfolgende Stellungnahme ab. Diese gilt gleichermaßen für den NABU Kiel und den NABU Schleswig-Holstein.

Grundsätzlich spricht sich der NABU Schleswig-Holstein gegen die Planung im Naturpark Westensee aus. Das Gebiet wird als besonders erholungsgerecht gekennzeichnet. Zudem sind in dieser Region Tourismus, Naherholung, Naturschutz, aber auch Denkmalschutz, u.a.m. stark von einer solchen Planung betroffen. Gerade vor diesem Hintergrund ist das Ergebnis der Bearbeitung/Erstellung des zukünftigen Regionalplanes für den neuen Planungsraum II bezüglich Windenergie durch die Landesregierung abzuwarten.

Die nach § 18a Abs. 2 Landesplanungsgesetz eingeräumte Möglichkeit, eine Ausnahmeprüfung von der grundsätzlich bis Juni 2017 unzulässigen Genehmigung raumbedeutsamer Windenergieanlagen zu beantragen, erscheint angesichts der vielen hier betroffenen Belange, nicht sachgerecht. Des Weiteren davon kann als Argument für das Vorhaben nicht gelten, dass der Raum bereits durch andere Infrastruktureinrichtungen belastet ist.

NABU Schleswig-Holstein

Färberstraße 51
24534 Neumünster
Tel. +49 (0)4321.53734
Fax +49 (0)4321.5981
Info@NABU-SH.de
www.NABU-SH.de

Spendenkonto

Sparkasse Südholstein
BLZ 230 510 30
Konto 28 50 80
IBAN DE16 2305 1030 0000 2850 80
BIC NOLADE21SHO

Der NABU ist ein staatlich anerkannter Naturschutzverband (nach § 63 BNatSchG) und Partner von Birdlife International. Spenden und Beiträge sind steuerlich absetzbar. Erbschaften und Vermächtnisse an den NABU sind steuerbefreit.



Dass das Bruxer Holz aus südlicher Blickrichtung eine gewisse Abschirmung darstellen soll, ist weder nachvollziehbar noch akzeptabel bei einer Waldhöhe von 30 m und einer Anlagenhöhe von 120 m.

Im Falle einer Genehmigung und Verwirklichung sind die notwendigen Abschaltzeiten in Hinblick auf Vögel (insbesondere Uhu / Junguhus) und Fledermäuse durch das LLUR verbindlich festzulegen und durch 2-jährliche Kontrollen gegebenenfalls zu modifizieren, auch ist die zuverlässige Einhaltung der zwingend erforderlichen Abschaltzeiten zu gewährleisten. Der Erhalt und die Pflege der Ausgleichsflächen und deren Kontrolle sind ebenfalls verbindlich sicherzustellen.

Bezüglich der auf S. 9 im Umweltbericht – Kap. 2.1.5.1 Fledermäuse - (9. Änderung des FNP) eingeräumten Möglichkeit, nach einem Höhenmonitoring an 2 WEA ggf. die Abschaltzeiten wieder aufzuheben, bitten wir um weitere Informationen: So würde der NABU gern erfahren, an welchen WEA diese Daten gesammelt werden und – sobald vorliegend – wie das Ergebnis dieses Monitorings aussieht.

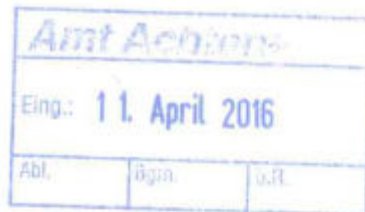
Der NABU behält sich Ergänzungen seiner Stellungnahme vor.

Der NABU bittet um Rückäußerung, wie über seine Stellungnahme befunden wurde sowie um weitere Beteiligung am Verfahren.

Mit freundlichem Gruß

i.A.

Angelika Krütfeldt
NABU Schleswig-Holstein



Der Ministerpräsident | Staatskanzlei
Postfach 71 22 | 24171 Kiel

Amt Achterwehr
Der Amtsdirektor
z. Hd. Herrn Christian Jöhnk
Inspektor-Weimar-Weg 17
24239 Achterwehr

mit einer Kopie
für die Gemeinde
Bredenbek

Landesplanungsbehörde

Ihr Zeichen: L.1-610-7-1
Ihre Nachricht vom: 08.01.2016
Mein Zeichen: StK 324 / LPW 8 - 6975/2016
Meine Nachricht vom: -

Daniel Möller
Daniel.Moeller@stk.landsh.de
Telefon: +49 431 988-1828
Telefax: +49-431-988-6-111828

nachrichtlich:

Landrat
des Kreises Rendsburg-Eckernförde
→ Fachdienst Regionalentwicklung
Postfach 905
24758 Rendsburg

Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten
→ Referat für Städtebau und Ortsplanung,
Städtebaurecht
Postfach 71 25
24171 Kiel

(IV 26)

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume
→ Referat Landschaftsplanung, Eingriffsregelung, UVP,
Sport und Erholung
Postfach 71 51
24106 Kiel

(V 537)

07. April 2016

Ziele, Grundsätze und sonstige Erfordernisse der Raumordnung nach § 11 Abs. 2 Landesplanungsgesetz (LaplaG) vom 27. Januar 2014 (GVObI. Schl.-H. S. 8), geändert durch das Gesetz zur Änderung des Landesplanungsgesetzes vom 22. Mai 2015 (GVObI. Schl.-H. S. 132)

- **Aufstellung der 9. Änderung des Flächennutzungsplanes und**
- **Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 13 der Gemeinde Bredenbek, Kreis Rendsburg-Eckernförde**
- **Planungsanzeige gem. § 11 Landesplanungsgesetz, Ihr Schreiben vom 08.01.2016, hier eingegangen am 18.01.2016**
- **Stellungnahme des Kreises Rendsburg-Eckernförde vom 15.02.2016, hier eingegangen am 15.02.2016**

Mit o. g. Schreiben übersenden Sie Planungsunterlagen zur Aufstellung der 9. Änderung des Flächennutzungsplanes und des Bebauungsplanes Nr. 13 der Gemeinde Bredenk, Kreis Rendsburg-Eckernförde. Ziel der Planung ist die planungsrechtliche Absicherung von insgesamt acht raumbedeutsamen Windkraftanlagen (WKA) mit einer Anlagenhöhe von bis zu 120 m.

Das Plangebiet weist eine Größe von insgesamt ca. 103 ha auf und teilt sich auf sieben Teilgeltungsbereiche auf. Dabei ist nur im Teilgeltungsbereich 1 eine Windenergienutzung vorgesehen, die übrigen Teilgeltungsbereiche dienen der Schaffung von Ausgleichsmaßnahmen.

Zu dem Planvorhaben war seitens der Landesplanung zuletzt mit Schreiben vom 03.06.2014 Stellung genommen worden. Vor dem Hintergrund der am 05.06.2015 in Kraft getretenen Änderung des Landesplanungsgesetzes (LaplaG) ist das Vorhaben nun wie folgt zu bewerten:

Nach § 18 a Abs. 1 Satz 1 LaplaG besteht für die Landesplanungsbehörde eine gesetzlich verankerte Pflicht, unverzüglich Verfahren zur Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplans und zur Teilaufstellung aller Regionalpläne, jeweils zum Sachthema Windenergie, einzuleiten. Dieser Pflicht zur Verfahrenseinleitung ist die Landesplanungsbehörde mit dem Planungserlass vom 23.06.2015 (Amtsblatt Schl.-H. v. 06. Juli 2015, S. 772 ff.) zur Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplanes Schleswig-Holstein 2010 und zur Teilaufstellung der Regionalpläne (Sachthema Windenergie) für die Planungsräume I bis III nachgekommen.

Zur Sicherung der Planungsziele sind nun nach § 18 a Abs. 1 Satz 2 LaplaG sämtliche raumbedeutsamen WKA im gesamten Gebiet des Landes Schleswig-Holstein bis zum 05.06.2017 vorläufig unzulässig. Bauleitplanungen, mit denen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung raumbedeutsamer WKA geschaffen werden sollen, sind nur zulässig, soweit eine Ausnahme nach § 18 a Abs. 2 LaplaG zugelassen werden kann. Die Landesplanung kann nach § 18 a Abs. 2 LaplaG im Rahmen des förmlichen Bauleitplanverfahrens Ausnahmen zulassen, wenn und soweit raumbedeutsame Windkraftanlagen nach dem jeweiligen Stand der in Aufstellung befindlichen Ziele nicht befürchten lassen, dass sie die Verwirklichung der vorgesehenen Ziele der Raumordnung unmöglich machen oder wesentlich erschweren.

Hinsichtlich der Berücksichtigung harter und weicher Tabukriterien sei darauf hingewiesen, dass zu Waldflächen nach aktuellem Planungsstand nun ein Abstand von 100 m als weiches Tabukriterium zu berücksichtigen ist. Diesbezüglich wäre eine Anpassung der Planzeichnung und der Begründung erforderlich.

Darüber hinaus ist zu prüfen, ob nach Ziffer II. Nr. 3 des Planungserlasses „Kriterien für den weiteren Abwägungsprozess innerhalb der nach Abzug der harten und weichen Tabukriterien verbleibenden Potenzialflächen; zugleich abzuwägende Ausnahmekriterien gemäß § 18a Abs. 2 LaplaG“ betroffen sind. Hier ist festzuhalten, dass das Plangebiet (Teilgeltungsbereich 1) innerhalb des *Naturparks Westensee* gelegen ist.

Gemäß § 16 Landesnaturschutzgesetz sind Naturparke in Schleswig-Holstein definiert als Gebiete, die zu einem wesentlichen Teil Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete oder Naturdenkmäler enthalten und sich wegen ihrer landschaftlichen Vorausset-

zungen für die Erholung besonders eignen. Die Hauptzielsetzung liegt darin, die natürliche Lebensgrundlage für eine artenreiche Pflanzen- und Tierwelt zu sichern sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft zu erhalten. In diesen Gebieten mit besonderer Bedeutung für den Naturhaushalt und das Landschaftsbild sowie für Tourismus und Erholung ist in den gebietsbezogenen Schutz-, Pflege- und Entwicklungszielen die Entwicklung und Förderung erneuerbarer Energie zwar nicht explizit vorgesehen. Insofern wird die Ausweisung von Konzentrationszonen für WKA ganz überwiegend nicht mit dem Charakter und der Zielsetzung der Naturparke vereinbar sein. Gleichwohl erscheint es in Einzelfällen möglich, dass in Randzonen oder Teilbereichen, die nicht mit anderen Tabuzonen überlagert sind, Konzentrationszonen ausgewiesen werden können.

Die Landesplanung hatte im Rahmen der Teilfortschreibung der Regionalpläne zur Ausweisung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung 2012 ein Eignungsgebiet für die nun in Aussicht genommenen Anlagenstandorte ausgewiesen. Die im Rahmen der damaligen Teilfortschreibung getroffene Abwägungsentscheidung ist jedoch zu überprüfen.

Die mögliche Inanspruchnahme der Fläche bedarf daher der Erarbeitung eines schlüssigen gesamträumlichen Konzeptes durch die Landesplanung, um ausschließen zu können, dass an anderer Stelle mittels Flächen, die keinen oder weniger Restriktionen unterliegen, substantiell Raum hätte geschaffen werden können. Dieses Konzept liegt derzeit nicht vor.

Darüber hinaus ist auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung ein Abstand zu Wohngebäuden von 650 m festgesetzt worden. Diese Festsetzung steht im Widerspruch zu Festlegungen im o. g. Planungserlass. Demnach ist zu Einzelhäusern ein Abstand von 400 m vorgesehen. Eine darüber hinausgehende Einschränkung potentieller Flächen für Windenergienutzung würde dem Charakter der Gebietskategorie *Vorranggebiete mit der Wirkung von Eignungsgebieten* gem. § 8 Abs. 7 Satz 2 Raumordnungsgesetz widersprechen. Ziel der auf Ebene der Regionalplanung festgesetzten Gebietskategorie ist, dass die Errichtung von Windenergieanlagen außerhalb der Vorranggebiete ausgeschlossen ist, innergebietlich sich die Windkraft aber durchsetzt. Im Regionalplanungsprozess muss gemäß den Anforderungen der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts der Windenergienutzung substantiell Raum verschafft werden. Daher ist eine wie in diesem Fall vorgesehene Erweiterung der Abstandsflächen nicht mit dem Planungsziel vereinbar. Eine solche Erweiterung der Abstandsflächen wäre nur mit einer hinreichenden städtebaulichen Begründung denkbar, jedoch auch nur im geringfügigen Maße.

Ebenso bedarf die festgesetzte Höhenbegrenzung der Anlagen (maximale Gesamthöhe der WKA auf 120m) einer hinreichenden städtebaulichen Begründung.

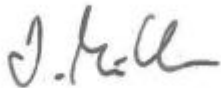
Die Fläche weist im Ergebnis ein Konfliktpotential auf, das aktuell nicht abschließend geklärt werden kann. Eine Ausnahme wird daher zurzeit nicht zugelassen.

Eine erneute Beurteilung kann in der Regel erst dann erfolgen, wenn die in Aufstellung befindlichen sachlichen Teilregionalpläne bereits in einem ausreichend weit fortgeschrittenen Entwurfsstadium sind. Insofern bleibt zunächst wenigstens ein Entwurf des Regio-

nalplans (Sachthema Wind) abzuwarten, um die Belange vollumfänglich beurteilen zu können. Die gemeindliche Bauleitplanung ist daher derzeit sinnvoller Weise auszusetzen.

Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, dass alle gemeindlichen Bauleitplanungen, die während der Aufstellung der Teilregionalpläne Wind begonnen oder weitergeführt werden, eng mit der Landesplanungsbehörde hinsichtlich der Vereinbarkeit mit den in Aufstellung befindlichen Zielen der Raumordnung abgestimmt werden sollten.

Im Übrigen weise ich auf die Stellungnahme des Kreises Rendsburg-Eckernförde vom 15.02.2016 hin.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. Möller', with a stylized, cursive script.

Daniel Möller

AG-29

Arbeitsgemeinschaft der anerkannten Naturschutzverbände in Schleswig-Holstein

Landesnatschutzverband - AG Geobotanik - Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft

Landesangelverband - Landesjagdverband - Schleswig-Holsteinischer Heimatbund

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald - Schutzstation Wattenmeer - Verein Jordsand

Tel.: 0431/93027, Fax: 0431/92047, eMail: AG-29@lnv-sh.de, Internet: www.LNV-SH.de

AG-29, Burgstraße 4, D-24103 Kiel

GR ZWO

Planungsbüro für Stadt und Region

Ballastbrücke 12

24937 Flensburg

Ihr Zeichen / vom

.-. / 28.11.2024

Unser Zeichen / vom

Pes 1288_1289 / 2024

Kiel, den 09. Januar 2025

Gemeinde Bredenk

Bebauungsplan Nr. 13 „Windpark Bredenk / Kronsburg“ / 9. Änderung des Flächennutzungsplanes

Erneute Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gemäß § 4a i. V. m. § 4 Abs. 2 BauGB

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank für die Bereitstellung der Unterlagen zu vorstehend genannter Planung.

Die in der AG-29 zusammengeschlossenen Naturschutzverbände nehmen wie folgt Stellung.

1

Es gab in den vergangenen Jahren im Raum Emkendorf immer wieder einzelne übersommernde Schrei- und Schlangennadler sowie Schwarzstörche, zumindest der Schreiadler hatte wiederholt ein Sommerrevier im Emkendorfer Holz. Der Raum Emkendorf bis Wildes Moor hat (noch) Potenzial für die genannten Arten.

2

Der geplante Windpark liegt im Randbereich des großen Heimzugweges Eidermündung Richtung Probstei, dies gilt insbesondere für die arktischen Wat- und Wasservögel. Gerade im Monat Mai werden hier bedeutende Schwärme insbesondere von Weißwangengänsen gesichtet. Andere Arten nutzen den Zugweg ebenfalls.

Die Darstellung auf S. 53, Begründung Umweltbericht Teil II

"Besondere Landschaftsstrukturen, die als Leitlinie des Vogelzuges dienen könnten, sind innerhalb des Bereiches der WEA-Planung nicht vorhanden. Es ist daher nicht wahrscheinlich, dass sich der Vogelzug über dieser küstenfernen Fläche derart konzentriert, dass es regelmäßig zu starken Zugereignissen kommt."

ist somit u. E. nicht korrekt.

Es wird von einem regelmäßigen, starken Zug der o. g. arktischen Brutvögel nachts und tags mindestens auf dem Heimzug ausgegangen (z. B. Ringelgans, Weißwangengans, Pfeifente, Spießente, Krickente, Eiderente, Trauerente, Brachvogel, Regenbrachvogel, Pfuhlschnepfe, Kiebitzregenpfeifer, Knut, Alpenstrandläufer, Zwergmöwe, Lachmöwe, Sturmmöwe, Trauerseeschwalbe).

Hier sind u. E. umfangreiche avifaunistische Erfassungen erforderlich.

Freundliche Grüße
im Auftrag

gez. Achim Peschken

Landesamt für Landwirtschaft und nachhaltige Landentwicklung
Untere Forstbehörde | Memellandstraße 15 | 24537 Neumünster

Dezernat 33 - Untere Forstbehörde

GRZWO
Planungsbüro für Stadt und Region
Frau Camilla Grätsch
Ballastbrücke 12
24937 Flensburg

nur per E-Mail an: c.graetsch@grzwo.de

Ihr Zeichen:

Ihre Nachricht vom: 28.11.24

Mein Zeichen: 741-634/2023-14261/2023-UV-
142339/2023

Meine Nachricht vom:

Tanja Wagenknecht

Tanja.Wagenknecht@lnl.landsh.de

Telefon: +49-4321-5592-205

Telefax: +49-4321-5592-290

09.01.2025

Gemeinde Bredenebek

B-Plan Nr. 13 "Windpark Bredenebek/Kronsburg" und 9. Änderung F-Plan

- erneute Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gem. § 4a i.V.m. §4 (2) BauGB

hier: Stellungnahme der unteren Forstbehörde

Sehr geehrte Damen und Herren,

gemäß § 24 Landeswaldgesetz (LWaldG) ist für bauliche Anlagen ein Abstand von mindestens 30 m zum Wald (Waldabstand) einzuhalten.

Im Falle einer Windenergieanlage (WEA) endet die bauliche Anlage laut aktueller Regelung an der Rotor spitze, d.h. von dort werden die 30 m Waldabstand gemessen. Vom Fuß der Anlage sind demnach der Rotorradius plus 30 m Abstand zum Wald einzuhalten.

Außerdem ist die Umwandlung von Wald zur Errichtung von Windenergieanlagen mit einer Höhe von mehr als 10m unzulässig (§9 (3) letzter Satz LWaldG). Die Aufstellung jeder WEA ist demnach so zu planen und durchzuführen, dass kein Wald in Anspruch genommen wird.

In den o.g. Planungen werden die forstbehördlichen Belange berücksichtigt bzw. sind sie durch die Planungen nicht berührt und es bestehen aktuell keine Bedenken.

Mit freundlichen Grüßen

gez. Tanja Wagenknecht

**Gemeinde Bredenbek B-Plan Nr. 13 "Windpark Bredenbek/Kronsborg"/9. Änderung F-Plan -
erneute Beteiligung der Behörden/TÖB / Abstimmung mit den Nachbargemeinden**

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich nehme Bezug auf die mir vom Amt Eiderkanal, Frau Jannika Stieber, übersandte Anfrage zur Abgabe einer Stellungnahme. Die Gemeinde Haßmoor nimmt hier wie folgt Stellung:

1. Bereits am 09.10.2014 hat die Gemeindevertretung einstimmig betreffend den Windpark Bredenbek folgenden Beschluss gefasst:

Die Gemeindevertretung beschließt, im Rahmen künftiger Stellungnahmen im Bauleitverfahren für den Windpark in Bredenbek auch weiterhin eine Reduzierung der Höhe der Windkraftanlagen zu fordern, um Beeinträchtigungen durch die Windkraftanlagen für ihre Bürger möglichst gering zu halten. Bei Bedarf soll eine zusätzliche Sitzung zu diesem Thema einberufen werden.

Auf diesen, nach wie vor geltenden Beschluss - welchen ich als Anlage beifüge -, weise ich hin.

2. Gleichwohl nehmen wir Bezug auf die von uns abgegebene gemeindliche Stellungnahme vom 21.11.2019 und wiederhole die dortige nach wie vor geltende Argumentation.

3. Bei der Gemeinde Haßmoor handelt es sich um eine geschlossene Ortschaft. Der Abstand zu einer WKA muss somit zwingend 1.000 m betragen. Wir bitten um Prüfung, ob dies bei allen geplanten WKA der Fall ist.

4. Anliegend überreichen wir ein Havariegutachten welches die SL Naturenergie in Auftrag gegeben hat. Dieses ist bei den vorliegenden Abständen der WKA zu den Häusern und Gebäuden der Gemeinde Haßmoor nicht berücksichtigt worden. In der Genehmigung ist auch nicht die Gefährdung der Nachbarschaft bei einem Brand (cancerogene Stoffe in der Atemluft) berücksichtigt worden.

5. Weiterhin gibt es ein Gutachten des Fraunhofer Instituts (Niels Ludwig) über den Kunststoffabrieb (Mikroplastik) der Flügel von WKA.
Hier müssen die neuen Erkenntnisse zwingend berücksichtigt und bewertet werden.

Die Gemeinde Haßmoor legt somit Einspruch gegen die Änderung des geplanten F-Plans für den Windpark in Bredenbek ein und bittet um Prüfung sowie Bewertung der o.a. Punkte.

Für Rückfragen stehe ich gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Sylvia Ullrich

Haßmoor
- Bürgermeisterin -

Beglaubigter Auszug

aus der Niederschrift der öffentlichen Sitzung der Gemeindevertretung
(Gemeinde Haßmoor) am Dienstag, 9. September 2014, im Feuerwehrgerätehaus,
Hauptstr. 41, 24790 Haßmoor

TOP 7. Sachstandsbericht über den geplanten Windpark in der Gemeinde Bredenbek und ggf. Beratung und Beschlussfassung über das weitere Vorgehen

Beschlussfähigkeit:

Gesetzliche Mitgliederzahl:
9

davon anwesend:
9

Es wird mitgeteilt, dass sich eine Bürgerinitiative aufgrund der Nähe zum Windpark und Höhe der Anlagen gebildet hat. Durch Einreichen eines Bürgerbegehrens soll eine Reduzierung der Höhe auf 120 m und eine Entfernung zum Windpark von mehr als 650 m erzielt werden. Der Bürgerentscheid wird am 30.11.2014 stattfinden. Im Anschluss wird die Gemeindevertretung Bredenbek weitere Beschlüsse fassen.

Beschluss:

Die Gemeindevertretung beschließt, im Rahmen künftiger Stellungnahmen im Bauleitverfahren für den Windpark in Bredenbek auch weiterhin eine Reduzierung der Höhe der Windkraftanlagen zu fordern, um Beeinträchtigungen durch die Windkraftanlagen für ihre Bürger möglichst gering zu halten. Bei Bedarf soll eine zusätzliche Sitzung zu diesem Thema einberufen werden.

Abstimmungsergebnis:

9 Ja-Stimmen, 0 Gegenstimmen, 0 Stimmenthaltungen, 0 befangen

Die Richtigkeit des Auszuges und der Angaben über Beschlussfähigkeit und Abstimmung werden beglaubigt. Gleichzeitig wird bescheinigt, dass zur Sitzung unter Mitteilung der Tagesordnung rechtzeitig und ordnungsgemäß eingeladen worden ist.

Das Gremium war beschlussfähig.

Osterrönfeld, 09.10.2014

Im Auftrage:

Melanie John

auf den Koppeln im Gebiet 114/117 (Naturpark Westensee) laufen Pferde, z.T. wertvolle Zuchtperde. Durch die Autobahn A7 besteht bereits eine Beeinträchtigung meines Grundstückes. Eine zusätzliche Beeinträchtigung durch Windkraftanlagen ist nicht akzeptabel. Sollte es zu einer weiteren Ausweisung der Flächen PR2_RDE_114 und PR2_RDE_117 als Vorrangflächen für Windkraftanlagen kommen, wäre die Initiierung oder Unterstützung einer Normenkontrollklage für mich eine unausweichliche Konsequenz.	
Institution: Amt Eiderkanal, FB3 -Abteilung Bauen und Umwelt- ID: 1403, Datum: 12.03.2020 Im öffentlichen Bereich anzeigen: Nein Dokument: Gesamtstellungnahme Kapitel: Angehängte Dateien	
Stellungnahme	Begründung
Sehr geehrte Damen und Herren, im Namen der amtsangehörigen Gemeinden Osterrönfeld, Ostenfeld, Schülldorf und Haßmoor übersende ich Ihnen die gemeinsame Stellungnahme zur Neuausrichtung der Windenergieplanung in Schleswig-Holstein, 3. Entwurf der Pläne. Das Original erhalten Sie umgehend per Post. Die Stellungnahme wurde zudem parallel per E-Mail eingereicht. Sollten einzelne Anlagen aufgrund einer geringen Datengröße nicht ausreichend lesbar sein, bitte ich um entsprechende Nachricht, um Dateien ggf. nachzusenden. Bei Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung. Mit freundlichen Grüßen Im Auftrag	<i>Die Stellungnahme ist, abgesehen von den Anhängen zur Vogelbeobachtung, identisch mit derjenigen zum zweiten Planentwurf. Bewertet werden daher hier nur die neuen Aspekte. Hinsichtlich der identischen Aspekte wird auf die Synopse zum zweiten Planentwurf verwiesen (siehe dort ID 1179).</i> Der in der Stellungnahme erwähnte Weißstorch Horst bei Schülldorf-Buhrhorst besteht seit mehreren Jahren. Da hier bisher allerdings nur Durchzügler oder einzelne kurzzeitige Horstbesucher festgestellt werden konnten, gilt dieser Horst nicht als Lebensstätte im rechtlichen wie tatsächlichen Sinne. Dieser Horst ist daher weder auf der Ebene der Regionalplanung noch auf der Ebene der Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Bestätigt wurde hingegen ein weiterer Horst im Ortsteil Schülldorf-Ohe. Dieser wurde vor zwei Jahren errichtet und ist in diesem Jahr mit einem aktuell brütenden Storchenpaar besetzt. Die beiden Vorranggebiete

■■■■■ ■■■■ ■■■■ ■■■■ ■■■■ Amt Eiderkanal FB III Bauen und Umwelt Schulstraße 36 24783 Osterrönfeld Rendsburg-Eckernförde wurde über diese Stellungnahme benachrichtigt. Neuausrichtung der Windenergieplanung in Schleswig-Holstein, 3. Entwurf der Teil-Regionalpläne Sachthema "Windenergie" und Fortschreibung des Windkapitals im Landesentwicklungsplan 2010 des Landes Schleswig-Holstein für die Planungsräume I bis III Abgabe einer gemeindlichen Stellungnahme Sehr geehrte Damen und Herren, ich beziehe mich auf die aktuelle Neuausrichtung der Windenergieplanung in Schleswig-Holstein sowie die damit im Betreff genannten verbunden Maßnahmen und reiche hiermit - form- und fristgerecht die gemeinsame Rückmeldung der Gemeinden Haßmoor, Ostenfeld, Osterrönfeld und Schülldorf ein. Bereits in der zweiten Beteiligungsphasen haben die vorstehenden Gemeinden mit Datum vom 21.11.2018 eine Stellungnahme abgegeben. Im Rahmen des aktuellen Beteiligungsverfahrens wird die bisherige Stellungnahme erneut angeführt, um die bisherige Position samt den zugehörigen Informationen zu bestätigen. Ergänzt werden die Unterlagen durch aktuelle Hinweise zu Vogelsichtungen Die Stellungnahme wird fristgerecht parallel über das Online-Beteiligungsportal ,BOB-SH Landesplanung abgegeben. Der Kreis Rendsburg-Eckernförde erhält eine Durchschrift der anliegenden Stellungnahme. Ich gehe in diesem Zusammenhang davon aus, dass die Belange und Ergebnisse aus der o. g. Stellungnahme im weiteren Verfahren berücksichtigt und die Gemeinden Haßmoor,	PR2_RDE_067 und PR2_RDE_068 werden aber vom potentiellen Beeinträchtigungsbereich des Horstes nicht berührt. Insofern hat dieser Horst auf Ebene der Regionalplanung keine weiteren Auswirkungen. Die Stellungnahme enthält zudem Anregungen bzw. Kritik zu den allgemeinen Auswirkungen der Windenergieanlagen sowie der Planung auf die verschiedenen Schutzgüter. Die Erwiderung hierzu erfolgt im allgemeinen Teil der Synopse.
---	---

Ostenfeld, Osterrönnfeld und Schüllldorf über das Amt Eiderkanal bei den weiteren Verfahrensschritten beteiligt werden. Weiterhin erbitte ich um Benachrichtigung des Abwägungsergebnisses. Bei Fragen steht Ihnen [REDACTED] [REDACTED] unter den im Briefkopf genannten Kontaktdaten gerne zur Verfügung. [Anhang Prüfung / Stellungnahme der Gemeinden Haßmoor, Ostenfeld, Osterrönnfeld und Schüllldorf vom 21.11.2018 im Originaldokument ab Seite 3 enthalten] [Anhang Anlagen 1 bis 23 zur Prüfung / Stellungnahme der der Gemeinden Haßmoor, Ostenfeld, Osterrönnfeld und Schüllldorf vom 21.11.2018 im Originaldokument ab Seite 5 (Zusammenstellung der ergänzenden Vogelsichtungen Seite 95 - 132) enthalten]	
Öffentlichkeit: Bürger ID: M1746, Datum: 12.03.2020 Im öffentlichen Bereich anzeigen: Nein Dokument: Gesamtstellungnahme Kapitel:	
Stellungnahme	Begründung
Ministerium für Inneres, ländliche Räume und Integration des Landes S-H Abt.Landesplanung und ländliche Räume Düsternbrooker Weg 92 24105 Kiel Vorranggebiet PR2_RDE_074	Die Stellungnahme wird zur Kenntnis genommen. Im Ordnungsraum Kiel soll sich die siedlungsmäßige und wirtschaftliche Entwicklung im Wesentlichen auf den Siedlungsachsen vollziehen. Eine bauliche Entwicklung soll nicht über den äußeren Rand der Achsenabgrenzungen hinausgehen. Die Gemeinde Flintbek liegt auf der Siedlungsachse Kiel-Molfsee-Flintbek-Bordesholm. Die Siedlungsentwicklung der Gemeinde Flintbek ist entsprechend ihrer zentralörtlichen Funktion als Stadtrandkern II. Ordnung geprüft worden. Das Vorranggebiet PR2_RDE_074 hält ausreichende Abstände zu den im Regionalplan festgelegten Siedlungsachsen ein. Darüber hinaus wäre aufgrund der Lage und Größe des Vorranggebietes eine weitere

Hannover – Leipzig

Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH

Heiligengeiststraße 19
30173 Hannover

Leibnizstraße 25
04105 Leipzig

mail@veenkerghmbh.de
www.veenkerghmbh.de

Gutachten

Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten Bestimmung von Mindestabständen

Dieses Dokument ersetzt das Gutachten
Nr. 97111, Revision 07

Auftraggeber: Siehe Seite 2

Projekt: 77919

Datum: 15.12.2020

Ausgabe: 12/2020

Vereidigter Sachverständiger
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich

Amtsgericht Hannover
HRB 57 606
USt-IdNr.: DE 198 708 104

Geschäftsführer
Jörg Himmerich

Auftraggeber

SL Naturenergie GmbH

Bundesverband WindEnergie e. V.

DGMK e. V.

GASCADE Gastransport GmbH

ONTRAS Gastransport GmbH

Thyssengas GmbH

ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Neptune Energy Deutschland GmbH

Vermilion Energy Germany GmbH & Co. KG

Wintershall Dea Deutschland GmbH

Enercon GmbH

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	13
2. Vorgang	14
3. Unterlagen	17
3.1 Vorwort	17
3.2 Vorschriften	17
3.3 Schadensstatistiken	19
3.4 Literatur	20
4. Grundlagen	23
4.1 Allgemeine Bemerkungen zu Errichtung und Betrieb von Windenergieanlagen	23
4.2 Nachweisform	24
4.3 Sicherheitsrelevante Versagensszenarien	27
4.3.1 Grundsätzliche Bemerkungen	27
4.3.2 Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon	27
4.3.3 Abwurf und Fall von Eisfragmenten	28
4.3.4 Abwurf des Maschinenhauses	28
4.4 Schadensszenarien	28
4.4.1 Grundsätzliche Bemerkungen	28
4.4.2 Eingeeerdete Schutzobjekte	29
4.4.3 Oberirdische Schutzobjekte	30

4.5	Definition von Grenzwerten	31
4.6	Berücksichtigung von Windparks	32
4.6.1	Angaben zu Windparks	32
4.6.2	Berechnung bei punktförmigen Schutzobjekten	33
4.6.3	Berechnung bei Leitungen	33
5.	Eintrittswahrscheinlichkeit der Versagensszenarien	35
5.1	Allgemeine Bemerkungen	35
5.2	Auswertung für den Rotorblattabwurf	37
5.2.1	Bewertung der Daten	37
5.2.2	Anzahl der Ereignisse	37
5.2.3	Angaben zu Trummgrößen	38
5.2.4	Windgeschwindigkeit im Schadensfall	39
5.3	Auswertung für Eiswurf	39
5.4	Auswertung für den Abwurf des Maschinenhauses	41
5.5	Abschließende Festlegungen	41
5.5.1	Zusammenstellung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	41
5.5.2	Bewertung des Datenmaterials	42
5.5.3	Vergleich mit anderen Richtlinien	42
5.5.4	Zeitliche Entwicklung der Versagenswahrscheinlichkeit	43
6.	Gefährdung durch Rotorblattabwurf	44
6.1	Darstellung der Beanspruchung	44

6.2	Berechnungsgrundlagen	44
6.2.1	Ermittlung der Wurfbahn	44
6.2.2	Angaben zum Luftwiderstand	45
6.2.3	Bewegungskomponente in Windrichtung	46
6.2.4	Bewegungskomponenten senkrecht zur Windrichtung	47
6.2.5	Statistische Auswertung der Wurfweiten	47
6.3	Ergänzende Bemerkungen	48
6.3.1	Überdrehzahl	48
6.3.2	Maßgebliche Windgeschwindigkeiten	48
6.3.3	Sturmbabregelung	49
6.3.4	Eindringen eines abgeworfenen Rotorblattes in den Boden	49
6.3.5	Maßgebende Fläche oberirdischer Anlagen	50
6.3.6	Gefährdung von großformatigen Rohren	51
6.4	Ergebnisse	51
7.	Gefährdung durch Abwurf von Eisfragmenten	53
7.1	Darstellung der Gefährdung	53
7.2	Angaben zur Berechnung	53
8.	Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	55
8.1	Darstellung der Beanspruchung	55
8.2	Aufprallstelle des Maschinenhauses	55
8.2.1	Theoretische Grundlagen der Wurfparabel	55

8.2.2	Probabilistische Betrachtungen	56
8.2.3	Ergebnisse	56
8.3	Aufprallstelle abstehender Rotorblätter	56
8.3.1	Grundlagen der Berechnung	56
8.3.2	Probabilistische Betrachtungen für eingeeordnetes Schutzobjekt	57
8.3.3	Ergebnisse	58
8.4	Dynamische Beanspruchung infolge Aufprallenergie	58
8.4.1	Theoretische Grundlagen	58
8.4.2	Ergebnisse	59
8.4.3	Probabilistische Bewertung	60
9.	Ermittlung von Mindestabständen	61
9.1	Bewertung der Gefährdung	61
9.2	Darstellung der Ergebnisse	61
9.2.1	Definition von Klassen der Windenergieanlagen	61
9.2.2	Ergänzende Bemerkungen	62
9.2.3	Plausibilitätsprüfung der Mindestabstände	62
9.3	Allgemeine Anwendungshinweise	63
10.	Bewertung der Schutzobjekte für das Medium Erdgas	65
10.1	Allgemeines	65
10.2	Festlegung von Grenzwerten	65
10.3	Mindestabstände für eingeeordnete Schutzobjekte	67

10.4	Mindestabstände für oberirdische Schutzobjekte	68
10.5	Ergänzende Bemerkungen	69
11.	Bewertung der Schutzobjekte für das Medium Mineralöl	70
11.1	Allgemeines	70
11.2	Festlegung von Grenzwerten	70
11.3	Mindestabstände für eingeardete Leitungen	72
11.4	Mindestabstände für oberirdische Anlagen	73
11.5	Ergänzende Bemerkungen	73
12.	Bewertung für die E&P-Industrie	74
12.1	Allgemeines	74
12.2	Festlegung von Grenzwerten	74
12.2.1	Grenzwerte für das Medium Süßgas	74
12.2.2	Grenzwerte für das Medium Sauer gas	75
12.2.3	Grenzwerte für das Medium Erdöl	76
12.3	Mindestabstände für eingeardete Leitungen	76
12.4	Mindestabstände für oberirdische Anlagen	77
12.5	Bewertung der Ergebnisse	78
13.	Bewertung für Kavernen	80
13.1	Allgemeines	80
13.2	Festlegung von Grenzwerten	80
13.3	Mindestabstände für oberirdische Anlagen	81

13.4	Ergänzende Bemerkungen	82
14.	Bewertung für Biogasanlagen	83
14.1	Allgemeines	83
14.2	Festlegung von Grenzwerten	83
14.3	Mindestabstände für Biogasanlagen	83
14.4	Ergänzende Bemerkungen	84
15.	Bewertung für Verkehrswege	86
15.1	Darstellung der Gefährdung	86
15.2	Festlegung von Grenzwerten	86
15.3	Ermittlung von Mindestabständen	87
15.3.1	Straßen geringer Ordnung	87
15.3.2	Bahnstrecken	87
15.4	Ergänzende Bemerkungen	88
16.	Bewertung für Stellplätze	90
16.1	Darstellung der Gefährdung	90
16.2	Festlegung von Grenzwerten	90
16.3	Ermittlung der Mindestabstände	90
17.	Überschreitung der Mindestabstände	91
17.1	Allgemeine Bemerkungen	91
17.2	Verdichtung des Überwachungsrythmus	92
17.3	Drosselung der WEA	93

17.4	Abdeckung eingerdeter Schutzobjekte	93
17.5	Einhausung oberirdischer Schutzobjekte	94

Anlagenverzeichnis

A 1	Projektstruktur
A 2	Sicherheitskonzepte
A 3	Versagensszenarien
A 4	Eintrittswahrscheinlichkeit der Versagensszenarien – mechanische Bauteile
A 5	Eintrittswahrscheinlichkeit der Versagensszenarien – Eiswurf
A 6	Ergänzende Untersuchungen zum Rotorblattabwurf
A 7	Geometrie des Rotorblattabwurfs
A 8	Kenngrößen zur Berechnung der Wurfbahn
A 9	Eintrittswahrscheinlichkeit für Aufprallstellen beim Abwurf rotierender Teile
A 10	Geometrie für Abwurf des Maschinenhauses
A 11	Gefährdungsbereiche infolge Abwurfs des Maschinenhauses
A 12	Gefährdung infolge Turmbruchs
A 13	Beanspruchung von Großrohren
A 14	Zusammenstellung der berücksichtigten WEA – Klassifizierung
A 15	Mindestabstände zu Anlagen von Ferngasleitungen
A 16	Mindestabstände zu Anlagen von Mineralölfernleitungen
A 17	Mindestabstände zu Anlagen der E&P-Industrie – Medium Süßgas
A 18	Mindestabstände zu Anlagen der E&P-Industrie – Medium Sauer gas
A 19	Mindestabstände zu Anlagen der E&P-Industrie – Medium Erdöl
A 20	Mindestabstände zu Kavernenanlagen

A 21	Mindestabstände zu Biogasanlagen
A 22	Mindestabstände zu Straßen geringer Ordnung
A 23	Mindestabstände zu Bahnstrecken
A 24	Mindestabstände zu Stellplätzen
A 25	Unbedenklichkeitsgrenze

Revisionsindex

Rev.	Datum	Bear- beitung	Position Pro- jektstruktur	Bearbeitete Kapitel	Bemerkung
00	06.03.2012	Ju	-	-	Erstfassung
01	18.09.2012	Ju	01 bis 14	4, 5, 7 neu, 8 neu, 9 neu, 10 bis 18	Überarbeitung Versa- gensszenarien, Bewer- tung einzelne Schutzob- jekte
02	10.01.2013	Ju	01 bis 14	4, 5, 7 neu, 8 neu, 9 ent- fällt, 10 bis 17	Überarbeitung Versa- gensszenarien, Bewer- tung einzelner Schutzob- jekte mit angepassten Ansätzen
03	26.06.2013	Ju	01 bis 14	10	Einführung von Lei- tungsklassen bei Fern- gasleitungen
04	29.11.2013	Ju	01 bis 14	3 bis 18	Einarbeitung Rückmel- dung aus dem Projekt- gremium
05	29.09.2014	Ju	01, 06, 12	4.6, 14.3	Kleines Schutzobjekt in Windparks, Aufenthalts- dauer auf Biogasanlagen
06	09.12.2014	Ju	03, 07, 13	6.3, 10, 15, 17	Großrohre für Fernlei- tungen, Besetzungsgrad von Fahrzeugen
07	11.12.2014	Ju	03	A 13	Redaktionelle Korrektur
08	16.09.2016	Ju	02 bis 14	9, 12.5 A 15 ff.	Prinzip zur Angabe der Mindestabstände Korrektur der Mindest- abstände für E&P- Industrie, Bohrung Öl sowie Einzelbauwerke
09	15.12.2020	SDa	k. A.	Sämtliche Kapitel	Siehe Revisionsbeschreibung

G:\2019\77919\07_Bericht\03_Gutachte
n\Rev.09\Ga_A_R09.docx

77919

Ausgabe 12/2020

Seite 11

Revisionsbeschreibung Rev. 09

Nachfolgend werden die signifikanten Änderungen des vorliegenden Gutachtens in der Revision 07 durch die neuen Festlegungen in der Revision 09 beschrieben.

1. Berücksichtigung weiterer Windenergieanlagentypen:
Es sind 72 weitere - und somit insgesamt 216 - Windenergieanlagentypen berücksichtigt worden.
2. Neue Klasseneinteilung der Windenergieanlagentypen:
Die Windenergieanlagentypen sind in 5 Klassen und 6 Nabenhöhenintervalle eingeteilt. Die Klassen 1 bis 3 sind gegenüber der vorhergehenden Revision unverändert. Bei der Klasse 4 sind Obergrenzen eingeführt, wodurch einige Windenergieanlagentypen nun in Klasse 5 eingruppiert wurden. Es ist ein weiteres Nabenhöhenintervall eingeführt worden.
3. Normierung des Grenzwertes:
Es erfolgte eine Normierung (Anpassung) des Grenzwertes auf die tatsächlich gefährdete Länge bzw. Fläche eines Schutzobjektes. Sofern der gefährdete Bereich bei linienförmigen Objekten kleiner als 1.000 m respektive bei flächigen Objekten kleiner als 3.000 m² ist, erhöht sich der Grenzwert. Im arithmetischen Mittel entspricht der Grenzwert des gefährdeten und nicht gefährdeten Bereiches dem Grenzwert für 1.000 m. Ist der gefährdete Bereich größer als 1.000 m respektive 3.000 m², verringert sich der Grenzwert des tatsächlich gefährdeten Bereiches entsprechend.
4. Schutzobjekte:
Deichanlagen, Einzelbauwerke und landwirtschaftliche Produktionsstätten sind im vorliegenden Gutachten nicht mehr behandelt.
5. Gefährdungsbereich infolge Abwurfs eines Maschinenhauses:
Anpassung des Sicherheitszuschlages bei Ermittlung von Gefährdungsbereichen durch abstehende Rotorblätter beim Abwurf eines Maschinenhauses.

1. Zusammenfassung

Zur Nutzung regenerativer Energiequellen werden zurzeit Windenergieanlagen mit Nabenhöhe bis zu 170 m und Rotordurchmessern bis zu 160 m errichtet. Die Errichtung dieser Windenergieanlagen erfolgt in der Regel auf Geländen, die auch anderer Nutzung dienen. So ist es nicht auszuschließen, dass sich der Standort einer Windenergieanlage in der Nähe von sicherheitsrelevanten Schutzobjekten befindet.

Im vorliegenden Gutachten werden Mindestabstände zwischen Windenergieanlagen und bestimmten sicherheitsrelevanten Schutzobjekten ermittelt. Zu diesen gehören Einrichtungen der Gas- und Mineralölindustrie und Verkehrswege. Die Mindestabstände sind angegeben in den Anlagen A 15 ff.

Als Gefährdungspotenziale von sich im Betrieb befindenden Windenergieanlagen werden der Abwurf eines Rotorblattes oder Teilen davon, der Abwurf und der Fall von Eisfragmenten, der Abwurf des gesamten Maschinenhauses samt der abstehenden Rotorblätter sowie der Turmbruch betrachtet. Diese Gefährdungspotenziale werden probabilistisch bewertet. Der Abstand zwischen einer Windenergieanlage und einem Schutzobjekt wird iterativ verringert, bis ein zuvor definierter Grenzwert erreicht wird.

Die errechneten Mindestabstände gelten für eine allgemeine Anwendung und liegen auf der sicheren Seite. Bei einem Nachweis im Einzelfall können sich geringere Abstände ergeben. Sollte im Einzelfall auch dieser Abstand nicht reichen, kann mit den in Kapitel 17 beschriebenen Sicherungsmaßnahmen dennoch ein sicherer Zustand erreicht werden.

Die vorliegenden Untersuchungen basieren auf sicherheitsrelevanten Betrachtungen. Andere Abstände können sich aus schallemissions- oder optischen Gründen (Lichtschattenwurf) ergeben.

Dipl.-Ing. A. Junge

Revisioniert: M. Eng. Stanislav Daschevski

G:\2019\77919\07_Bericht\03_Gutachten\Rev.09\Ga_A_R09.docx

77919

Ausgabe 12/2020

Seite 13

2. Vorgang

Zur Nutzung regenerativer Energiequellen werden zurzeit Windenergieanlagen (WEA) mit Nabenhöhen von bis zu 170 m und Rotordurchmessern von bis zu 160 m errichtet. In der Umgebung von Windenergieanlagen befinden sich vielfach Nutzungen, die durch die WEA einer Gefährdung ausgesetzt sein können (Schutzobjekte). Zu diesen Schutzobjekten gehören einerseits Einrichtungen anderer Energieversorgungsunternehmen und andererseits Verkehrswege und ähnliche Einrichtungen.

Grundsätzlich geht vom ordnungsgemäßen Betrieb der WEA keine Gefahr aus. Allerdings sind bei WEA, wie bei jeder technischen Anlage, Gefährdungen nicht auszuschließen. Ist der Abstand zwischen einer sich im Betrieb befindenden WEA und einem Schutzobjekt gering, so kann sich eine Gefährdung des Schutzobjektes ergeben. Diese Gefährdung ist durch die folgenden Schadensszenarien beschrieben:

- Abwurf eines Rotorblattes oder Teilen davon,
- Abwurf und Fall von Eisfragmenten,
- Abwurf des gesamten Maschinenhauses,
- Umkippen des gesamten Turmes.

Zur Verringerung dieser Gefährdungspotenziale sind in der Regel Mindestabstände zwischen einer WEA und dem Schutzobjekt einzuhalten. Die Definition dieser Mindestabstände erfolgt unter anderem aus sicherheitstechnischen Überlegungen. Ziel ist hierbei die Begrenzung des technischen Risikos auf ein Maß, welches für sich im Umkreis befindliche Personen oder für die Umwelt verträglich ist.

Derartige Untersuchungen lassen sich im Einzelfall lösen. Diese Verfahrensweise führt jedoch in der Planung eines konkreten Projektes zu Verzögerungen. Mit dem Ziel einer besseren Planungssicherheit werden im vorliegenden Gutachten Mindestabstände ermittelt, bei deren Einhaltung auf eine Einzelfallprüfung verzichtet werden kann. Diese sollten in tabellarischer Form für unterschiedliche Typen von WEA und diverse Schutzobjekte angegeben werden.

In Deutschland sind für einige Schutzobjekte Mindestabstände auf Länderebene innerhalb von „Windenergieerlassen“ geregelt. Als Schutzobjekte werden dort z. B. Bebauung, Verkehrswege etc. betrachtet. Andere, im vorliegenden Gutachten betrachtete Schutzobjekte sind durch diese Vorgaben nicht berücksichtigt. Die Mindestabstandsregelungen der Windenergieerlasse werden nur in seltenen Fällen mit der Sicherheit von Personen begründet. Zur Klärung dieser Fragestellung sowie zur Betrachtung nicht erfasster Schutzobjekte wurde von den Institutionen, die mit dieser Thematik befasst sind, die Erstellung eines grundlegenden Gutachtens angeregt. Die Erstellung dieses Gutachtens erfolgt unter der Federführung der Enercon GmbH.

Im Zeitraum 2004 bis 2014 wurden derartige Gutachten zur Ermittlung von Mindestabständen zwischen WEA und ausgewählten Schutzobjekten erstellt (Unterlagen U 58 und U 59). Aufgrund der technischen Entwicklung der WEA in Richtung größerer Nennleistung, höherer Nabenhöhen und größerer Rotordurchmesser wurden zunehmend Anlagen eingesetzt, die durch diese Gutachten nicht mehr abgedeckt waren. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Aktualisierung dieser Gutachten. Eine Aktualisierung dieser Gutachten ist darüber hinaus dadurch zu begründen, dass zwischenzeitlich die hier behandelte Fragestellung in der Genehmigungspraxis für weitere WEA-Typen gefordert wird.

Die hier untersuchten Schutzobjekte weisen hinsichtlich ihrer Integrität unterschiedliche Eigenschaften auf. Daher werden die Berechnungen in zwei Arbeitspakete aufgeteilt. Diese Projektstruktur ist in A 1 dargestellt. Im ersten Arbeitspaket werden allgemeingültig die von den WEA ausgehenden Gefährdungen untersucht. Im zweiten Arbeitspaket werden die durch die Gefährdungen hervorgerufenen Schäden an den Schutzobjekten untersucht und bewertet. Schnittstelle für die beiden Arbeitspakete ist der Aufprall eines Teiles der WEA auf dem Gelände oberhalb eines eingeerdeten Schutzobjektes bzw. dem Schutzobjekt selbst. Aus den Berechnungen des ersten Arbeitspaketes können Abstände errechnet werden, deren Überschreitung probabilistisch nicht relevant ist. Diese Abstände werden als Unbedenklichkeitsgrenze gekennzeichnet.

Die Arbeiten wurden durch ein Anmerkungen und Hinweise einbringendes Gremium begleitet. Die beteiligten Unternehmen des Gremiums sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Firma
Enercon GmbH
Bundesverband Windenergie e. V.
Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e. V. (BVEG)
ExxonMobil Production Deutschland GmbH
ONTRAS Gastransport GmbH
GASCADE Gastransport GmbH
Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches - DVGW
Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V.
Nord-West Oelleitung GmbH
astora GmbH & Co. KG
E.ON Gas Storage GmbH
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
EnviTec Biogas AG
Thyssengas GmbH
SL NaturEnergie GmbH

Tabelle 1: Projektgremium

Für die Anwendung werden die Ergebnisse in einem separaten Anwendungsdokument zusammengefasst. In diesem Anwendungsdokument werden die grundsätzlichen Parameter kurz beschrieben und die Abstandstabellen zusammengestellt.

3. Unterlagen

3.1 Vorwort

Es werden weiterhin die in Rev. 07 zitierten Unterlagen angezogen, da die dort aufgeführten Feststellungen auch in den jeweiligen neuen Revisionen weiterhin gültig sind.

3.2 Vorschriften

- | | |
|-----|--|
| U 1 | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), in der aktuell gültigen Fassung |
| U 2 | 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV), in der aktuell gültigen Fassung |
| U 3 | BBergG „Bundesberggesetz“, Ausfertigungsdatum 13.08.1980, in der aktuell gültigen Fassung |
| U 4 | BVOT „Bergverordnung für Tiefbohrungen, Tiefspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Land Niedersachsen (Tiefbohrverordnung-BVOT), Ausgabe vom 20.09.2006 |
| U 5 | RohrFLtgV: „Verordnung über Rohrfernleitungsanlagen (Rohrfernleitungsverordnung)“, in der aktuell gültigen Fassung |
| U 6 | GasHDrLtG: „Verordnung über Gashochdruckleitungen (Gashochdruckleitungsverordnung – GasHDrLtG)“, vom 18.05.2011 (BGBl.I, S. 928), in der aktuell gültigen Fassung |
| U 7 | StFV-ch: „Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV)“, die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft, in der aktuell gültigen Fassung |
| U 8 | Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) der Schweizerischen Eidgenossenschaft: „Richtlinien – Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV“, September 1996 |

- U 9 DIN EN 1990: „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010“, Ausgabe 12/2010, einschließlich nationalem Anhang

- U 10 DIN EN 1991-1-4: „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005+A1:2010+AC:2010“, Ausgabe 12/2010, einschließlich nationalem Anhang

- U 11 DIN EN 14161: „Erdöl- und Erdgasindustrie - Rohrleitungstransportsysteme (ISO 13623:2009 modifiziert); Deutsche Fassung 14161:2011“, Ausgabe 09/2011

- U 12 DIN EN 50126; VDE 0115-103:2000-03: „Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS); Deutsche Fassung EN 50126:1999, einschließlich Berichtigung 1:2006-09 und Berichtigung 2:2011-01“

- U 13 DIN EN 61400-1; VDE 0127-1:2011-08: „Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005+A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005+A1:2010“, Ausgabe 08/2011

- U 14 DIN EN ISO 16708: „Erdöl- und Erdgasindustrie - Rohrleitungstransportsysteme – Zuverlässigkeitsanalysen (ISO 16708:2006); englische Fassung EN 16708:2006“, Ausgabe 08/2006

- U 15 GL IV-Teil 1: „Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Ausgabe 1999

- U 16 GL IV-Teil 1: „Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Ausgabe 2003

- U 17 GL IV-Teil 1: „Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Ausgabe 2010

- U 18 DIBt: „Richtlinie für Windenergieanlagen“, Fassung 1993, Ausgabe 08/1995

- U 19 DIBt: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung 2004

- U 20 DIBt: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung 2012
- U 21 Technische Regel: „Werkstoffleitfaden für schwefelwasserstoff-beaufschlagte Systeme“, WEG Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e. V., Ausgabe 05/2008
- U 22 PGS3: „Guidelines for quantitative risk assessment / CPR 18E / Purple Book“, VROM, Ausgabe 12/2005
- U 23 TRFL: „Technische Regel für Rohrfernleitungen“, Ausgabe 03/2010
- U 24 DVGW-Arbeitsblatt G 463: „Gasleitungen aus Stahlrohren für mehr als 16 bar Betriebsdruck; Errichtung“, Ausgabe 12/2001
- U 25 RAS-Q: „Richtlinien für die Anlage von Straßen – Querschnitte“, Ausgabe 1996
- U 26 HSE: „Reducing risks, protecting people / HSE's decision-making process“, Health and Safety Executive, first published 2001

3.3 Schadensstatistiken

- U 27 Zusammenstellung von Unfällen im Zusammenhang mit Windkraftanlagen für den Zeitraum 1996 bis 2003, Internetrecherche, Bearbeitungsstand vom 25.09.2003
- U 28 ISET „Windenergiereport Deutschland 2008“; Herausgeber ISET, 2008
- U 29 Ribrant, J.; Bertling, L. M.: „Survey of failures in windpower systems with focus on Swedish windpower plants during 1997 and 2005“, IEEE Transactions on Energy Conversion, Volume 22, No. 1, March 2007, Pages 167 to 173
- U 30 Stenberg, A.; Holttinen, H.: „Analysing failure statistics of windturbines in Finland“, European Windenergy Conference and Exhibition 2010 (EWEC 2010), Warsaw Poland, 20th to 23rd April 2010

- U 31 Wilkinson, M. et al: „Methodology and results of the Reliawind reliability fields study“, European Windenergy Conference and Exhibition 2010 (EWEC 2010), Warsaw Poland, 20th to 23rd April 2010

- U 32 Technical Report: „Failure rates of Enercon wind turbines“, report no. DEWI-OCC-SO-0704-37, Revision 0, aufgestellt vom DEWI-OCC Offshore and Certification Center GmbH vom 02.05.2007

- U 33 EGIG: „8th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group“, 12/2011

- U 34 Davis, B. M., et al: „Performance of european cross-country oil pipelines / statistical summary of reported spillages in 2009 and since 1971“, Ausgabe 05/2011

- U 35 Gutachtliche Stellungnahme: „ENERCON Schadensdatenbank Jahre 2000 bis 2017“, erstellt durch WindGuard Certification GmbH am 20.04.2018, übergeben durch ENERCON am 25.07.2019

- U 36 Vernunftkraft – Bundesinitiative für vernünftige Energiepolitik, übergeben durch Nord-West Oelleitung GmbH am 22.07.2019

3.4 Literatur

- U 37 Gasch, R. (Herausgeber): „Windkraftanlagen; Grundlagen und Entwurf“, zweite, überarbeitete Auflage, Wiesbaden, Vieweg-Teubner, 6. Auflage 2010

- U 38 Rademakers L.; Braam H.; Brinkmann H.; Ham K.; Verheij F.; Cleijne H.; Folkerts L. (Autoren): „Handboek Risicozonering Windturbines, Versie 1.0“, Ausgabe 05/2002

- U 39 Lehmann, T.: „Elemente der Mechanik III: Kinetik“, Vieweg, 1977

- U 40 Wortmann, F. X.: „Wie weit kann das Blatt einer Windturbine fliegen?“, Institutsbericht 78-10 des Instituts für Aerodynamik und Gasdynamik der Universität Stuttgart, 09/1978

- U 41 J. C. Consultancy Ltd.: „Risk assessment for hazardous installations“, Publishes for the Commission for the European Communities by Pergamon Press, London, 1986
- U 42 Klaus, E. H.: „Pipeline Integrity“ in Lenz, J.: „Pipeline Integrity – uneingeschränkte Verfügbarkeit und unbegrenzte Nutzungsdauer von Rohrleitungen und Rohrnetzen?“, Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg, Band 16, Vulkan-Verlag Essen, 1999
- U 43 Röllecke, F.-J.: „Sicherheitsmaßnahmen bei der Förderung und Fortleitung von Sauergas“, in Erdöl Erdgas Kohle, 108. Jahrgang, Heft 6, Juli 1992
- U 44 Craig, P. D.: „Sour-Gas Design Consideration“, Richardson, TX, 1993
- U 45 WEG-Empfehlung: „Armaturenabstände und Alarmierungsstreifen an Sauergasleitungen“, Ausgabe 14.02.2001
- U 46 Zimmerman, T. J. E.; Chen, Q.; Pandey, M. D.: „Limit States and Reliability-based Pipeline Design“, C-FER Report No. 95027, submitted to PRC International
- U 47 Rist, D.: „Dynamik realer Gase: Grundlagen, Berechnungen und Daten für Thermogasdynamik, Strömungsmechanik und Gas-technik“, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, 1996
- U 48 Smith, D. J.: „Reliability, maintainability and risk“, Butterworth-Heinemann, 6th Edition, 2001
- U 49 Funk, K.: „Expertensystem für Lärm- und Erschütterungsprognosen beim Einbringen von Spundbohlen“, Dissertation, Universität Hannover, Curt-Risch-Institut für Dynamik, Schall- und Messtechnik, 1996
- U 50 Studer, J. A.; Koller, M. G.: „Bodendynamik“, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2. Auflage 1997
- U 51 Smoltczyk, U.: „Grundbautaschenbuch“, 3. Auflage, Teil 1, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, 1980

- U 52 Seiffert, H.; Westerhellweg, A.; Kröning, J.: „Risk analysis of ice throw from wind turbines“, BOREAS VI, 09.04.2003 – 11.04.2003, Byhä, Finnland

- U 53 Arnold, T.: „Risikoberechnungen bei Eisfall an WEA“, AWES 2011, 18. und 19.10.2011, St. Pölten, Österreich

- U 54 Schlussbericht: „Vereisung WEA St. Brais / Auswirkungen der Vereisung auf das Betriebsverhalten und Energieertrag von Windkraftanlagen im Jurabogen“, aufgestellt von Meteotest, Bern am 15.08.2011

- U 55 Tamelin, B.; Sääntti, K.: „Icing in Europe“, BOREAS IV, 31.03.1998 – 02.04.1998, Hetta, Finnland

- U 56 Report 1009-0061-005.R05/AJS: „Windturbines in the Noordoostpolder (Northeast polder)“, aufgestellt von Fugro Engineering B.V. vom 14.04.2011

- U 57 Kemmler, J., et. al.: „Sicherheit von Erdgashochdruckanlagen / Rahmenbericht zur standardisierten Ausmaßeinschätzung und Risikoermittlung“, Revision 2010

- U 58 Gutachten Nr. 19003: „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten / Bestimmung von Mindestabständen“, Revision 07, aufgestellt von Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH vom 11.03.2005

- U 59 Gutachten Nr. 97111: „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten / Bestimmung von Mindestabständen“, Revision 07, aufgestellt von Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH vom 11.12.2014

4. Grundlagen

4.1 Allgemeine Bemerkungen zu Errichtung und Betrieb von Windenergieanlagen

Wie von jeder technischen Einrichtung gehen von WEA Gefährdungen aus. Zur Eingrenzung dieser Gefährdungspotenziale werden Vorschriften herausgegeben, deren Forderungen sowohl von Herstellern als auch von Betreibern einzuhalten sind. Ziel dieser Vorgehensweise ist eine Reduzierung der Gefährdung dieser Anlagen auf ein sogenanntes „technisches Restrisiko“.

Bei einer WEA handelt es sich um eine Kombination einer maschinentechnischen Einrichtung und eines Bauwerkes. Die Umsetzung sicherheitstechnischer Forderungen an die maschinentechnische Einrichtung ist geregelt in den Richtlinien des GL (Unterlagen U 15 bis U 17). Die sicherheitstechnischen Anforderungen an das Bauwerk (Turm und Gründung) sind geregelt in der Richtlinie des DIBt (Unterlagen U 18 bis U 20), welche zusätzlich DIN EN 61400 (Unterlage U 13) einbeziehen.

Die nach diesem Gutachten ermittelten Mindestabstände gelten für nach der GL-Richtlinie (Unterlagen U 15 bis U 17) zertifizierte Anlagentypen, die nach Maßgabe der Bestimmungen des Zertifizierungsberichtes errichtet und betrieben werden. Weiterhin gelten die hier ermittelten Mindestabstände für Windenergieanlagen, deren Turmbauwerk nach den Anforderungen der Richtlinie des DIBt (Unterlagen U 18 bis U 20) dimensioniert wurden. Hinsichtlich sicherheitsrelevanter Aspekte sei auf die folgenden Bemerkungen hingewiesen:

Sicherheitstechnische Anforderungen an die maschinentechnischen Einrichtungen beziehen sich sowohl auf die Herstellung als auch auf den Betrieb. Wie bei jeder Maschine sind die gerätetechnischen Komponenten einer WEA sorgfältig herzustellen sowie im Betrieb zu warten. Insofern sind in den Vorschriften aus den Unterlagen U 15 bis U 17 Anforderungen an die Qualität und die Qualitätsüberwachung während der Herstellung sowie Anforderungen an die Wartung enthalten. Insbesondere sind die geforderte Häufigkeit und Intensität der Überwachung der Anlagen zu beachten.

Wie bei allen Bauwerken beziehen sich die sicherheitstechnischen Anforderungen der Richtlinie der DIBt (Unterlagen U 18 bis U 20) im Wesentlichen auf die Planung, Konstruktion und Errichtung des Turmbauwerkes einschließlich der Gründung. In den neueren Fassungen der Richtlinie DIBt (Unterlagen U 19 und U 20) ist die Forderung nach Vorlage eines Gründungsgutachtens, erstellt durch einen Sachverständigen, enthalten. In der älteren Fassung der Richtlinie (Unterlage U 18) ist diese Forderung nicht explizit enthalten, sodass bei älteren WEA ein derartiges Gutachten prinzipiell nicht vorausgesetzt werden kann. In den folgenden Untersuchungen wird davon ausgegangen, dass ein derartiges Gutachten vorliegt. Dies ist ggf. zu prüfen bzw. ein etwaig vorhandenes Gutachten durch einen sachverständigen Bodengutachter zu überprüfen.

Bei der Einhaltung von Vorschriften, insbesondere im bautechnischen Bereich, kann von einer Versagenswahrscheinlichkeit eines Bauwerks von 10^{-6} Ereignissen pro Jahr ausgegangen werden. Dies ist der Grenzwert nach DIN EN 1990 (Unterlage U 9) für ein technisches Restrisiko. Bei vorsätzlicher oder fahrlässiger Missachtung der in den Vorschriften genannten Anforderungen kann es zu einer Erhöhung des Risikos kommen. So ist bei bekannten Fällen für das Ereignis Umkippen eines Turmes die Nichteinhaltung der o. a. sicherheitstechnischen Anforderungen als verursachend festgestellt worden. Insofern sei hier ausdrücklich auf das Erfordernis der Einhaltung der maßgeblichen Vorschriften hingewiesen. Nähere Einzelheiten zur Bewertung befinden sich in Anlage A 12.

Eine nach der Vorschrift in Unterlage U 18, unter Teilnahme eines anerkannten Sachverständigen für die Gründungsbegutachtung, bzw. nach der Vorschrift in den Unterlagen U 19 bzw. U 20 geplante und errichtete WEA wird bezüglich des Bauwerkes (Turm) als sicher betrachtet.

4.2 Nachweisform

Bei der Bemessung und der Sicherheitsbewertung kommen Konzepte zur Anwendung, die zunächst prinzipiell entweder deterministisch oder probabilistisch sind. Der prinzipielle Aufbau ist in der Anlage A 2 dargestellt. Das deterministische Konzept gibt einen Sicherheitsabstand zwischen dem Beanspruchungszustand und einem gesellschaftlich akzeptierten Grenzwert an. Insbesondere gilt, dass bei diesem Konzept der gefährliche Zustand als absolut und immer vorhanden vorausgesetzt wird. Deswegen eignet sich dieses Konzept nicht für die

Bewertung von außergewöhnlichen Ereignissen. Zum Einsatz kommen dann probabilistische Konzepte. Hier werden die Gefährdungen statistisch durch ihre Eintrittswahrscheinlichkeit berücksichtigt. Unter zusätzlicher Betrachtung des Widerstands eines Schutzobjektes gegenüber der Gefährdung ergibt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Schadens. Es handelt sich um eine probabilistische Untersuchung auf dem Niveau einer SRA (Structural Reliability Analysis). Im weiteren Vorgehen erfolgt eine Bewertung der Auswirkungen eines Schadens. Diese Auswirkungen lassen sich ebenfalls statistisch bewerten. Die gleichzeitige Betrachtung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens und der Wahrscheinlichkeit einer unerwünschten Auswirkung erfolgt in der QRA (Quantitative Risk Analysis).

Die hier zu untersuchenden Versagensszenarien sind als außergewöhnliche Ereignisse einzustufen. Wie in Kapitel 5 gezeigt wird, ist ihre Eintrittswahrscheinlichkeit jedoch höher als ein allgemein akzeptiertes technisches Risiko. Insofern sind weitere Betrachtungen erforderlich. Gemäß obigen Ausführungen kommt das probabilistische Sicherheitskonzept zur Anwendung.

Im probabilistischen Nachweis wird eine errechnete Eintrittswahrscheinlichkeit für ein Schadensereignis einer zulässigen Eintrittswahrscheinlichkeit gegenübergestellt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein Schadensereignis ergibt sich aus einer Ereigniskette. Jedes Einzelereignis dieser Kette ist als Folgeereignis zu betrachten, sodass das Produkt der Eintrittswahrscheinlichkeit der Einzelereignisse die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens liefert. Dieser Wert ist dann einem Grenzwert gegenüberzustellen, der von dem jeweiligen Schutzobjekt abhängt. Der mathematische Ausdruck lautet:

$$Pf_{\text{Limit}} (\text{Schutzobjekt}) \geq Pf_1 \cdot Pf_2 \cdot Pf_3 \cdot Pf_4.$$

In der oben dargestellten Formel bedeuten:

- Pf_{Limit} vom jeweiligen Schutzobjekt abhängiger Grenzwert für die Gefährdung, ermittelt für den Nachweis einer SRA
- Pf_1 Eintrittswahrscheinlichkeit für das Versagensereignis an der WEA nach Kapitel 5

- Pf2 Eintrittswahrscheinlichkeit für den Treffer des Schutzobjektes durch ein abgeworfenes Rotorblatt usw. gemäß den Berechnungen in Kapitel 6, 7 und 8
- Pf3 Eintrittswahrscheinlichkeit von Windrichtungen; wird aus der Auswertung von Windrichtungsverteilungen bekannter Einzelprojekte hergeleitet
- Pf4,n Eintrittswahrscheinlichkeit zur Berücksichtigung weiterer (bis n) Einflüsse, z. B. Eindringen eines Rotorblattes in das Erdreich

Die Ermittlung des Mindestabstandes zwischen dem Standort einer WEA und einem Schutzobjekt erfolgt durch iterative Annäherung beider Objekte. In jedem Iterationsschritt wird die Gefährdung durch den Schaden (siehe Kapitel 4.4) ermittelt und mit einem Grenzwert verglichen. Die Entfernung gilt als Mindestabstand, bei der der Grenzwert in diesem Iterationsprozess signifikant überschritten wird.

Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine allgemeine Untersuchung, die unter den folgenden vereinfachenden Annahmen durchgeführt wird:

- Die Windrichtung wird im ungünstigsten Wert angesetzt.
- In Anlage A 14 sind die WEA-Typen aufgeführt, die in den folgenden Untersuchungen Berücksichtigung finden. Es wurden die Hersteller erfasst, die nach Unterlage U 28 in der BRD ca. 90 % der Leistung installierten.
- Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird verlangt. Einzelheiten enthält Kapitel 4.1. Unzulässige Eingriffe in die Betriebsführung, Mängel in der Errichtung und der Wartung, sowie weitere Vorfälle, die nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, werden hier nicht berücksichtigt. Dies gilt auch dann, wenn diese Ursache der bisher bekannten Schäden sind.

4.3 Sicherheitsrelevante Versagensszenarien

4.3.1 Grundsätzliche Bemerkungen

Grundsätzlich können sich Forderungen von Mindestabständen aus Versagensszenarien an der WEA oder aus Versagensszenarien an bestimmten Schutzobjekten ergeben. Im vorliegenden Gutachten werden die Versagensszenarien an der WEA zur Ermittlung von Mindestabständen zugrunde gelegt.

Als Versagensszenarien werden im Folgenden Schadensfälle definiert, die für die Beurteilung der Gefährdung und des entstehenden Risikos maßgeblich sind.

Als wesentliche Versagensszenarien an einer WEA sind der Abwurf von rotierenden Teilen, der Abwurf und der Fall von Eisfragmenten, der Abwurf des Maschinenhauses sowie das Umkippen des Turmes zu betrachten. In der Anlage A 3 sind diese Szenarien prinzipiell dargestellt.

4.3.2 Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon

Bei diesem Schaden kommt es zum Abwurf des gesamten Rotorblattes oder zum Abwurf von Teilen eines Rotorblattes. Die der Nabenachse nächstgelegene Bruchstelle ist die Blattwurzel. Andere Bruchstellen sind in größerer Entfernung zur Rotornabe denkbar.

Das abgeworfene Teil wird durch die Luft geschleudert und prallt auf dem Gelände bzw. dem Schutzobjekt auf. Die Wurfbahn des abgeworfenen Teiles ist abhängig von den kinematischen Anfangsbedingungen zum Zeitpunkt des Abwurfes, von den Windverhältnissen und von den aerodynamischen Eigenschaften des Teiles.

Hinsichtlich der kinematischen Anfangsbedingungen wird nur der Fall des ungehinderten, schlagartigen Abwurfes betrachtet. Es handelt sich um den Regelfall. Für den Ausnahmefall des nicht schlagartigen Abwurfs liegt die Festlegung auf der sicheren Seite. In diesem Fall werden die kinematischen Anfangsbedingungen günstig beeinflusst. Es ergeben sich dann geringere Wurfweiten. Ebenso bleibt bei der Bewertung der Gefährdung durch Blattwurf unberücksichtigt, dass unter bestimmten Abwurfwinkeln das Trumm gegen den Turm prallen würde.

4.3.3 Abwurf und Fall von Eisfragmenten

Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen entsteht Eisansatz an der WEA, und zwar sowohl an den Rotorblättern als auch an Teilen des Maschinenhauses. Dieser Eisansatz wird von der Systemsteuerung der WEA in der Regel erkannt. In diesem Fall wird die WEA abgebremst bis zum Trudelbetrieb oder zum stillstehenden Rotor. Dieser Zustand wird solange eingehalten, bis die Eisfreiheit der Rotorblätter garantiert ist. Während dieser Phase tritt Eisfall auf, d. h., das sich durch den Tauprozess an den Rotorblättern lösende Eis fällt relativ nahe zum Standort der WEA auf den Boden. Wird hingegen der Eisansatz durch die Eisdetektion nicht erkannt, so bleibt die WEA in Betrieb. Es kann dann zum Eiswauf kommen, bei dem Eisstücke von der rotierenden Anlage abgeworfen werden.

4.3.4 Abwurf des Maschinenhauses

Zum Abwurf des Maschinenhauses kommt es durch Versagen der Verbindung zwischen dem Maschinenhaus und dem Turm. Gelegentlich handelt es sich auch um ein Versagen der Antriebswelle. Beiden Fällen ist gemein, dass ein Gegenstand mit hohem Eigengewicht abgeworfen wird. Die Wurfweite ist sehr gering. Der Gefährdungsbereich definiert sich im Wesentlichen durch die am abgeworfenen Teil befindlichen Rotorblätter.

Die Aufprallenergie des abgeworfenen Gegenstandes ist sehr hoch. Es kommt zu signifikanten Eindrückungen im Gelände sowie zu einem einmaligen Eintrag dynamischer Energie.

4.4 Schadensszenarien

4.4.1 Grundsätzliche Bemerkungen

Mit dem Begriff Schadensszenario werden die Auswirkungen beschrieben und bewertet, die durch die in Kapitel 4.3 beschriebenen Versagensszenarien der WEA an den Schutzobjekten entstehen können.

Bei der Darstellung und Bewertung von Schadensszenarien ist zunächst das maßgebliche Kriterium festzulegen. Als maßgebliches Kriterium kommen infrage:

- Schaden an Personen,
- Umweltschaden,
- wirtschaftlicher Schaden.

Die Festlegung des maßgeblichen Kriteriums erfolgt anhand der Eigenschaften dieses Schadens sowie der Umgebungsbedingungen. Prinzipiell handelt es sich bei Schäden um eine rein mechanische Beschädigung des Schutzobjektes. Zusätzliche Gefährdungspotenziale sind zu beachten, wenn es infolge einer Schädigung des Schutzobjektes zur Freisetzung von brennbaren, toxischen und/oder umweltschädlichen Medien kommt. Dann sind die Umgebungsbedingungen, z. B. hinsichtlich der Bevölkerungsdichte, zu bewerten. Die Untersuchung ist abhängig von dem jeweiligen Schutzobjekt und erfolgt in den Kapiteln 10 ff.

Grundsätzlich wird bei der Bewertung von Personenschäden die Fatalität angesetzt. Dies entspricht der üblichen Vorgehensweise bei der probabilistischen Bewertung von Schäden und Risiken.

Wegen der unterschiedlichen Einflüsse wird zwischen eingeerdeten und oberirdischen Schutzobjekten unterschieden.

4.4.2 Eingeerdete Schutzobjekte

Zu den eingeerdeten Schutzobjekten zählen Fernleitungen für den Transport von Erdgas oder Mineralöl (-derivaten) sowie Feldleitungen der Erdgas- und Erdölförderung (E&P-Industrie / Exploration & Production). Diese Schutzobjekte haben eine Erdüberdeckung von mindestens 0,8 m. Dies stellt eine Schutzschicht dar. Erreicht das aufprallende Trumm das Rohr und ist die verbleibende Energie groß genug, so kommt es zu einer Leckage im Rohr. Es kommt dann zum Austritt des darin enthaltenen Mediums, welches sich in der Regel unter Druck befindet.

Das ausgetretene Medium hat eine oder eine Kombination der folgenden Eigenschaften:

- wassergefährdend (Mineralöl und dessen Derivate, Lagerstättenwasser),
- brennbar (alle Erdgase, Mineralöl und dessen Derivate),
- toxisch (Sauergas).

Das ausgetretene Medium bildet im Falle von Gas eine Gaswolke, deren Form von der Art des Austritts, von den meteorologischen Bedingungen und von den Dichteverhältnissen abhängt. Die Konzentration des Gases in der Luft nimmt mit zunehmender Entfernung von der Leckstelle ab. Aufgrund der Kompressibilität des Mediums kann es zu signifikanten Austrittsmengen kommen.

Bei der Schädigung von Leitungen mit flüssigen Medien kommt es zu einer Ausbreitung im Gelände. Die Abmessung der Ausbreitung des Mediums ist abhängig von der Höhe der Verlustmenge und von der Topographie. Die Verlustmenge ist wegen der Inkompressibilität des Mediums im Vergleich zu gasförmigen Medien verhältnismäßig gering. In einigen Fällen ist die ausgetretene Flüssigkeit entzündlich, wobei es jedoch einer Initialzündung bedarf. In dem Fall entsteht eine Gefährdung von Personen. Eine Gefährdung der Umwelt ergibt sich durch die Ausbreitung und Versickerung des Mediums im umgebenden Gelände.

Aufgrund der strömungsmechanischen Verhältnisse entsteht bei dem Austritt des Mediums ein Krater, der mit zunehmender Dauer des Austritts in einem gewissen Umfang wächst. Die hierdurch entstehende Gefährdung etwa anwesender Personen wird vereinfachend der Gefährdung durch den Aufprall des abgeworfenen Gegenstandes gleichgesetzt und daher nicht gesondert betrachtet.

4.4.3 Oberirdische Schutzobjekte

Zu den oberirdischen Schutzobjekten zählen Verkehrswege, Stationen von Fernleitungen, Anlagen der E&P-Industrie, Biogasanlagen sowie Bohrköpfe von Kavernenspeichern einschließlich der hierfür erforderlichen Anlagen. Als Schadensszenarium ist der durch den Aufprall erzeugte Schaden zu betrachten.

Bei Stationen von Fernleitungen, Anlagen der E&P-Industrie, Biogasanlagen sowie Bohrköpfen von Kavernenspeichern ist das Medium, wie in Kapitel 4.4.2 dargestellt, zu berücksichtigen. Ergänzend ist zu erwähnen, dass Biogas brennbar ist und toxisch sein kann.

Maßgebliches Kriterium bei Verkehrswegen ist der Personenschaden. Zu einem Personenschaden kommt es, wenn sowohl Zeitpunkt als auch Lage des Aufpralls mit dem Aufenthalt von Personen übereinstimmen. Eine unter Umständen schützende Wirkung der Außenhaut von Kraftfahrzeugen wird in den folgenden Untersuchungen vernachlässigt. Insbesondere bei Kleinteilen liegt diese Festlegung auf der sicheren Seite. Ansonsten wird die schützende Wirkung in Abhängigkeit der Trummgröße und des Bauwerks berücksichtigt.

4.5 Definition von Grenzwerten

Nach Kapitel 4.2 erfolgt die Ermittlung von Mindestabständen durch einen probabilistischen Nachweis. Die Anwendung dieses Verfahrens erfordert die Verwendung eines Grenzwertes. Dieser Grenzwert ist als Anzahl unerwünschter Ereignisse pro Jahr angegeben. Diese Angabe ist anzusetzen für „punktförmige“ Schutzobjekte. Hiermit sind Schutzobjekte gemeint, deren Hauptabmessungen gering sind im Vergleich zu den Hauptabmessungen der Fläche möglicher Aufprallstellen.

Bei Leitungen als „linienartigen“ Schutzobjekten wird der Grenzwert als Anzahl unerwünschter Ereignisse pro Jahr und pro Kilometer angegeben. Als linienartige Schutzobjekte werden alle die Schutzobjekte definiert, deren Länge deutlich über den Hauptabmessungen der Fläche möglicher Aufprallstellen liegt (insbesondere Leitungen).

Die Verwendung eines probabilistischen Bemessungskonzeptes ist in der BRD abhängig von dem betrachteten Schutzobjekt in unterschiedlicher Intensität eingeführt. Normative Festlegungen liegen teilweise vor. Im Allgemeinen enthalten ausländische bzw. internationale Vorschriften präzisere Festlegungen für Grenzwerte einer probabilistischen Bemessung. Hier veröffentlichte Empfehlungen, Richtlinien und Arbeitshilfen genügen dabei den Anforderungen aus der Störfallverordnung im jeweiligen Land. Für die einzelnen hier untersuchten Schutzobjekte ergibt sich die folgende Situation:

Die Dimensionierung und Bemessung von Transportleitungen erfolgt in der BRD nach rein deterministischen Vorgaben. So ist für Gashochdruckleitungen zum Transport von Süßgas das DVGW-Arbeitsblatt G 463 (Unterlage U 24) anzuwenden. Für Feldleitungen zum Transport von Sauergas gilt die WEG-Richtlinie

(U 21). Leitungen zum Transport von Mineralöl werden nach der TRFL (Unterlage U 23) dimensioniert. Probabilistische Ansätze zur Bewertung von Leitungen sind in der DIN EN 16708 (Unterlage U 14) enthalten. Diese Norm kommt nicht bei der Dimensionierung jedoch bei Bewertungen von Sonderfragestellungen, wie z. B. der hier untersuchten, zur Anwendung.

Die Bewertung der Gefährdung von Straßen und Autobahnen erfolgt unter Berücksichtigung der entsprechenden ausländischen Vorgaben (Unterlagen U 7 und U 22). Diese Vorgaben sind im Zusammenhang mit der praktikablen Anwendung einer Störfallverordnung erstellt worden. Hierbei wird eine einheitliche Bewertung von Gefährdungen empfohlen. In diesem Zusammenhang sei noch auf die Literaturstellen aus den Unterlagen U 41 und U 42 verwiesen.

Die Bewertung der Gefährdung von Bahnen erfolgt in Anlehnung an die Norm DIN EN 50126 (Unterlage U 12).

Die hier verwendeten Vorschriften und Empfehlungen sind den allgemein anerkannten Regeln der Technik zuzuordnen. Diese Zuordnung gilt auch für probabilistische Vorschriften und Empfehlungen bei Einbeziehung der entsprechenden Nationen (Niederlande (Unterlage U 22), Schweiz (Unterlagen U 7 und U 8) usw.). Bei der Norm DIN EN 1990 (Unterlage U 9) sowie den DIBt-Richtlinien (Unterlagen U 18 bis U 20) handelt es sich um eingeführte technische Baubestimmungen.

4.6 Berücksichtigung von Windparks

4.6.1 Angaben zu Windparks

Die Errichtung von WEA erfolgt in der Regel innerhalb von Windparks. Diese bestehen aus mehreren Einzelanlagen mit in der Regel gleicher Nabenhöhe. Zwischen den Einzelanlagen muss aus aerodynamischen Gründen ein Mindestabstand eingehalten werden. Dieser Mindestabstand wird mit dem fünfmaligen Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung und dem dreimaligen Rotordurchmesser senkrecht dazu angegeben.

Hinsichtlich der Bewertung ergeben sich hieraus Konsequenzen in Abhängigkeit der geometrischen Charakterisierung der Schutzobjekte. Im Einzelnen werden die folgenden Festlegungen getroffen.

4.6.2 Berechnung bei punktförmigen Schutzobjekten

Bei punktförmigen Schutzobjekten können sich beim Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon die Flächen der möglichen Aufprallstellen überlappen. Allerdings zeigen die Berechnungen, dass eine Überlappung nur möglich ist für den Abwurf von Kleinteilen einer Windenergieanlage (30-%-Rotorblatt sowie Tip, siehe Kapitel 5). Für die Berechnung ergibt sich aus Parameterstudien Folgendes:

- Abstände geringer als die maximale Wurfweite eines 100-%-Rotorblattes: Die Trefferwahrscheinlichkeit des 100-%-Rotorblattes wird um 10 % erhöht.
- Abstände größer als die maximale Wurfweite eines 100-%-Rotorblattes: Bei größeren punktförmigen Schutzobjekten wird die Trefferwahrscheinlichkeit des 30-%-Rotorblattes und des Tip verdoppelt.
- Bei kleineren Schutzobjekten wird die Trefferwahrscheinlichkeit des 30-%-Rotorblattes demgegenüber um 10 % erhöht. Damit wird die Wahrscheinlichkeit abgebildet, dass sich das Schutzobjekt im Schnittpunkt der Kreise maximaler Wurfweite beider Anlage befindet. Der Anlage A 9 ist zu entnehmen, dass an diesem Randbereich eine erhöhte Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt wurde. Bei Verdopplung ergeben sich dann konservative Ergebnisse.

4.6.3 Berechnung bei Leitungen

Bei der Bewertung von linienhaften Objekten wird der Grenzwert auf einen Kilometer bezogen. Im ungünstigsten Fall verläuft das linienhafte Schutzobjekt parallel zu Standorten von WEA mit dem geringeren Mindestabstand. Formal ergibt sich dann die Gefährdung des Schutzobjektes durch Addition der Gefährdungen der auf dieser Längeneinheit möglichen Anzahl der einzelnen WEA je Längeneinheit (km). Dies stellt jedoch einen außergewöhnlichen Fall dar, da diese Parallelführung aus Gründen der Gestaltung des Windparks und der verfügbaren Fläche in der Regel gar nicht möglich ist. Für die Anwendbarkeit der

folgenden Untersuchungen wird daher festgelegt, dass der Mindestabstand von drei Windenergieanlagen auf einer Strecke von einem Kilometer einzuhalten ist. Der Abgleich mit Einzelfalluntersuchungen konkreter Windparkprojekte ergibt, dass hiermit die meisten Fälle erfasst sind. Weiter entfernt stehende WEA werden mit dem Aufschlag, wie in Kapitel 4.6.2 beschrieben, berücksichtigt.

5. Eintrittswahrscheinlichkeit der Versagensszenarien

5.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Definition der Eintrittswahrscheinlichkeit von Versagensszenarien erfolgt entweder durch eine Festigkeitsanalyse der infrage kommenden Bauteile oder anhand von Schadensstatistiken. Für die vorliegende Untersuchung werden Schadensstatistiken ausgewertet.

Schadensstatistiken werden mit unterschiedlichen Fragestellungen erstellt. Für deren Verwendung müssen diese Fragestellungen bewertet werden. In der Schadensstatistik der Unterlage U 27 sind außergewöhnliche Ereignisse in Zusammenhang mit WEA zusammengestellt. Diese Statistik eignet sich besonders gut für die Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten der hier untersuchten Versagensszenarien. Weiterhin sind Schadensereignisse in dem Report der ISET (Unterlage U 28) enthalten. Allerdings ist zu beachten, dass es sich um ein begleitendes Messprogramm zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit handelt. Hier bedeutet ein Schaden stets einen wirtschaftlichen Schaden. So stellt der Austausch eines Rotorblattes wegen der Kosten für den Rotorblattsatz und der ausgefallenen Energieerträge einen wirtschaftlichen Schaden dar. Es ist jedoch nicht zwangsläufig aus sicherheitstechnischer Sicht ein Schaden, da ein Blattsatz in der Regel ausgetauscht wird, bevor es zu einem Abwurf kommt. Damit liefert diese Statistik einen oberen Grenzwert. Gleiches gilt für die Veröffentlichungen aus den Unterlagen U 29 bis U 31.

Die Schadensstatistik der Unterlage U 27 setzt sich zusammen aus Medienrecherchen und Meldungen von Privatpersonen. Sie erstreckt sich über den Zeitraum zwischen 1996 und 2003. Da Unfälle an WEA öffentlichkeitswirksam sind, ist prinzipiell von einer lückenlosen Veröffentlichung derartiger Ereignisse auszugehen. Die Datenbank wird zudem von vielen Beobachtern kontinuierlich ergänzt. Seitens eines Anlagenbetreibers, der alle seine Anlagen fernüberwacht, wird die Vollständigkeit für den Zeitraum ab 1999 bis 2003 bestätigt. Insofern werden die folgenden Untersuchungen auf diesen Zeitraum begrenzt.

Die ausgewertete Statistik umfasst ca. 17 Jahre alte Daten. Aktuellere Schadensstatistiken (U 35 und U 36) zeigen unveränderte Schadenshäufigkeiten auf. Insbesondere wurde die Schadensstatistik in der Unterlage U 27 im öffentlich

zugänglichen Format nicht fortgeführt. Daher werden die Zahlenwerte aus der Auswertung der Schadensstatistik in der Unterlage U 27 aus dem Zeitraum 1999 bis 2003 den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt. Die Aktualität der im Folgenden ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeit der Schadensereignisse wird in der Größenordnung durch den DEWI-Report (Unterlage U 32) bestätigt.

Die Auswertung der Schadensstatistiken erfolgt vornehmlich hinsichtlich der Anzahl der Ereignisse. Eine detailliertere Beschreibung dieser Ereignisse ist nur eingeschränkt möglich. Diese Ergebnisse werden nur nach ingenieurtechnischer Bewertung verwendet.

Für eine Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit muss die Anzahl der Schadensereignisse auf die jeweilige Anzahl der Anlagen bezogen werden. Die Anzahl der Anlagen in ihrer zeitlichen Entwicklung wird der Unterlage U 28 entnommen. Aktuellere Schadensstatistiken zeigen unveränderte Schadenshäufigkeiten auf. Hierbei wird für jedes Jahr der Mittelwert aus der Anzahl der Anlagen zu Beginn und zum Ende des Jahres gebildet. Es werden grundsätzlich sowohl Schadensereignisse als auch die Anzahl der WEA nur in BRD berücksichtigt. Die in der Schadensstatistik enthaltenen Angaben aus dem Ausland bleiben unberücksichtigt.

Die Ergebnisse sind in der Anlage A 4 zusammengestellt. Prinzipiell sind die in Anlage A 3 dargestellten drei Schadensereignisse zu bewerten. Unter Berücksichtigung der Herleitung in Kapitel 4.1 erfolgt jedoch eine detaillierte Auswertung nur für den Abwurf von Rotorblättern und Teilen davon sowie für den Abwurf von Maschinenhäusern. Die Herleitung zum Schadensszenario Eiswurf basiert auf anderen Unterlagen und ist gesondert im Kapitel 5.3 beschrieben.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass in der Schadensstatistik (Unterlage U 27) sämtliche WEA berücksichtigt sind. Eine Unterscheidung zwischen WEA mit oder ohne Typenprüfung ist nur eingeschränkt möglich. In einigen Fällen ist jedoch bekannt, dass es sich bei dem Havaristen um eine Anlage ohne Typenprüfung bzw. Maschinengutachten handelte. In anderen Fällen handelte es sich um Anlagen, die aufgrund ihres Alters diesen Vorschriften gar nicht genügen konnten. So ist beispielsweise bei fünf der acht Fälle eines Abwurfes des Maschinenhauses bekannt, dass es sich um eine WEA ohne Typenprüfung handelte, die insgesamt nur 16 Mal in der BRD installiert wurde.

5.2 Auswertung für den Rotorblattabwurf

5.2.1 Bewertung der Daten

In der Dokumentation der Schadensfälle (Unterlage U 27) sind bezüglich dieses Versagensszenariums die folgenden Angaben enthalten: Ort, Datum, Größe und Anzahl der abgeworfenen Teile, Wurfweiten, Ursachen und andere. Für den hier betrachteten Zeitraum von 1999 bis 2003 sind insgesamt 28 Ereignisse angegeben. Ort und Datum sind für alle diese Ereignisse in der Statistik enthalten, Angaben über die Größe des abgeworfenen Gegenstandes dagegen nur teilweise. Die Angaben über Wurfweiten und Ursachen sind unvollständig. Es ist darüber hinaus zu vermuten, dass diese Angaben nicht die gewünschte Genauigkeit aufweisen. Insbesondere gilt für die Ursachen eines Abwurfes, dass diese erst nach langwierigen Untersuchungen feststehen. Somit sind diesbezügliche Angaben als Vermutungen anzusehen. Von den verfügbaren Daten werden daher lediglich Datum, Anzahl der Ereignisse und Größe des abgeworfenen Gegenstands bewertet.

5.2.2 Anzahl der Ereignisse

Der für die folgenden Untersuchungen anzusetzende Wert für die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Abwurfes ergibt sich aus dem Mittelwert der für jedes Jahr errechneten Schadensrate. Durch diese Vorgehensweise wird der unterschiedlichen Zunahme der Anzahl der Windenergieanlagen Rechnung getragen. Es ergibt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit für den Abwurf eines Rotorblattes von

$$Pf1_{\text{Rotorblatt}} = 6,1 \times 10^{-4} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

In Anlage A 6 befindet sich die grafische Gegenüberstellung der Anzahl der Anlagen zu Beginn und zum Ende eines jeweiligen Jahres mit der Anzahl der Ereignisse. In dem betrachteten Zeitraum hat sich die Anzahl der WEA nahezu verdoppelt. Dagegen zeigt sich in der Tendenz eine Verringerung der Anzahl der Ereignisse. Für die folgenden Untersuchungen wird diese Tendenz nicht extrapoliert.

5.2.3 Angaben zu Trummgrößen

Weiterhin ist in den Berichten die Größe des abgeworfenen Teiles angegeben. Folgende Klassen lassen sich aus den Berichten herausarbeiten: Teile ohne Angabe der Größe, Kleinteile, 1/3-Blatt und 1/2-Blatt, 2/3-Blatt und ganzes Blatt. Von den untersuchten Ereignissen hat es sich in 36 % der Fälle um den Abwurf eines ganzen Blattes gehandelt. Bei den restlichen 64 % handelte es sich um den Abwurf von Teilen eines Rotorblattes. Eine Unterscheidung der Teilabwürfe ist nur eingeschränkt möglich, da bei zwölf der relevanten 18 Ereignisse keine Angabe über die Größe des abgeworfenen Teils erfolgte. Aus den sechs Ereignissen mit einer genaueren Beschreibung der Größe des abgeworfenen Teiles lässt sich jedoch eine Tendenz zu Kleinteilen feststellen.

Für den Abwurf rotierender Teile sind bezüglich der Größe ingenieurtechnische Bewertungen notwendig. Die Auswertung der Schadensszenarien nach Kapitel 5.2.2, insbesondere der zur Verfügung stehenden Fotos, zeigt auf, dass der Abwurf eines ganzen Blattes oder der Abwurf eines Kleinteils als vorwiegendes Ereignis zu betrachten sind. Der Abwurf von größeren Teilen eines Rotorblattes ist demgegenüber als seltener einzustufen. Dies ist auch aufgrund der konstruktiven Beschaffenheit der heutigen Rotorblätter nachvollziehbar, wie im Folgenden erläutert wird.

Das Rotorblatt besteht aus faserverstärktem Kunststoff, wobei sich die Hauptstränge der Glasfasern längs durch das gesamte Blatt ziehen. Bei einer Schädigung des Blattes kommt es zu örtlichen Rissen und Brüchen, wobei die einzelnen Bruchteile an den Hauptsträngen hängen bleiben. Es kommt eher zu einem Zerfleddern des Blattes als zu einem Bruch. Dabei werden einzelne kleine Kunststoffteile abgeworfen, welche jedoch eine geringe Masse besitzen. Der Abriss eines großformatigen Blattteils müsste das gleichzeitige Reißen aller Fasern an der gleichen Stelle bedingen. Dieses Ereignis ist sehr unwahrscheinlich.

In vielen Rotorblättern sind an den Enden die Blattspitzen, sogenannte Tips, einlaminert, welche aus Aluminium bestehen. Diese kleinen Einheiten können beim Blattbruch ggf. weggeschleudert werden.

Direkt an der Anbindung des Blattes an die Nabe treten in der Regel die größten Lasten auf. Die Anschlüsse der Rotorblätter an die Nabe neigen eher zu „Sprödbrüchen“, indem die Schrauben, Blattanschlussadapter oder die Blätter direkt hinter den massiven Blattwurzeln schlagartig brechen würden.

Aus den zuvor genannten Überlegungen wären die Berechnungen für den Abwurf eines ganzen Blattes und den Abwurf von Kleinteilen durchzuführen. Aus Vergleichsberechnungen ist jedoch bekannt, dass sich die maximale Wurfweite bei dem Abwurf von ca. 1/3 des Rotorblattes ergibt. Für Fälle, bei denen es auf (probabilistisch sinnvolle) maximale Wurfweiten ankommt, empfiehlt sich also die Berücksichtigung des entsprechenden Teilabwurfes. Folgende Aufteilung der Eintrittswahrscheinlichkeit wird hier gewählt:

Größe des abgeworfenen Teils	Anteil
ganzes Rotorblatt	0,4
1/3-Rotorblatt	0,2
Kleinteil	0,4

Tabelle 2: Anteile nach Trummgröße

5.2.4 Windgeschwindigkeit im Schadensfall

Die Auswertung der Dokumentation weist hinsichtlich der Ursachen am häufigsten Sturm bzw. starken Wind auf. Aus den Zahlen der Angaben ist zu entnehmen, dass der Sturm bzw. starker Wind in ca. 70 % der Fälle zum Zeitpunkt des Abwurfereignisses mitverursachend war. Dieses wird bei der Ermittlung der Wurfweiten berücksichtigt.

5.3 Auswertung für Eiswurf

Die Auswertungen für die Eintrittswahrscheinlichkeit von Eiswurf beziehen sich lediglich auf das Ereignis des nicht erkannten Eisansatzes (vgl. Kapitel 4.3.3). Hierbei wird die Tatsache berücksichtigt, dass Eiswurf lediglich für oberirdische Anlagen von Bedeutung ist. Aus Vergleichsrechnungen ist bekannt, dass Mindestabstände für oberirdische Schutzobjekte aus den anderen Versagensszenarien größer sind als die Fallweiten von Eisklumpen stillstehender Windenergieanlagen (Eisfall).

Für die Eintrittswahrscheinlichkeit von Eiswurf wird zunächst die „Eiskarte Deutschland“ der Unterlage U 52 verwendet. Sie ist in der Anlage A 5 dargestellt. Vorwiegend werden WEA in den Gebieten mit „leichter Vereisung“ und „mäßiger Vereisung“ errichtet. Aus der Fernüberwachung von WEA ist bekannt, dass maximal elf Eistage pro Jahr auftreten. Dieser Wert stimmt gut mit der mäßigen Vereisung überein. Er wird im Folgenden verwendet.

Aus Auswertungen von Betriebsdaten (z. B. Unterlage U 54) ist zu entnehmen, dass im Mittel je Eistag ein Vereisungsereignis eintritt. Hierbei ist als Vereisungsereignis die sogenannte „instrumentelle Vereisung“ zu betrachten. Das ist der Zeitraum, über den die WEA wegen einer Vereisung stillsteht. Aus den Statistiken der Unterlage U 54 ist weiterhin zu entnehmen, dass pro Vereisungsereignis im Mittel acht nennenswerte Eisstücke in der Umgebung der WEA festgestellt wurden. Die festgestellten Eisstücke sind sowohl auf das Ereignis Abwurf als auch auf das Ereignis Fall von Eisfragmenten zurückzuführen. Die überwiegende Anzahl der Eisstücke ist dabei auf das Ereignis Fall zurückzuführen, da Eisansatz in der Regel erkannt wird (siehe unten). Die Anlage wird außer Betrieb genommen und es beginnt der Auftauungsprozess, bei dem auch signifikante Eisstücke herabfallen können. Der Abwurf tritt dagegen sehr selten auf, da selbst bei Nichterkennung des Eisansatzes nach dem Abwurf des ersten Eisstückes es zu weiteren Betriebsstörungen (Unwuchten usw.) kommt, die ebenfalls die Anlage herunterfahren. In den folgenden Untersuchungen wird konservativ von zwei abgeworfenen Eisstücken pro Vereisungsereignis ausgegangen.

Der Unterlage U 54 ist weiterhin die Wahrscheinlichkeit der Erkennung zu entnehmen. Im Abgleich mit Erfahrungswerten aus Unterlage U 48 ergibt sich ein konservativer Wert von 98 % an erkannten Eisansätzen.

Aus den hier zusammengestellten Zahlenwerten ergibt sich für die folgenden Berechnungen eine Eintrittswahrscheinlichkeit für den Abwurf von Eisfragmenten von

$$Pf1 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

5.4 Auswertung für den Abwurf des Maschinenhauses

Bei der Auswertung dieses Schadensereignisses werden alle tatsächlich stattgefundenen Abwürfe von Maschinenhäusern aufgeführt. In der hier zugrunde gelegten Dokumentation werden unter „Gondelabwurf“ auch derartige Ereignisse dokumentiert, bei denen es infolge von Brand zu Abwürfen von Verkleidungen des Maschinenhauses gekommen ist. Diese Ereignisse bleiben hier unberücksichtigt, da sie für die Integrität von Schutzobjekten ohne Bedeutung sind.

In dem Zeitraum zwischen 1999 und 2003 sind insgesamt acht Ereignisse verzeichnet worden. Auch hier gilt die abnehmende Tendenz bei einer ungefähren Verdoppelung der Anzahl der Anlagen in diesem Zeitraum.

Mit der in Kapitel 5.2 angegebenen Vorgehensweise ergibt sich für dieses Versagenszenario eine Eintrittswahrscheinlichkeit von

$$Pf1_{\text{Maschinenhaus}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Ergänzend ist anzumerken, dass in dem oben festgelegten Wert ein Ereignis berücksichtigt ist, bei dem nicht das komplette Maschinenhaus abgeworfen wurde. Vielmehr ist in diesem Fall aufgrund eines Bruchs der Welle die Nabe samt daran befindlicher Blätter abgegangen. Hinsichtlich der Geometrie der Wurfbahn ist dieses Ereignis dem Abwurf des kompletten Maschinenhauses gleichzusetzen. Die verminderte Aufprallenergie bleibt unberücksichtigt.

5.5 Abschließende Festlegungen

5.5.1 Zusammenstellung der Eintrittswahrscheinlichkeiten

Aus den zuvor zusammengestellten Zahlenwerten und der daraufhin erfolgten Bewertung ergeben sich die im Folgenden beschriebenen Zahlenwerte. Diese Werte werden in den Berechnungen zugrunde gelegt.

Versagensszenario	Ereignisse/Jahr
Rotorblattabwurf	
100-%-Blatt	$2,8 \cdot 10^{-4}$
30-%-Blatt	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Tip	$2,8 \cdot 10^{-4}$
Abwurf Maschinenhaus	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Eiswurf	$1,2 \cdot 10^{-3}$

Tabelle 3: Rechenwerte für die Eintrittswahrscheinlichkeit von Versagensszenarien an der WEA

Die Zahlenwerte für den Abwurf des Rotorblattes wurden aufgerundet, sodass dieses Abwurfereignis mit $7,0 \cdot 10^{-4}$ Ereignissen/Jahr erfasst wird.

5.5.2 Bewertung des Datenmaterials

Die in den Kapiteln 5.2 bis 5.4 angegebenen Eintrittswahrscheinlichkeiten für die unterschiedlichen Versagensszenarien sind ermittelt aus der Schadensstatistik in der Unterlage U 27. Für den benannten Zeitraum von 1999 bis 2003 wird die Schadensstatistik als vollständig angesehen.

Weiterhin wird die Anzahl der Ereignisse als ausreichend betrachtet, um hieraus eine statistisch belegbare Eintrittswahrscheinlichkeit herleiten zu können.

5.5.3 Vergleich mit anderen Richtlinien

Die hier festgelegten Zahlenwerte für die Eintrittswahrscheinlichkeiten werden Angaben aus dem niederländischen Handbuch (Unterlage U 38) in der folgenden Tabelle gegenübergestellt.

Versagensszenario	Ereignisse/Jahr		
	Grundlage Gutachten		Handbuch NL
	Berechnung	Festlegung	
Rotorblattabwurf	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$
Abwurf Maschinenhaus	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$

Tabelle 4: Vergleich Versagenswahrscheinlichkeit

Die Werte liegen in sehr ähnlicher Größenordnung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Literaturstelle der Unterlage U 38 ebenfalls auf Auswertung von Schadensstatistiken beruht. Allerdings wurden hier Schadensstatistiken aus mehreren Ländern berücksichtigt.

Auch die Angaben in den Veröffentlichungen der Unterlagen U 29 bis U 32 aus den Jahren 2007 bis 2010 liefern in der Herleitung ähnliche Ergebnisse.

5.5.4 Zeitliche Entwicklung der Versagenswahrscheinlichkeit

In den Kapiteln 5.2 bis 5.4 wurde darauf hingewiesen, dass über den Beobachtungszeitraum die Anzahl der Ereignisse bei Verdopplung der Anlagen nahezu konstant blieb. Hieraus ergibt sich eine Verringerung der Versagenswahrscheinlichkeit.

Eine Ursache für die Verringerung der Versagenswahrscheinlichkeit ist die Verbesserung der Qualität der WEA. In den folgenden Untersuchungen wird jedoch auf die Unterscheidung zwischen Altanlagen und Neuanlagen verzichtet. Hintergrund hierfür ist, dass das Datenmaterial keine ausreichende Grundlage liefert für eine Ermittlung einer vom Errichtungsjahr abhängigen Eintrittswahrscheinlichkeit. Weiterhin soll das vorliegende Gutachten Mindestabstände für jeglichen Typ von Anlagen liefern.

Weitere Ursache für die Verminderung von Versagenswahrscheinlichkeiten ist die konsequentere Durchführung der Wartungs- und Instandhaltungsvorgaben. Hieraus ließe sich auch eine Verbesserung der Versagenswahrscheinlichkeit von Altanlagen herleiten, die jedoch, wie oben aufgeführt, nicht aus dem verfügbaren Datenmaterial quantifizierbar ist.

Aus den benannten Gründen bleibt eine vermutete Verringerung der Versagenswahrscheinlichkeit in diesem Gutachten unberücksichtigt.

6. Gefährdung durch Rotorblattabwurf

6.1 Darstellung der Beanspruchung

Bei dem potenziellen Abwurf eines Rotorblatts wird dieses durch die Luft geschleudert. Die Lage der Aufprallstelle ergibt sich aus der Kinetik des Wurfs unter Berücksichtigung der Massenträgheiten, der angreifenden Windkräfte und des Luftwiderstandes. Beim Aufprall kommt das Rotorblatt in einer beliebigen Stellung zum Liegen. Zu einer Gefährdung kann es nur dann kommen, wenn die Lage des aufgeprallten Rotorblatts mit der Lage des Schutzobjekts übereinstimmt.

6.2 Berechnungsgrundlagen

6.2.1 Ermittlung der Wurfbahn

Beim Loslösen des Rotorblatts durchfährt das abgeworfene Teil eine Wurfbahn bis zum Zeitpunkt des Aufpralls auf dem Gelände. Der Verlauf dieser Wurfbahn ist bestimmt durch die Anfangsbedingungen zum Zeitpunkt des Abwurfs und durch die während des Wurfs einwirkenden Kräfte.

Zum Zeitpunkt des Abwurfs wirken auf das Rotorblatt aerodynamische Kräfte, die Fliehkraft sowie das Eigengewicht. Aus diesen Kraftkomponenten lassen sich die Bewegungskomponenten errechnen. Hier ist davon auszugehen, dass bei Eintreten des Schadens zunächst ein Bruch in der höchst beanspruchten Faser des Querschnitts bzw. an einer vorgeschädigten Stelle eintritt, ohne dass es zum Abwurfereignis kommt. Ist der verbleibende Querschnitt nicht in der Lage, die Beanspruchung aufzunehmen, so weitet sich der Bruch bzw. der Riss aus. Nach der Zerstörung der letzten Faser kommt es dann zum Abwurfereignis. Bei dieser zeitlichen Abwicklung des Bruchereignisses entstehen Unwuchten, Verschiebungen des aerodynamischen Schwerpunktes und weitere Unregelmäßigkeiten, die sich mathematisch zurzeit nicht erfassen lassen. Daher wird der Abriss als diskontinuierlicher, schlagartiger Prozess vorausgesetzt. Es ist dann davon auszugehen, dass die gesamte Energie im Blatt in Wurfenergie umgesetzt wird, sodass sich hieraus die größten Abstände ergeben. Damit liegt der Ansatz auf der sicheren Seite.

Bei der hier durchgeführten Untersuchung wird die Wurfbahn an einem Punktmodell errechnet. Dabei entsprechen allerdings die auf den Punkt einwirkenden Kräfte den Kräften des gesamten abgeworfenen Gegenstandes.

Die Wurfbahn wird berechnet aus einer Bewegungskomponente in Windrichtung und einer Bewegungskomponente senkrecht zur Windrichtung. Der Luftwiderstand ist in der Bewegungskomponente senkrecht zur Windrichtung berücksichtigt.

Vereinfachend wird über die Dauer des Wurfs eine konstante Windgeschwindigkeit angesetzt. Die Annahme ist im Mittel richtig.

In den folgenden Untersuchungen bleiben Einflüsse des Konuswinkels auf die Bewegungskomponenten unberücksichtigt. Der Winkel ist sehr gering, sodass die Abweichung gegenüber den oben angegebenen Näherungen vernachlässigbar ist.

6.2.2 Angaben zum Luftwiderstand

Bei der Berücksichtigung des Luftwiderstands sind zwei Aspekte zu berücksichtigen. Zum einen ist zu unterscheiden zwischen dem „fallenden“ und dem „fliegenden“ Bauteil. Zum anderen ist davon auszugehen, dass das abgeworfene Bauteil aufgrund der diskontinuierlichen Anfangsbedingungen in seiner Lage beliebig ist und im Übrigen frei rotiert. Hierdurch ergibt sich eine veränderliche Angriffsfläche für den Staudruck.

Aus aerodynamischen Gesichtspunkten ist das fallende Bauteil einem durch Wind angeströmten Bauwerk gleichzusetzen. Insofern werden die Luftwiderstandsbeiwerte der entsprechenden Norm über Lastannahmen (Unterlage U 10) entnommen. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Dimensionen ergeben sich dann Luftwiderstandsbeiwerte in der Größenordnung von 1,5 bis 1,7 für das quer angeströmte Rotorblatt (Vorderkante und Draufsicht) sowie von 0,5 bis 0,7 für die Querschnittsfläche (Nabe oder Spitze). Die Werte für Kleinteile bzw. Teile eines Rotorblatts ergeben sich entsprechend. In den folgenden Untersuchungen repräsentiert das Tip sämtliche möglichen Kleinteile.

Dagegen sind beim fliegenden Bauteil die aerodynamischen Beiwerte des als Tragflügel wirkenden Teils zu berücksichtigen. Diese Werte variieren von 0,1 an der Flügelspitze bis ca. 1,1 bis 1,3 im Bereich der Wurzel (siehe zum Beispiel der Unterlage U 37).

Aufgrund der oben beschriebenen Lagen des Bauteils während des Wurfes kann nicht prinzipiell entweder ein fallendes Verhalten oder ein fliegendes Verhalten vorausgesetzt werden. Das abgeworfene Bauteil wird zeitweise fallen und zeitweise fliegen. Das Verhältnis dieser beiden Phasen verändert sich je nach Größe des Bauteils. So kann nach den Ausführungen in der Unterlage U 40 bei dem Fall eines ganzen Rotorblattes die Flugphase ausgeschlossen werden. Dagegen können kleinere Bauteile günstigere Flugeigenschaften aufweisen. Dafür sind prozentuale Anteile für die unterschiedlichen Abwurfteile in Anlage A 8 enthalten. Hierbei wird die Flugphase tendenziell überbewertet, um den Effekt eines möglichen Auftriebes während der Flugphase zu berücksichtigen.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die angeströmte Fläche aufgrund der Kinetik während des Wurfs variiert. Es wird hier angenommen, dass alle Angriffsflächen gleich wahrscheinlich sind. Dann ergibt sich der Luftwiderstandsbeiwert aus dem arithmetischen Mittel der drei Komponenten Draufsicht Flügelfläche, Vorderkante (Nase) sowie Nabe.

6.2.3 Bewegungskomponente in Windrichtung

Die Bewegungskomponente in Windrichtung setzt sich aus zwei Anteilen zusammen: Anfangsgeschwindigkeit infolge Anstellwinkel und Beschleunigung infolge Staudruck.

Die Anfangsgeschwindigkeit ergibt sich aus der geometrischen Zerlegung der Bewegungskomponenten im Betriebszustand. Befindet sich das rotierende Teil zum Zeitpunkt des Abwurfes unterhalb der Nabe, so bewegt sich das abgeworfene Teil wegen des Anstellwinkels zunächst entgegengesetzt zur Windrichtung.

Die Bewegungskomponente in Windrichtung infolge Staudrucks ist zum Zeitpunkt des Abwurfes gleich null. Der auf das Bauteil wirkende Staudruck beschleunigt dieses, sodass sich die Geschwindigkeit in Windrichtung mit zunehmender Dauer des Wurfes der Windgeschwindigkeit annähert. Diese Geschwin-

digkeitszunahme ergibt sich nach den Formeln der Kinematik (Unterlagen U 37 und U 39) sowie unter Verwendung der in Kapitel 6.2.2 beschriebenen Luftwiderstandsbeiwerte.

6.2.4 Bewegungskomponenten senkrecht zur Windrichtung

Die Bewegungskomponenten senkrecht zur Windrichtung ergeben sich aus der Kinetik sowie aus der Fliehkraft. Sie werden auf den Schwerpunkt bezogen. Bestimmende Parameter sind die Umdrehungsgeschwindigkeit sowie der Abstand des Schwerpunkts des abgeworfenen Gegenstands von der Nabe. Ebenso ist die Masse zu berücksichtigen, die mit zunehmendem Abstand von der Nabe überproportional abnimmt.

6.2.5 Statistische Auswertung der Wurfweiten

Die statistische Verteilung der Wurfweiten erfolgt durch numerische Ermittlung. Es wird vorausgesetzt, dass jeder Abwurfwinkel die gleiche Wahrscheinlichkeit hat. Mit den o. a. kinematischen Grundgleichungen erfolgt die Ermittlung der Abwurfweiten für Abwurfwinkel, die in 0,01-Grad-Schritten im gesamten Wertebereich eines Umfangs (360°) variiert werden. Die ermittelten Wurfweiten sind nicht gleichmäßig im Wertebereich zwischen größter und geringster Wurfweite verteilt. Es ergibt sich eine Häufung von Wurfweiten in der Nähe des Größtwertes, der Nähe des Kleinstwertes sowie in ca. 50 bis 100 m Abstand vom Standort der WEA. Die so ermittelten Lagen der Aufprallstellen gelten für eine Windrichtung.

Bei iterativer Veränderung der Windrichtungen über den vollen Kreisumfang ergibt sich dann ein Trefferfeld mit punktuell veränderlichen Trefferwahrscheinlichkeiten. Im Prinzip bildet sich jedoch die oben skizzierte Charakteristik der Verteilung mit den absoluten und relativen Maxima ab. In Anlage A 9 ist die Verteilungsfunktion bei gleichmäßiger Verteilung der Windrichtungen aufgetragen. Bei ungleichmäßiger Windverteilung ist die Verteilungsdichte der Aufprallstellen nicht mehr rotationssymmetrisch, sondern sie weist Dellen auf. Bei der Ermittlung der Mindestabstände werden die ungünstigsten Dellen zugrunde gelegt. Diese werden ermittelt aus Windrichtungsverteilungen von zur Verfügung stehenden Einzelfalluntersuchungen im norddeutschen sowie mitteldeutschen Raum.

6.3 Ergänzende Bemerkungen

6.3.1 Überdrehzahl

Die Wurfweite ist unter anderem von der Drehzahl abhängig. Die maximale Drehzahl (Nenndrehzahl) wird gefahren, wenn sich die Windgeschwindigkeit im Wertebereich zwischen Nennwindgeschwindigkeit und Abschaltwindgeschwindigkeit befindet. Bei geringeren Windgeschwindigkeiten verringert sich die Drehzahl der WEA. Durch die Betriebssteuerung ist gewährleistet, dass die zu jeder Windgeschwindigkeit gehörige Drehzahl mit hinreichender Genauigkeit gefahren wird. Überdrehzahlen mit signifikanter Abweichung von den Nenndrehzahlen sind bei Ausfall der Betriebssteuerung denkbar. In diesem Fall ist als Grenzwert eine 25%ige Erhöhung der Nenndrehzahl denkbar. Üblicherweise müssen dann autark betriebene Bremssysteme in den Blättern wirksam werden. Erst bei Ausfall dieser Systeme sind noch höhere Überdrehzahlen denkbar.

Aus den zuvor beschriebenen Betriebszuständen ist zu erkennen, dass zu dem Auftreten einer signifikanten Überdrehzahl ein Versagen von Betriebssteuerungen und sonstigen Sicherheitseinrichtungen erforderlich ist. Für das Versagen mikroelektronischer Bauteile der Betriebssteuerung sind der Literatur (Unterlage U 48) Werte zwischen 10^{-4} Ereignisse/Jahr und 10^{-2} Ereignisse/Jahr zu entnehmen. Diese Werte müssten für den ungünstigen Fall einer nicht redundanten Schaltung eingesetzt werden. In der probabilistischen Betrachtung von Wurfweiten sind unter Überdrehzahl ermittelte Wurfweiten mit einer entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeit zu belegen. Mit den Zahlenwerten aus Kapitel 5.5.1 beträgt die Abwurfwahrscheinlichkeit z. B. eines 100%-Rotorblattes von $2,8 \cdot 10^{-6}$ bis $2,8 \cdot 10^{-8}$ Ereignisse pro Jahr (statt $2,8 \cdot 10^{-4}$ Ereignisse pro Jahr). Da größere Drehzahlen größere Werte für die maximale Wurfweite bedingen, ergeben sich für den einzelnen Punkt des Trefferfeldes geringere Wahrscheinlichkeiten gegenüber dem Trefferfeld bei Nenndrehzahl. Daraus ergibt sich, dass ein unter Überdrehzahl ermitteltes Trefferfeld aus probabilistischer Sicht vernachlässigbar ist. Es wird somit keine Überdrehzahl berücksichtigt.

6.3.2 Maßgebliche Windgeschwindigkeiten

Gemäß den Ausführungen in Kapitel 5.2.4 tritt der Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon in 70 % der Fälle bei Sturm auf. Vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend, wird in den folgenden Untersuchungen die Abschaltwindge-

schwindigkeit der einzelnen Anlagen verwendet. Für die restlichen 30 % der Abwurfereignisse wird postuliert, dass sie sich bei Windgeschwindigkeiten zugehörig zur Nenndrehzahl ereignet haben. Da die Nenndrehzahl steuernd für die Wurfweite ist, ergeben sich durch die oben getroffene Annahme vernachlässigbare Differenzen. Abwurfereignisse unterhalb der Nennwindgeschwindigkeit (ca. 40 % bis 50 % der Abschaltgeschwindigkeit) werden hier nicht berücksichtigt.

6.3.3 Sturmabregelung

Bei einigen WEA besteht die Möglichkeit, den Betrieb nicht schlagartig bei Überschreiten der Abschaltwindgeschwindigkeit sondern kontinuierlich einzustellen. In diesem Fall fährt die WEA auch bei höheren Windgeschwindigkeiten, allerdings mit reduzierten Drehzahlen. Diese Sturmabregelung ist optional.

Voruntersuchungen haben ergeben, dass sich durch die Berücksichtigung von Betriebszuständen, die durch die Sturmabregelung möglich sind, geringere Mindestabstände ergeben. Der Übersicht halber bleibt dieser Sonderfall in den folgenden Untersuchungen auf der sicheren Seite liegend unberücksichtigt.

In den Berechnungen wird folglich die maximale Windgeschwindigkeit verwendet, bei der die Nenndrehzahl gefahren wird. Das entspricht der Abschaltgeschwindigkeit.

6.3.4 Eindringen eines abgeworfenen Rotorblattes in den Boden

6.3.4.1 Eingeeerdete Schutzobjekte

Für eingeeerdete Schutzobjekte stellt das Erdreich eine zusätzliche Schutzfunktion dar. Eine Schädigung des Schutzobjektes tritt nur dann ein, wenn das aufkommende Rotorblatt tief genug in den Boden eindringt. Die größte Eindringtiefe ergibt sich, wenn das Blatt parallel zur Wurfbahn, ohne jegliche Drehung und mit der Blattspitze bzw. der Nabe voran auf dem Boden aufprallt. Ein signifikantes Eindringen des Blattes kann auch dann angenommen werden, wenn der Winkel zwischen der Längsachse des Blattes und der Wurfbahn gering ist. In der Literatur (Unterlage U 38) wird hierfür ein Winkel von 10° angenommen. Bei größeren Winkeln ist von einem Bruch des Blattes auszugehen, bei dem wesentliche Teile der Aufprallenergie verzehrt werden. Dann steht keine Energie mehr

zur Durchdringung des Erdreichs zur Verfügung. Abweichend und auf der sicheren Seite liegend, wird in den folgenden Untersuchungen ein kritischer Winkel von 30° angesetzt.

Zur probabilistischen Bewertung wird weiterhin postuliert, dass sich das Rotorblatt zum Zeitpunkt des Aufpralls in einer beliebigen Stellung befindet. Dies ist auf die Anfangsbedingungen zum Zeitpunkt des Abwurfes und auf die einwirkenden Kräfte während des Wurfes zurückzuführen. Jede mögliche Stellung ist probabilistisch gleichwertig. Das beliebig drehende Rotorblatt befindet sich innerhalb einer Kugel mit dem Durchmesser entsprechend der Länge des Rotorblattes. Die Eintrittswahrscheinlichkeit einer kritischen Stellung ergibt sich somit aus dem Verhältnis der Mantelfläche des Kugelabschnittes und der Oberfläche der gesamten Kugel.

Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass ein Eindringen von Gegenständen in den Boden nur bei signifikanten Massen möglich ist. Das Eindringen von aufprallenden Kleinteilen bis in Leitungsnähe kann ausgeschlossen werden. In den folgenden Untersuchungen werden ein nennenswertes Eindringen des gesamten Rotorblattes in allen Klassen der Windenergieanlagen und zusätzlich ein Eindringen eines Drittelblattes in den Klassen 4 und 5 angesetzt. Die Klassen sind in Kapitel 9.2.1 beschrieben.

6.3.5 Maßgebende Fläche oberirdischer Anlagen

Das hier verwendete Berechnungsmodell basiert auf der Wurfparabel eines Punktes unter Berücksichtigung der entsprechenden aerodynamischen Eigenschaften. Demzufolge ist die Aufprallstelle als Punkt definiert. Eine Gefährdung kann also auch dann eintreten, wenn sich der Trefferpunkt in unmittelbarer Nähe eines oberirdischen Schutzobjektes befindet.

Demzufolge ergibt sich die Größe des gefährdeten Bereiches aus der Größe der Anlage selbst zuzüglich eines Einflussbereiches für die Länge des abgeworfenen Gegenstandes. Hierzu wird die ermittelte Lage einer Aufprallstelle dem Mittelpunkt eines Kreises zugeordnet, innerhalb dessen sich das abgeworfene Rotorblatt befindet. Der Radius dieses Kreises ist gleich der halben Rotorblattlänge. Eine Gefährdung der oberirdischen Anlage tritt dann ein, wenn der Abstand zwischen der Aufprallstelle und der Außenkante dieser Anlage maximal dem Radius

dieses Kreises entspricht. Allerdings tritt gerade in dem Fall eine Gefährdung nur dann ein, wenn die Achse des aufprallenden Rotorblattes senkrecht zur Außenkante der oberirdischen Anlage steht. Da jede Lage innerhalb des Kreises als probabilistisch gleichwertig zu betrachten ist, wird die zusätzliche Breite des Gefährdungsbereiches aus der Flächengleichheit des Halbkreises und eines Rechtecks mit einer Länge gleich der Rotorblattlänge errechnet.

6.3.6 Gefährdung von großformatigen Rohren

Bei Großrohren ab DN 1000 mit Nenndrücken im Bereich von 84 bar bis 100 bar sind Sonderregelungen in Abstimmung mit dem Leitungsbetreiber möglich. Berechnungen zeigen, dass derartige Rohre durch ein aufprallendes Rotorblatt zwar beschädigt werden, es jedoch nicht zu einer Undichte kommt. Eine derartige Studie ist in der Anlage A 13 enthalten. Hier wurde für Leitungen DN 1000 bis DN 1400, die mit 100 bar betrieben werden, nachgewiesen, dass sich das Rohr plastisch verformt. Allerdings wird dabei die Bruchdehnung des Rohres nicht erreicht. Somit kommt es nicht zu einer Undichte.

Es wird ausdrücklich betont, dass dieser Zustand nur dann zulässig ist, wenn der Leitungsbetreiber das Risiko der Leitungsverformung ausdrücklich kennt und diesem Ereignis zustimmt.

6.4 Ergebnisse

Die graphische Darstellung der Aufprallwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Abstandes zur WEA ist in der Anlage A 9 dargestellt. Berücksichtigt ist in den Ergebnissen die Eintrittswahrscheinlichkeit für den Abwurf eines rotierenden Teiles gemäß Kapitel 5.2 einschließlich der Aufteilung hinsichtlich der Größe des abgeworfenen Teiles gemäß Kapitel 5.2.3. Der Vergleich mit Ergebnissen unter Anwendung anderer Berechnungsverfahren liefert eine gute Übereinstimmung.

Die Berechnungen liefern für jede WEA und für jedes abgeworfene Teil eine maximale Wurfweite. Anhand dieser Wurfweite ergibt sich ein Kreis möglicher Aufprallstellen, dessen Mittelpunkt der Standort der WEA ist. Jeder einzelne Punkt innerhalb dieses Kreises ist mit einem Wert für die Trefferwahrscheinlichkeit belegt. Der Wert jedes einzelnen Punktes ist umso größer, je kleiner der Wert für die maximale Wurfweite ist, da das Integral über die Trefferwahrscheinlich-

keiten des gesamten Feldes den Wert 1 ergeben muss. Dies kann in bestimmten Fällen dazu führen, dass der Mindestabstand nicht von der Anlage mit den maximalen Wurfweiten bestimmt wird.

Der „springbrunnenartige“ Verlauf der Werte für die Trefferwahrscheinlichkeit (Anlage A 9) führt zu der im Folgenden beschriebenen Besonderheit. Bei bestimmten Größen eines Schutzobjektes und einem bestimmten Grenzwert kann ein größerer Abstand zwischen Schutzobjekt und WEA unsicherer sein als ein geringerer Abstand. Dies ist auf die Häufung von Aufprallstellen im Bereich der maximalen Wurfweite zurückzuführen, die in diesem Bereich zu einem Anstieg der Eintrittswahrscheinlichkeit führt. Bei Aufaddition der Trefferwahrscheinlichkeiten über eine bestimmte Fläche des Schutzobjektes in diesem Bereich am Außenrand der Aufprallstellen kann der Grenzwert überschritten werden. Ist dagegen das Schutzobjekt näher an der WEA platziert, in dem Bereich eines relativen Minimums der Dichtefunktion, so kann die Aufaddition der Trefferwahrscheinlichkeiten über die Fläche des Schutzobjektes zu einem Wert führen, der unterhalb eines zulässigen Grenzwertes liegt. Wie in Kapitel 4.2 angegeben, erfolgt die Bestimmung des Mindestabstandes durch iterative Annäherung des Schutzobjektes der WEA.

Für eine allgemeine Bewertung sicherheitsrelevanter Abstände zu beliebigen Schutzobjekten wird ein Mindestabstand errechnet, bei dem eine Trefferwahrscheinlichkeit eines abgeworfenen Rotorblattes oder eines Teiles davon als probabilistisch irrelevant anzusehen ist. Diese Abstände werden als Unbedenklichkeitsgrenze benannt und sind in der Anlage A 25 zusammengestellt. Die Abstände ergeben sich aus dem absoluten Maximalwert einer errechneten Wurfweite.

7. Gefährdung durch Abwurf von Eisfragmenten

7.1 Darstellung der Gefährdung

Bei Abwurf von Eisfragmenten kommt es zur Gefährdung von einigen oberirdischen Schutzobjekten. Zu diesen Schutzobjekten gehören zum einen jegliche Anlagen, bei denen sich Personen im Freien aufhalten. Weiterhin gehören hierzu Stationen, insbesondere sehr dünnwandige Behälter bzw. direkt an mediumbeaufschlagten Bauteilen angeschlossene Messeinrichtungen.

Die Gefährdung resultiert aus der kinetischen Energie des abgeworfenen Eisfragmentes. Aufgrund dieser Energie entstehen für sich im Freien aufhaltende Personen fatale Folgen bzw. es werden die Hüllen dünnwandiger Behälter oder von Fahrzeugen durchbohrt.

7.2 Angaben zur Berechnung

Die Berechnung der Wurfweiten erfolgt nach den Angaben in Kapitel 6.2 und 6.3. Folgende Besonderheiten sind jedoch zu berücksichtigen.

Aus Versuchen und Erfahrungen ist bekannt (s. a. Unterlage U 52), dass die Loslösung des Eises von den Rotorblättern u. U. in großformatigen Teilen stattfinden kann. Spätestens beim Abriss von der Kante zerfallen diese großformatigen Teile jedoch in klein- und kleinstformatige Eisfragmente. In den folgenden Untersuchungen wird folglich ein kleinformatiges Eisfragment betrachtet. Aus den Statistiken zu Unterlage U 54 sowie den Angaben aus der Unterlage U 53 ist zu entnehmen, dass Eisfragmente mit einem Gewicht von bis zu 1 kg in statistisch relevanter Anzahl vorkommen. In den folgenden Untersuchungen wird daher das Gewicht des Eisfragmentes angesetzt zu

$$G_{\text{Eis}} = 1 \text{ kg.}$$

Abwurf von Eisfragmenten findet nicht zwangsweise bei hohen Windgeschwindigkeiten statt. Vielmehr ist bei dem Abwurf von Eisfragmenten die statistische Verteilung der Windgeschwindigkeiten zugrunde zu legen. Das bedeutet, dass bei Nenndrehzahl und hoher Windgeschwindigkeit die Abwurfwahrscheinlichkeit von Eisfragmenten deutlich geringer ist als bei mittlerer Windgeschwindigkeit.

Ebenso ist die Abwurfwahrscheinlichkeit bei geringen Windgeschwindigkeiten und geringen Drehzahlen geringer als bei mittleren Windgeschwindigkeiten.

Hieraus ist zu schließen, dass für die Bestimmung der Trefferwahrscheinlichkeit eines Punktes die Berechnungen für unterschiedliche Windgeschwindigkeiten samt den dazugehörigen Drehzahlen durchzuführen ist. Dies führt zu einem sehr hohen Rechenaufwand, sodass für die vorliegenden Untersuchungen eine Vereinfachung eingeführt wird. Die Berechnung erfolgt konservativ für die maximale Windgeschwindigkeit, die ebenso für den Abwurf von Rotorblättern verwendet wird. Hierzu wurden Vergleichsrechnungen anhand der Kennwerte konkreter Projekte durchgeführt. Zur Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Eiswurfereignissen bei maximaler Windgeschwindigkeit wird ein Korrekturfaktor

$$Pf_{4.1} = 0,5$$

angesetzt.

8. Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

8.1 Darstellung der Beanspruchung

Bei dem Abwurf eines Maschinenhauses können in der Nähe befindliche Schutzobjekte entweder durch das Maschinenhaus selbst oder durch davon abstehende Rotorblätter beschädigt werden.

Beim Abwurf eines Maschinenhauses entsteht eine hohe Aufprallenergie, wodurch sich das Maschinenhaus in das Gelände über einige Dezimeter in den anstehenden Boden eindrückt. Weiterhin bewirkt die hohe Aufprallenergie eine Ausbreitung von Wellen im Boden, die die eingeordneten Schutzobjekte zusätzlich beanspruchen.

An dem abgeworfenen Maschinenhaus befinden sich im Betriebszustand die Rotorblätter. Unter ungünstigen Bedingungen können abstehende Rotorblätter über die Aufprallstelle des Maschinenhauses selbst hinausragen. Für Schutzobjekte ergibt sich dann ein zusätzlicher Gefährdungsbereich.

Der Beginn des Abwurfes ist ebenfalls als stark diskontinuierlicher Prozess zu betrachten. Es kommt zunächst zu örtlichem Versagen, das erst dann zum Abwurfereignis führt, wenn die Resttragfähigkeit nicht mehr ausreicht. Dieser Prozess hat eine zeitliche Abwicklung. Insofern ist für dieses Versagensszenario wiederum von einer willkürlichen Lage der Wurfbahn und einer willkürlichen Lage der Rotorblätter beim Zeitpunkt des Aufpralls auszugehen.

8.2 Aufprallstelle des Maschinenhauses

8.2.1 Theoretische Grundlagen der Wurfparabel

Anzusetzen ist die Gleichung der Wurfparabel ohne Luftwiderstand (Unterlage U 39). Die Berücksichtigung des Luftwiderstandes ist aufgrund des hohen Eigengewichtes bei den geringen Dimensionen von untergeordneter Bedeutung. Daher bleibt der Luftwiderstand unberücksichtigt.

Die Einzelheiten des Berechnungsmodells sind in der Anlage A 10 dargestellt. Es wird ein vereinfachtes Berechnungsmodell verwendet, welches von einem Ab-

wurfwinkel von 45° ausgeht. Aufgrund der hohen Masse des Maschinenhauses liegt diese Annahme auf der sicheren Seite.

In der Berechnung wird das Maschinenhaus als Punkt betrachtet. Daher muss die Aufprallstelle erweitert werden, um die Dimension des Maschinenhauses und einen Sicherheitszuschlag. Die Dimension des Maschinenhauses wird mit der maximalen Abmessung, d. h. der Maschinenhauslänge, berücksichtigt. In der Berechnung ist diese zu 50 % angesetzt, da die errechnete Aufprallstelle den Mittelpunkt darstellt. Der Sicherheitszuschlag berücksichtigt etwaige Kraterbildungen und wird mit 2 m angesetzt.

8.2.2 Probabilistische Betrachtungen

Die Lage der Aufprallstelle kann probabilistisch gesehen dahingehend ausgewertet werden, dass sich diese auf einem beliebigen Punkt eines konzentrischen Kreises mit dem entsprechenden Radius befindet. Diese Betrachtungen bleiben jedoch auf der sicheren Seite liegend unberücksichtigt, da die Hauptabmessung des Maschinenhauses im Verhältnis zu dem Umfang des entsprechenden Kreisinges eine ähnliche Größenordnung hat.

8.2.3 Ergebnisse

Die Berechnung erfolgt für die unterschiedlichen Nabenhöhen je Leistungsklasse. Die Ergebnisse sind in der Anlage A 11 zusammengestellt.

Erfahrungen aus bekannten Vorfällen zeigen, dass die oben angegebenen Werte auf der sicheren Seite liegen.

8.3 Aufprallstelle abstehender Rotorblätter

8.3.1 Grundlagen der Berechnung

Der Gefährdungsbereich vergrößert sich, wenn ein an dem abgeworfenen Maschinenhaus befindliches Rotorblatt der Länge nach auf dem Boden aufkommt. Der maximale Gefährdungsbereich liegt dann in einer Entfernung des halben Rotordurchmessers von der Aufprallstelle zuzüglich eines Sicherheitszuschlag von 20 %.

Der letztgenannte Zahlenwert tritt nur dann ein, wenn die Verlängerung der Längsachse des entsprechenden Rotorblattes durch den Standort der WEA geht. Da jedoch insgesamt der Abstand zur WEA gering ist, wird im vorliegenden Fall auf der sicheren Seite liegend immer der halbe Rotordurchmesser angesetzt.

8.3.2 Probabilistische Betrachtungen für eingeeordnetes Schutzobjekt

Ein eingeeordnetes Schutzobjekt (z. B. eine Leitung) ist nur dann gefährdet, wenn eines der drei Rotorblätter in den Boden eindringen kann. Hierbei muss die Eindringstelle des Rotorblattes mit der Schutzobjektslage übereinstimmen. Es handelt sich wiederum um Folgeereignisse, deren Eintrittswahrscheinlichkeiten zu multiplizieren sind.

Die Wahrscheinlichkeit für das Eindringen eines der drei Rotorblätter ergibt sich aus der in Kapitel 6.3.4 festgelegten Annahme über den Winkel zwischen Rotorblattachse und der Wurfbahn. Das abgeworfene Maschinenhaus samt den Rotorblättern befindet sich innerhalb einer Kugel, deren Radius dem Rotordurchmesser entspricht. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreffen eines der Rotorblätter in einem 30°-Kegel ergibt sich nach den Vorgaben in Kapitel 6.3.4. Dieser Wert ist zu halbieren, da nur der Teil des Kugelabschnittes betrachtet wird, der weiter entfernt liegt, als die Aufprallstelle des Maschinenhauses. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich hierfür eine Eintrittswahrscheinlichkeit von $1 \cdot 10^{-1}$ Ereignissen pro Abwurf.

Die Aufprallstellen für die Rotorblattspitze befinden sich in einem zum Turm konzentrischen Kreis, dessen Außenradius die Aufprallstelle zuzüglich der halben Rotorblattlänge beträgt. Das geradlinig verlaufende eingeeordnete Schutzobjekt, z. B. Leitung, durchquert diesen Kreis in einem Abstand zum Standort der WEA, der sich innerhalb der soeben beschriebenen Außengrenzen des Kreises befindet, im Übrigen jedoch beliebig ist. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstelle der Rotorblattspitze mit der Schutzobjektslage ergibt sich aus dem Verhältnis der Grundfläche des Schutzobjektes in diesem Kreisring und der Fläche des oben beschriebenen Kreisringes. Die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit für dieses Ereignis für unterschiedliche

Nabenhöhen und unterschiedliche Lagen des Schutzobjektes innerhalb des Kreisrings liefert einen Mittelwert von $6 \cdot 10^{-2}$ Ereignissen pro Abwurf.

Die soeben benannten Eintrittswahrscheinlichkeiten multipliziert mit der Eintrittswahrscheinlichkeit für den Abwurf des Maschinenhauses gemäß Kapitel 8.2 liefern eine Eintrittswahrscheinlichkeit für die Gefährdung von eingearbeiteten Schutzobjekten von

$$P_f \cong 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Unter Beachtung der Grenzwerte für Fernleitungen (Kapitel 10) und für Mineralölleitungen (Kapitel 11) sowie der entsprechenden Leitungen der E&P-Industrie (Kapitel 12) bleibt damit dieser Bereich für abstehende Rotorblätter bei Einzelanlagen unberücksichtigt.

8.3.3 Ergebnisse

Entsprechend der Vorgehensweise in Kapitel 8.2.3 werden die Berechnungen je Leistungsklasse der WEA durchgeführt. Maßgebend ist je Anlage die Summe aus der maximalen Abmessung des Maschinenhauses und dem maximalen Rotordurchmesser. Weiterhin erfolgt eine zusätzliche Berechnung, in der je Anlage die Summe aus der maximalen Abmessung des Maschinenhauses und dem halben Rotordurchmesser berücksichtigt wird. Die Ergebnisse sind in der Anlage A 11 enthalten.

8.4 Dynamische Beanspruchung infolge Aufprallenergie

8.4.1 Theoretische Grundlagen

Das Maschinenhaus hat in seiner bestimmungsgemäßen Lage eine potenzielle Energie, die sich aus dem Gewicht und der Nabenhöhe ergibt. Diese potenzielle Energie wird während des Abwurfs im Wesentlichen in kinetische Energie umgewandelt. Anzusetzen ist das gesamte Gewicht des Maschinenhauses einschließlich der Rotornabe und der Rotorblätter.

Durch den Aufprall wird dynamische Energie in den Boden eingeleitet. Es entstehen Schwingungen der Bodenpartikel. Diese Schwingungen pflanzen sich im

Erdreich fort. Hierdurch entsteht eine Zusatzbeanspruchung in eingeeordneten Schutzobjekten. Die Berechnung der Fortpflanzung von Schwingungen und der hieraus herzuleitenden Beanspruchungen ist ausführlich in den Unterlagen U 49 bis U 51 beschrieben. Die Höhe der Beanspruchung in den eingeeordneten Schutzobjekten ist abhängig von der eingeleiteten dynamischen Energie, von dem anstehenden Boden und von dem Abstand zwischen der Aufprallstelle und dem Schutzobjekt. Die Berechnung der Schwinggeschwindigkeit erfolgt anhand des folgenden empirisch verifizierten Gesetzes:

$$v = C \cdot \frac{\sqrt{E}}{a}$$

Der Faktor C berücksichtigt den Einfluss des Energieeintrags. Er wird hergeleitet aus den Ausführungen in U 50. Es wird hierbei vorausgesetzt, dass die anstehenden Böden Lockergesteinen zuzuordnen sind. Weiterhin wird aus Sicht der Bodendynamik der Aufprall als einmaliges Ereignis eingestuft. Unter diesen Voraussetzungen ist als Faktor für den Einfluss der Energiequelle anzusetzen

$$C = 12.$$

Ausdrücklich ist hierbei darauf hinzuweisen, dass sich dieser Faktor erhöht, wenn oberflächennahe felsige Gesteine anzutreffen sind. Dieser Sonderfall bleibt hier jedoch unberücksichtigt.

In den hier gewählten Ansätzen für die Ausbreitung von Stoßwellen bleibt auf der sicheren Seite liegend der Energieverzehr durch die Bodenverdichtung im Aufprallort unberücksichtigt.

8.4.2 Ergebnisse

Aus der Aufprallenergie lassen sich durch Verwertung der Formelwerke in den oben angegebenen Unterlagen U 49 bis U 51 Schwinggeschwindigkeiten und statische Ersatzlasten für das eingeeordnete Schutzobjekt errechnen. Sinnvoll ist die Berechnung dieser Ersatzlasten für eingeeordnete Schutzobjekte, bei denen sich aus den anderen Gefährdungspotenzialen geringe Abstände ergeben. Da die Schwinggeschwindigkeit und damit die statische Ersatzlast geometrisch mit

dem Abstand zum Aufprallort abnehmen, ist der Einfluss bei weiter entfernten Schutzobjekten (z. B. auch oberirdischen Schutzobjekten) vernachlässigbar.

8.4.3 Probabilistische Bewertung

Bei einer probabilistischen Bewertung müssen die Beanspruchungen durch Eintrag dynamischer Energie mit den Beanspruchungen aus Innendruck überlagert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Beanspruchungen aus dynamischer Energie mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit gemäß Kapitel 5.5.1 eintreten.

Die probabilistische Bewertung der Beanspruchung von eingeeordneten Schutzobjekten infolge Aufprallenergie eines abgeworfenen Maschinenhauses liefert selbst bei den geringen Abständen eine vernachlässigbare Größenordnung. Daher werden diese Beanspruchungen im Folgenden nicht berücksichtigt.

9. Ermittlung von Mindestabständen

9.1 Bewertung der Gefährdung

Die Ermittlung der Mindestabstände erfolgt im Prinzip unter Addition der Gefährdung der einzelnen hier untersuchten Gefährdungspotenziale, Abwurf von Trümmern, Abwurf und Fall von Eisfragmenten, Abwurf des Maschinenhauses. Da die Gefährdung durch jeweils eines der Gefährdungspotenziale eintreten kann, sind die jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten zu addieren. Die Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit der Gefährdung durch Turmbruch ist nur dann erforderlich, wenn der Grenzwert für das entsprechende Schutzobjekt geringer ist als die hier angesetzte Eintrittswahrscheinlichkeit für den Turmbruch. Einzelheiten hierzu sind in Anlage A 12 beschrieben. Darüber hinaus werden Gefährdungen nur dann aufaddiert, wenn sie geometrisch überhaupt möglich sind.

Die Ermittlung der Abstände erfolgt rechnerisch durch schrittweises Nähern des jeweiligen Schutzobjektes an den Standort der WEA. Mit abnehmender Entfernung erhöht sich die Trefferwahrscheinlichkeit. Die Entfernung gilt als Mindestabstand, bei der der Grenzwert in diesem Iterationsprozess signifikant überschritten wird.

9.2 Darstellung der Ergebnisse

9.2.1 Definition von Klassen der Windenergieanlagen

Ziel der Untersuchungen ist eine allgemein gültige Festlegung von Mindestabständen zwischen WEA und Schutzobjekten. Die Darstellung der Ergebnisse soll unabhängig vom Hersteller erfolgen. Da die Ergebnisse von den Parametern der einzelnen WEA abhängen, werden die WEA und damit die Ergebnisse nach den wesentlichen Parametern klassifiziert. Als wesentliche Parameter wurden der Rotordurchmesser, das Gewicht des Rotorblattes sowie die Nabenhöhe identifiziert. Zusätzlich wird die Nennleistung als Hilfsgröße verwendet (siehe 9.2.2.).

Aus der Marktanalyse und unter Berücksichtigung von Grundlagen zur aerodynamischen Dimensionierung von WEA wurden die in der folgenden Tabelle angegebenen Klassen definiert. Die Klassen werden nach dem Rotordurchmesser

und dem Blattgewicht (und der Nennleistung) beschrieben. Weiterhin zeigt sich, dass nicht bei jeder Nennleistung alle möglichen Nabenhöhen realisiert werden. WEA mit geringer Nennleistung werden mit Nabenhöhen bis maximal 100 m erstellt. Dagegen werden WEA mit hoher Nennleistung mit Nabenhöhen ab 80 m hergestellt. Im Einzelnen gelten die folgenden Werte:

Klasse	Rotordurchmesser RD in m	Blattgewicht RB in t	Nabenhöhe H in m	(Nennleistung) P in MW
1	$40 \leq RD < 65$	$RB < 15$	$H \leq 100$	$0,5 < P < 1,5$
2	$65 \leq RD < 100$	$RB < 15$	$H \leq 150$	$1,5 \leq P < 3,0$
3	$100 \leq RD < 120$	$RB < 15$	$60 < H \leq 150$	$3,0 \leq P < 4,5$
4	$120 \leq RD < 140$	$15 \leq RB \leq 25$	$60 < H \leq 170$	$4,5 \leq P \leq 8,0$
5	$140 \leq RD \leq 170$	$15 \leq RB \leq 25$	$80 < H \leq 170$	$4,5 \leq P \leq 8,0$

Tabelle 5: Definition der WEA-Klassen

Die Angaben von Mindestabständen gemäß den Anlagen A 15 bis A 25 erfolgen unter Berücksichtigung der hier definierten Klassen.

9.2.2 Ergänzende Bemerkungen

Die Definition der Klassen von WEA erfolgte anhand des Rotordurchmessers und des Blattgewichtes. In einzelnen Fällen von WEA können die Daten nicht korrelieren, d. h., dass die Zuordnung je nach Rotordurchmesser oder Blattgewicht zu unterschiedlichen Klassen erfolgen müsste. In diesem Fall ist der größere Mindestabstand maßgebend. Die Nennleistung stellt eine Hilfsgröße dar und ist nicht maßgebend. Die Nennleistung kann zur Klassifizierung verwendet werden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind (z. B. im frühen Projektstadium).

Die Ermittlung von Mindestabständen erfolgt anhand der konkreten WEA gemäß Anlage A 14.

9.2.3 Plausibilitätsprüfung der Mindestabstände

Die zuvor beschriebenen Berechnungen erfolgen unter Berücksichtigung der Daten der konkreten WEA je WEA-Anlage und Nabenhöhe. Es ergeben sich Min-

destabstände, die sich im Prinzip mit steigender WEA-Klasse und mit steigender Nabenhöhe vergrößern.

Allerdings ergeben sich in einzelnen Fällen Abweichungen von diesem allgemeinen Trend (s. a. Kapitel 6.4). Hintergrund ist der sich mit steigender WEA-Klasse und steigender Nabenhöhe vergrößernde Kreis möglicher Aufprallstellen. Die Vergrößerung des Kreises bedingt eine Verringerung der Wahrscheinlichkeit der einzelnen Aufprallstelle. Dies führt in Einzelfällen dazu, dass sich bei größerer WEA-Klasse und größerer Nabenhöhe ein geringerer Mindestabstand ergeben kann.

In den Tabellen der Anlagen A 15 ff. weisen die Mindestabstände mit zunehmender WEA-Klasse und zunehmender Nabenhöhe eine steigende, gelegentlich konstante Tendenz auf.

9.3 Allgemeine Anwendungshinweise

Die ermittelten Mindestabstände werden tabellarisch zusammengestellt. Für die Ermittlung dieser Mindestabstände wurden in den vorangegangenen Kapiteln Annahmen getroffen. Diese werden für die Anwendung der Tabellen im Folgenden noch einmal zusammengestellt:

- Die Mindestabstände der Anlagen A 15 ff. sind bei eingeardeten Leitungen vom Mittelpunkt des Standortes der WEA bis zur Achse der Leitung definiert. Bei allen anderen Schutzobjekten gilt der Mindestabstand vom Mittelpunkt des Standortes der WEA bis zur nächst gelegenen Außenkante dieses Schutzobjektes.
- Die Tabellen gelten für Anlagen, deren maschinenbautechnischer Teil nach den Richtlinien des GL (Unterlagen U 15 bis U 17) zertifiziert und deren Turmbauwerke nach der DIBt-Richtlinie (U 18 bis U 20), unter Einbeziehung der DIN EN 41400 (Unterlage U 13), dimensioniert wurden. Die Tabellen gelten weiterhin für Anlagen, deren Gründungen nach Vorgaben eines durch einen Sachverständigen erstellten Gründungsgutachtens hergestellt wurden. Unter den genannten Voraussetzungen gelten die angegebenen Mindestabstände sowohl für zu errichtende WEA in Nähe der benannten Schutzobjekte als auch für zu errichtende Schutzobjekte in der Nähe bereits bestehender WEA.

- Die Ermittlung der Mindestabstände erfolgt für die in Anlage A 14 angegebenen WEA-Typen. Die Ergebnisse können für hier nicht berücksichtigte WEA-Typen verwendet werden, sofern deren charakteristische Daten von den hier berücksichtigten WEA-Typen abgedeckt sind. Im Zweifel ist dies sachverständig zu prüfen.
- Bei eingeardeten Leitungen innerhalb von Windparks gilt der Mindestabstand für maximal drei WEA auf einer Leitungslänge von einem Kilometer.

Ggf. sind je Schutzobjekt weitere Anwendungshinweise zu beachten. Diese sind in den jeweiligen Kapiteln bzw. in den dazugehörigen Tabellenblättern angegeben.

10. Bewertung der Schutzobjekte für das Medium Erdgas

10.1 Allgemeines

Es werden Fernleitungen für den Transport von Erdgas (als Süßgas) betrachtet. Diese Leitungen verlaufen eingeerdet. Aus Sicherheitsgründen werden diese Leitungen in Abschnitten von ca. 10 bis 20 km sektioniert. Es handelt sich dabei um Stationen, in denen der Durchfluss des Mediums unterbrochen werden kann. Weiterhin befinden sich an den Leitungen Übergabestationen sowie Stationen mit Molchschleusen. Die benannten Stationen unterscheiden sich von einer eingeerdeten Leitung dann, wenn druck- und mediumführende Bauteile über die Geländeoberkante geführt werden.

Als Süßgas wird Erdgas bezeichnet, welches entzündlich, aber nicht toxisch ist. Eine Gefährdung von Personen außerhalb des unmittelbaren Aufprallbereiches eines abgeworfenen Rotorblattes kann bei einer Entzündung der Gaswolke oder durch die Druckwelle bei schlagartigem Leitungsaufriß entstehen. In die probabilistische Bewertung geht die Gefährdung durch Entzündung ein, wogegen die Gefährdung durch Druckwellenausbreitung vernachlässigt werden kann (Unterlage U 46). Diese Feststellung findet Berücksichtigung in der Festlegung von Grenzwerten (s. a. Kapitel 10.2).

Die hier angesprochenen Leitungen und Anlagen unterliegen der Verordnung über Gashochdruckleitungen (Unterlage U 6). Weitergehende Regelungen sind unter anderem im DVGW-Arbeitsblatt G 463 (Unterlage U 24) enthalten.

Die Berechnungen erfolgen nach den Angaben in Kapitel 9, den Eintrittswahrscheinlichkeiten in Kapitel 5, den Angaben zur Besonderheit von Windparks in Kapitel 4 sowie den Angaben zur Unterscheidung zwischen eingeerdeten und oberirdischen Schutzobjekten der Kapitel 6 bis 8.

10.2 Festlegung von Grenzwerten

Die Festlegung der Grenzwerte für Süßgasleitungen erfolgt auf Grundlage der DIN EN 16708 (Unterlage U 14) und der DIN EN 14161 (Unterlage U 11). In

DIN EN ISO 16708 sind Grenzwerte angegeben, die von der Umgebungsklasse, dem Nenndruck sowie dem Durchmesser der Leitung abhängen.

Hinsichtlich der Umgebungsklasse wird Tabelle B.1 aus Anhang B der DIN EN 14161 (Unterlage U 11) herangezogen. Die Umgebung definiert sich über die Bevölkerungsdichte. Die Errichtung von WEA erfolgt in der Regel in ländlichen Gebieten, bei denen mit einer Bevölkerungsdichte von <50 Personen je km² ausgegangen werden kann. Mit diesem Eingangswert leitet sich aus DIN EN ISO 16708 (Unterlage U 14) die Safety Class „Normal“ her.

Die Bestimmungsgleichung für den zulässigen Grenzwert lautet:

$$\text{zul Pf} = 5 \cdot 10^{-4} / (\text{PN} \cdot D^3).$$

Das Gutachten soll für Leitungen mit einem Nenndruck von maximal 100 bar und einem Nenndurchmesser in den Klassen „bis DN 500“, „bis DN 900“ und bis „DN 1400“ gelten. In der folgenden Tabelle sind die Grenzwerte für unterschiedliche relevante Durchmesser- und Nenndruckstufenkombinationen ermittelt. Ebenso sind in der Tabelle die Leitungsparameter angegeben, bei denen der Grenzwert den Maximalwert für die Versagensszenarien aus Kapitel 5.5.1 überschreitet.

Nenndurchmesser DN	zul Pf (SC = Normal) für		
	50 bar	90 bar	100 bar
200	-	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$
300	$2,9 \cdot 10^{-4}$	-	-
500	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$
900	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-6}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$
1400	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$

Tabelle 6: zul Pf in Ereignissen pro Jahr pro Kilometer

Vereinfachend wird in den folgenden Untersuchungen als Grenzwert angesetzt:

$$\begin{aligned} \text{zul Pf}_{\text{Leitung}} &= 6,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse}/(\text{km} \cdot \text{Jahr}) \text{ für Klasse „} \leq \text{DN 500“}, \\ \text{zul Pf}_{\text{Leitung}} &= 6,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse}/(\text{km} \cdot \text{Jahr}) \text{ für Klasse „} \leq \text{DN 900“}, \\ \text{zul Pf}_{\text{Leitung}} &= 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse}/(\text{km} \cdot \text{Jahr}) \text{ für Klasse „} \leq \text{DN 1400“}. \end{aligned}$$

Die probabilistische Bewertung derartiger Leitungen zeigt, dass die Gefährdung durch sonstige Beanspruchungen sowie durch Dritte deutlich geringere Werte aufweist. Insofern kann die hier untersuchte Gefährdung als steuernd angesetzt werden. Unter diesen Voraussetzungen wird auf die bei probabilistischer Bewertung übliche Reduzierung des Grenzwertes auf 10 % verzichtet. Diese Festlegung trifft für Leitungen der Klassen $DN \leq 900$ und $DN \leq 1400$ zu. Bei Leitungen der Klasse $DN \leq 500$ trifft dies nur eingeschränkt zu. Daher wird der Grenzwert für die Klasse bis $DN 500$ dem Grenzwert für die Klasse bis $DN \leq 900$ gleichgesetzt.

Bei Stationen ist der Bezug des Grenzwertes auf einen Kilometer nicht sinnvoll. Da der Gefährdungsbereich geringer ist als die Bezugslänge von einem Kilometer, wäre demnach eine Erhöhung des Grenzwertes zulässig. Hier wird darauf verzichtet, da dann das individuelle Risiko zum Tragen kommt. Als Grenzwert wird angesetzt

$$\text{zul } P_{f\text{Station}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

10.3 Mindestabstände für eingeardete Schutzobjekte

Eingeardete Gashochdruckleitungen haben Nenndurchmesser bis 1.400 mm. In der Regel handelt es sich um Leitungen mit einem Durchmesser von weniger als 1.000 mm. Da eine Beschädigung der Leitung auch dann eintritt, wenn das Blatt nicht unmittelbar oberhalb der Leitung aufkommt, ist ein Gefährdungsbereich zu definieren. Es wird über die Leitungsachse eine Fläche mit einer Breite von 3 m angesetzt.

Das Eintreten einer ungünstigen Stellung des aufkommenden Rotorblattes gemäß Kapitel 6.3.4.1 liefert einen zusätzlich zu berücksichtigenden Faktor von

$$P_{f4} = 0,067.$$

Weiterhin sind die Angaben der Größe des Rotorblattes in Abhängigkeit des Blattgewichtes in Kapitel 6.3.4.1 zu berücksichtigen.

Die Trasse von erdverlegten Leitungen ist abschnittsweise geradlinig. Zwischen diesen Abschnitten befinden sich sogenannten Tangentschnittpunkte (TS). Die

folgenden Berechnungen gelten für geradlinige Leitungen, einschließlich TS mit einem Schnittwinkel von mehr als 165°.

Die Ergebnisse befinden sich in der Anlage A 15. Es sind jeweils die Mindestabstände unter Berücksichtigung einer Einzelanlage und unter Berücksichtigung eines Windparks angegeben.

Maßgebend ist der Abwurf eines Rotorblattes.

10.4 Mindestabstände für oberirdische Schutzobjekte

Bei Ferngasleitungen sind Stationen mit Druck und Medium beaufschlagten Bauteilen über Geländeoberkante zu berücksichtigen. Der Grundriss der Stationen wird als Rechteck mit einem Seitenverhältnis von 2 zu 1 definiert. Dabei ist die Längsseite den WEA zugewandt. Hierdurch ergeben sich die größeren Mindestabstände. Die zu untersuchenden Stationen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Beispiel
30	15	450	Streckenschieber

Tabelle 7 Stationen an Ferngasleitungen

Bei der Berechnung wird nur der Aufprall von Großteilen des Rotorblattes (100%-Rotorblatt und 30%-Rotorblatt) berücksichtigt. Diese Großteile können beim Aufprall Bauteile der Hauptleitung zerstören. Dagegen werden bei dem Aufprall von Kleinteilen (Tip und Eisstücke) lediglich Messeinrichtungen zerstört. Diese haben gegenüber der Hauptleitung einen sehr geringen Durchmesser. In DIN EN 16708 (Unterlage U 14) geht der Durchmesser in die Ermittlung des Grenzwertes in der dritten Potenz ein. Somit ist der Einfluss der Treffer durch Tip und Eisstücke auf das Ergebnis vernachlässigbar.

Die Ergebnisse befinden sich in der Anlage A 15.

10.5 Ergänzende Bemerkungen

Bei der Verwendung der Tabellen sind die folgenden Bemerkungen zu beachten.

Sind gleichzeitig Stationen und eingeardete Leitungsabschnitte betroffen, ist für den Mindestabstand der größere Wert maßgebend. In der Regel ist das der Wert für Stationen.

Sonstige Besonderheiten in der Leitungsführung, wie Tangentenschnittpunkte mit größeren Abwinklungen, bedürfen einer gesonderten Untersuchung. Diese Untersuchung ist nicht erforderlich, wenn die Abstände nach Anlage A 25 ermittelt werden.

Bezüglich Leitungen der Klassen DN 1000 bis DN 1400 sei auf Kapitel 6.3.6 bzw. Anlage A 13 verwiesen. Diese Leitungen, die mit hohem Nenndruck betrieben werden, haben nennenswerte Wanddicken. Es wurde nachgewiesen, dass in diesem Fall der Aufprall eines Rotorblattes plastische Verformungen hervorruft. Allerdings wird hierbei die Bruchdehnung von Stahl nicht erreicht, sodass es nicht zu einer Undichte kommt. Für derartige Leitungen sind die Angaben in der Anlage A 15.2 maßgebend. Die Festlegung ist mit dem Leitungsbetreiber abzustimmen.

11. Bewertung der Schutzobjekte für das Medium Mineralöl

11.1 Allgemeines

Ergänzend zu den Ausführungen zu Gashochdruckleitungen (Kapitel 10) sind für Mineralölleitungen die folgenden Punkte zu beachten.

Es werden Leitungen betrachtet, die dem Transport von Mineralöl oder Mineralölderivaten dienen. Das transportierte Medium ist bei atmosphärischem Druck flüssig. Der Austritt von Medium aus Mineralölleitungen führt in der Regel zu Umweltschäden und gelegentlich zu Personenschäden. Die Umweltschäden bestehen aus einer Verschmutzung des Bodens im unmittelbaren Schadensbereich sowie einer Verschmutzung oberirdischer Gewässer oder des Grundwassers. Gravierende Personenschäden sind nicht auszuschließen, wenn es zu einer Entzündung gekommen ist. Zu einer Entzündung des ausgelaufenen Mediums bedarf es hoher Temperaturen oder einer Initialzündung.

11.2 Festlegung von Grenzwerten

Die Norm DIN EN ISO 16708 (Unterlage U 14) gilt ebenso für Mineralölfernleitungen. Dort werden anhand des Mediums und der Umgebungszone Sicherheitsklassen definiert, anhand derer die Dimensionierung der Leitung durchzuführen ist. Demzufolge sind Mineralölfernleitungen um eine Sicherheitsklasse niedriger einzustufen als Gasfernleitungen. Die für die Sicherheitsklassen hergeleiteten Grenzwerte in Anhang C der angegebenen Norm beziehen sich auf Gashochdruckleitungen und wurden den angegebenen Literaturstellen für diese Gefährdungspotenziale entnommen. Eine Übertragbarkeit auf andere Medien soll der Vorschrift zufolge von Fall zu Fall überprüft werden. Hierbei ist aufzuführen, dass bei der vorgesehenen Einstufung nach der angegebenen Vorschrift „geringe Umweltschäden“ zugelassen werden. Eine Höherstufung der Sicherheitsklassen ist erforderlich, wenn die Umweltschäden bei Entstehung einer Leckage als „erheblich“ eingestuft werden. Eine Quantifizierung dieser Bezeichnungen enthält die Norm nicht. Für die Festlegung von Grenzwerten sind daher ergänzende Untersuchungen erforderlich.

Hierzu erfolgt zunächst eine Bewertung der deterministischen Dimensionierung. Der Vergleich der maßgeblichen Vorschriften TRFL (Unterlage U 27) für die Dimensionierung von Mineralölleitungen sowie DVGW G 463 (Unterlage U 24) für Gashochdruckleitungen liefert erhöhte Sicherheitsanforderungen für Mineralölleitungen. Nur bei hochwertigen Stahlsorten sind die Anforderungen gleich.

Als eine alternative Abschätzung werden die Statistiken der Concawe (Unterlage U 34) verwendet. In der Statistik sind Schadensereignisse über die letzten ca. 30 Jahre ausgewertet. Für 290 Fälle wird die betroffene Fläche angegeben. Darüber hinaus ist die Zahl der Fatalitäten angegeben.

Für die Bewertung der Umweltschäden werden die Daten ausgewertet und durch Dichtefunktionen approximiert. Die betroffene Fläche liegt in knapp 70 % der Fälle unterhalb von 100 m². Die 95-%-Fraktile liegt bei 500 m². Eine Dauer der Beeinträchtigung der betroffenen Fläche ist in den Statistiken nicht angegeben.

Anhaltswerte für die Bewertung liefern die Richtlinien zur Anwendung der Störfallverordnung in der Schweiz (Unterlage U 8). Hier wird anhand des Schadensausmaßes ein Störfallwert definiert, aus dem sich eine zulässige Eintrittswahrscheinlichkeit für den Schaden herleiten lässt. Für den hier maßgebenden Schaden einer beschädigten Fläche wird das Kriterium „Boden mit beeinträchtigter Bodenfruchtbarkeit“ verwendet. Dabei erfolgt die Auswertung dahingehend, dass ein zulässiger Grenzwert für die Entstehung einer Undichte iterativ ermittelt wird. Im Ergebnis soll die Untergrenze des Übergangsbereiches im Diagramm des gesellschaftlichen Risikos, unter Berücksichtigung einer statistischen Verteilung der Größe der betroffenen Fläche, nicht überschritten werden. Die statistische Auswertung für die Größe der betroffenen Fläche folgt einer Log-Normalverteilung. Setzt man an, dass die Beeinträchtigung der Fläche über eine Dauer von 25 Jahren gegeben ist, so errechnen sich mit der angegebenen Vorgehensweise zulässige Grenzwerte für die Entstehung einer Undichte im Bereich zwischen $1,0 \cdot 10^{-5}$ bis $5,0 \cdot 10^{-5}$ Ereignisse/Jahr. Entsprechend der Vorgehensweise in Kapitel 10.2 erfolgt ein Bezug auf die Längeneinheit der Leitung. Dies geschieht durch Auswertung der betroffenen Flächen der oben angegebenen Statistik. Demnach entspricht die maximal angegebene Fläche einem Kreis mit einem Durchmesser von 70 m. Aufgerundet auf 100 m längs der Leitungsachse kann der Grenzwert um eine Zehnerpotenz erhöht werden. Dabei muss

jedoch, entsprechend der probabilistischen Vorgehensweise, das hier betrachtete Ereignis als zusätzliches Gefährdungspotenzial berücksichtigt werden, sodass wiederum der Grenzwert für die hier vorliegenden Untersuchungen um eine Zehnerpotenz verschärft werden muss.

Gravierende Personenschäden gibt es bei dem Austritt von Erdöl bzw. Erdölderivaten in der Regel immer dann, wenn es zu einer Entzündung kommt. Die Entzündungshäufigkeit liegt gemäß Statistik (Unterlage U 34) bei ca. 3 %. Im vorliegenden Fall sind nur die Ereignisse mit verzögerter Zündung zu betrachten, da bei gleichzeitiger Zündung der Personenschaden ohnehin schon durch den Aufprall selbst entstanden ist. Dann verringert sich der soeben angegebene Faktor auf ca. 1,5 % der Ereignisse. Diese Gefährdung wird als nicht relevant betrachtet.

Der Abgleich der Bewertung der deterministischen und der probabilistischen Analysen liefert eine Gleichbehandlung von Gasfernleitungen und Mineralölfernleitungen. Daher wird in den folgenden Untersuchungen ein Grenzwert von

$$\text{zul } P_{f_{\text{Leitung}}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse}/(\text{km} \cdot \text{Jahr})$$

$$\text{zul } P_{f_{\text{Station}}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

angesetzt.

11.3 Mindestabstände für eingeardete Leitungen

Die Berechnungen erfolgen analog zu den Ausführungen in Kapitel 10.3. Es werden Mindestabstände angegeben für geradlinig verlaufende Leitungen, einschließlich eines TS mit einem Schnittwinkel von mehr als 165°.

In Anlage A 16 sind Mindestabstände für alle Versagensszenarien angegeben. Die Ermittlungen wurden durchgeführt für einen Rohrdurchmesser von maximal DN 1000.

Leitungspakete, auch mit Leitungen zum Transport anderer Medien, sind nicht berücksichtigt.

11.4 Mindestabstände für oberirdische Anlagen

Betrachtet werden oberirdische Anlagen diverser Größen. In den Berechnungen wird ein Grundriss mit den Seitenverhältnissen von ca. 1,5 zu 1,0 angesetzt. Dabei ist die längere Seite dem Standort der WEA zugewandt, wodurch sich größere Mindestabstände ergeben. Die einzelnen Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Beispiel
19	13	247	Schieberstation
55	37	2.035	Abzweigstation
120	75	9.000	Pumpstation

Tabelle 8: Anlagen für Mineralölföhrleitungen

Hinsichtlich der Bewertung des Aufpralls von Rotorblattteilen unterschiedlicher Größe wird hier verfahren, wie in Kapitel 10.4 beschrieben.

11.5 Ergänzende Bemerkungen

Sind gleichzeitig Stationen und eingeeerdete Leitungsabschnitte betroffen, so ist für den Mindestabstand der größere Wert maßgebend.

Sonstige Besonderheiten in der Leitungsföhrung bzw. abweichende Abmessungen von Stationen bedürfen einer gesonderten Untersuchung. Diese Untersuchung ist nicht erforderlich, wenn die Abstände gemäß Anlage A 25 überschritten werden.

12. Bewertung für die E&P-Industrie

12.1 Allgemeines

Die E&P-Industrie (Exploration and Production) umfasst alle Anlagen zur Förderung des Mediums aus diesen Lagerstätten. Es handelt sich entweder um Erdgas oder um Erdöl. Bei Erdgas ist zwischen Süßgas und Sauergas zu unterscheiden.

Sauergas ist ein Erdgas, welches Schwefelwasserstoff (H_2S) enthält. Dieses Sauergas wird oftmals aus Vorkommen im norddeutschen Raum gefördert. Es ist als sehr toxisch einzustufen. Gemäß Unterlage U 44 kann es bei Konzentrationen ab 600 ppm innerhalb von zwei Minuten zur Fatalität führen. Im norddeutschen Raum werden Vorkommen mit einem H_2S -Gehalt von wenigen ppm bis 35 Vol.-% gefördert (Unterlage U 43). Einzelheiten zu Süßgas sind dem Kapitel 10 zu entnehmen.

Einzelheiten zu Mineralöl sind Kapitel 11 zu entnehmen. Allerdings ist ergänzend aufzuführen, dass in Deutschland Wasser mit einem mehr oder weniger geringen Anteil an Erdöl gefördert wird. Die Gefährdung kann schon aufgrund des Mediums geringer als die Gefährdung einer Mineralölfornleitung eingestuft werden.

Die hier bewerteten Leitungen und Anlagen unterliegen dem Bundesberggesetz (Unterlage U 3), in Verbindung mit der Bergverordnung BVOT (Unterlage U 4) und der TRFL (Unterlage U 23).

12.2 Festlegung von Grenzwerten

12.2.1 Grenzwerte für das Medium Süßgas

Bei dem Medium Süßgas gelten die Ausführungen in Kapitel 10.2. Allerdings wird für diesen Industriezweig der maximale Durchmesser mit DN 600 angegeben. Als Grenzwerte werden nach Kapitel 10.2 angesetzt:

zul $Pf_{\text{Leitung,E\&P}} = 6,0 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/(km · Jahr)

zul $Pf_{\text{Station,E\&P}} = 1,0 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/Jahr.

12.2.2 Grenzwerte für das Medium Sauergas

Die Festlegung von Grenzwerten nach DIN EN ISO 16708 (Unterlage U 14) gelten auch für Sauergas, da in dieser Vorschrift unter Medium sowohl entzündliche als auch entzündlich/toxische Medien aufgeführt sind. Dies entspricht jedoch nicht dem Vorschriftenstand in Deutschland. In der deterministischen Dimensionierung von Leitungen werden in Deutschland für Süßgas und Sauergas unterschiedliche Sicherheitsbeiwerte vorgeschrieben (siehe Unterlagen U 21 und U 24). Um diesen Zustand beizubehalten, sind ergänzende Überlegungen erforderlich.

Einen Ansatz liefert die Anwendung der DIN EN ISO 16708 in der Form, dass dort die höchste Sicherheitsklasse (Safety Class „Very High“) verwendet wird. Der sich dann ergebende Grenzwert für die möglichen Parameter maximaler Nenn-durchmesser DN 500 und Innendruck PN 100 liegt in der Größenordnung von $3,8 \cdot 10^{-7}$ Ereignissen pro Jahr und Kilometer.

Ein Grenzwert lässt sich auch aus der WEG-Empfehlung 2001 (Unterlage U 45) herleiten. In dieser Empfehlung werden Alarmierungstreifen entlang einer Sauergasleitung definiert, die dem Bereich der Gefährdung von Personen entsprechen. Die Breite des Alarmierungstreifens ist abhängig von dem H₂S-Gehalt des transportierten Mediums, dem Abstand zwischen benachbarten Armaturen sowie dem Leitungsdurchmesser. Der H₂S-Gehalt ist dargestellt im Wertebereich zwischen 1 % und 35 %. Der Abstand benachbarter Armaturen wird zwischen 2.000 m und 6.000 m variiert. Der maximale Rohrdurchmesser entspricht einer Nennweite DN 500. Gemäß der bisherigen Vorgehensweise soll der H₂S-Gehalt auf maximal 20 Vol.-% beschränkt werden. Für die Bestimmung eines Grenzwertes wird weiterhin der maximale Armaturenabstand von 6.000 m angesetzt. Ebenso wird der maximale Nenndurchmesser DN 500 angesetzt. Die Ermittlung eines Grenzwertes erfolgt unter Verwendung der Unterlagen U 7 und U 8. Die dortigen Angaben werden so verwendet, dass anhand einer Anzahl von gefährdeten Personen, unter Ansatz der Akzeptabilitätsgrenze, eine zulässige Eintrittswahrscheinlichkeit für die Entstehung einer Undichte an einer Sauer-gasleitung errechnet wird. Die Anzahl der gefährdeten Personen ergibt sich aus

den Festlegungen der DIN EN 14161 (Unterlage U 11), ähnlich zu Kapitel 10.2, mit einer mittleren Personendichte von 50 Personen pro km². Das gefährdete Areal wird als Viertelkreis mit einem Radius entsprechend der halben Breite des kompletten Alarmierungstreifens angesetzt. Die zahlenmäßige Auswertung liefert für die oben benannten Randbedingungen eine zulässige Eintrittswahrscheinlichkeit für den Schadensfall von $1,2 \cdot 10^{-6}$ Ereignissen pro Jahr. Die Auswertung von Schadensstatistiken an Leitungen (z. B. Unterlage U 33) zeigt auf, dass als häufigste Ursache für Schäden an Leitungen die Schädigung durch Dritte auftritt. In diesem Fall ist die Entstehung einer Undichte stark abhängig von der Festigkeit und der Wanddicke der Leitung. Die Ermittlung der Wanddicke erfolgt nach der technischen Regel der WEG (Unterlage U 21). Die sich hieraus ergebenden Wanddicken liefern Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Entstehung einer Undichte infolge Schädigung durch Dritte von weniger als $1,0 \cdot 10^{-10}$ Ereignissen pro Jahr. Insofern kann die Beschädigung durch Abwurf eines Rotorblattes als steuernd und damit der zuvor errechnete Grenzwert angesetzt werden. Für die folgenden Untersuchungen wird festgelegt:

$$\text{zul } P_{f_{\text{Leitung, Sauergas}}} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/(km} \cdot \text{Jahr)}$$

$$\text{zul } P_{f_{\text{Station, Sauergas}}} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

12.2.3 Grenzwerte für das Medium Erdöl

Es gelten die Ausführungen in Kapitel 11.2. Der günstige Einfluss des geringen Anteils an Erdöl im geförderten Medium bleibt unberücksichtigt.

12.3 Mindestabstände für eingeardete Leitungen

Die Ermittlung der Gefährdung von Leitungen wird hinsichtlich der Geometrie einheitlich durchgeführt. Eine Beschädigung der Leitung ist auch dann zu erwarten, wenn das Rotorblatt nicht unmittelbar oberhalb der Leitung aufkommt. Es wird daher ein Gefährdungsbereich definiert, dessen Breite 3 m beträgt.

Hinsichtlich des Eindringens des abgeworfenen Rotorblattes gelten die Ausführungen in Kapitel 6.3.4.1. Im Einzelnen gilt, dass zusätzlich zum Auftreffen eines 100%-Rotorblattes das Auftreffen eines 30%-Rotorblattes berücksichtigt wird, sofern das Blattgewicht über 15 t liegt. Dies ist bei WEA der Klasse 4 und 5 der

Fall. Aus den Angaben zum Eindringwinkel ergibt sich ein zusätzlich zu berücksichtigender Faktor von

$$Pf_4 = 0,067.$$

Die Ergebnisse sind für Süßgas in der Anlage A 17.1, für Sauergas in der Anlage A 18.1 sowie für Erdöl in Anlage A 19.1 zusammengestellt.

12.4 Mindestabstände für oberirdische Anlagen

Betrachtet werden oberirdische Anlagen diverser Größen. In den Berechnungen wird ein rechteckiger Grundriss mit den Seitenverhältnissen von ca. 1,5 zu 1,0 angesetzt. Dabei ist die längere Seite dem Standort der WEA zugewandt, wodurch sich größere Mindestabstände ergeben. Die einzelnen Werte sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Süßgas			
Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Beispiel
19	13	247	Schieberstation
60	42	2.520	Bohrung
125	80	10.000	Gastrocknungsanlage, Übergabestation und Tanklager
180	125	22.500	Kompressorstation

Tabelle 9: Stationen der E&P-Industrie für das Medium Süßgas

Sauergas			
Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Beispiel
19	13	247	Schieberstation
60	42	2.520	Bohrung
125	80	10.000	Gastrocknungsanlage
180	125	22.500	Kompressorstation

Tabelle 10: Stationen der E&P-Industrie für das Medium Sauergas

Erdöl			
Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Beispiel
19	13	247	Schieberstation
25	16	400	Bohrung, Wassereinpressstation, Dampf-injektionsbohrung und Druckbeobachtungsbohrung
60	42	2.520	Dreiphasenseparator
125	80	10.000	Thermalanlage

Tabelle 11: Stationen der E&P-Industrie für das Medium Erdöl

Bei der Ermittlung von Mindestabständen zu Stationen für Süßgas und für Erdöl werden die Verfahrensweisen gemäß Kapitel 11.4 übernommen. Die Reduzierung auf die Betrachtung von großformatigen Rotorblattteilen wird allerdings bei der Ermittlung von Abständen zu Sauer gasstationen wegen der Gefährdung nicht übernommen.

Die Ergebnisse sind für Süßgas in der Anlage A 17.2 ff., für Sauer gas in der Anlage A 18.2 ff. sowie für Erdöl in Anlage A 19.2 ff. zusammengestellt.

12.5 Bewertung der Ergebnisse

Sind gleichzeitig Stationen und eingeeerdete Leitungsabschnitte betroffen, so ist für den Mindestabstand der größere Wert maßgebend.

Sonstige Besonderheiten in der Leitungsführung, wie Tangentenschnittpunkte, Anschlussleitungen usw., bedürfen einer gesonderten Untersuchung. Diese Untersuchung ist nicht erforderlich, wenn die Abstände gemäß Anlage A 25 überschritten werden.

Bei der Bewertung der Gefährdung von Sauer gasanlagen liefern die Berechnungen für Bohrungen mit einer Fläche von 2.520 m² Mindestabstände in der Größenordnung der Unbedenklichkeitsgrenze. Folgerichtig ergeben sich für alle größeren Stationen ebenfalls Werte in der Größenordnung der Unbedenklichkeitsgrenze. Hieraus ist zu schließen, dass für Stationen mit oberirdisch angelegten Anlagenteilen ab einer Fläche von 2.520 m² eine Einzelfalluntersuchung zu empfehlen ist. Ggf. sind Sicherungsmaßnahmen nach Kapitel 17 zu treffen.

In Anlage A 18 sind lediglich die Schutzobjekte aufgeführt, bei denen die Berechnungen Mindestabstände ergeben, die geringer sind als die Unbedenklichkeitsgrenze.

Teilweise wiederholen sich die Mindestabstände bei oberirdischen Anlagen für Süßgas und für Erdöl. Das ist auf die gleichen Grenzwertfestlegungen zurückzuführen. Dann haben Anlagen mit gleicher Fläche im Grundriss die gleichen Mindestabstände.

13. Bewertung für Kavernen

13.1 Allgemeines

Kavernenfelder zur Speicherung von Erdöl bzw. Erdgas bestehen aus mehreren Einzelspeichern, deren Oberkante sich mehrere 100 m unter GOK befindet. Die Gefährdung durch WEA ergibt sich für die Kavernenköpfe, über die die einzelnen Kavernen befüllt oder entleert werden. Von diesen Speicherköpfen verlaufen Leitungen zu einem zentralen Betriebsplatz. Auf diesem Betriebsplatz befinden sich Armaturen, Verdichter sowie Betriebsgebäude.

In den Leitungen wird Erdgas bzw. Mineralöl transportiert. Für diese Anlagenteile gelten die Abstandsregelungen gemäß Kapitel 10 und 11. Kavernenfeldleitungen werden teilweise mit höherem Druck gefahren, haben aber einen deutlich geringeren Durchmesser. Die Festlegung von Mindestabständen liegt somit auf der sicheren Seite.

Die Speicherköpfe haben im Grundriss Dimensionen, wie sie in Kapitel 12 behandelt wurden. Bei der Festlegung von Grenzwerten ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Kavernen in etwa das zehnfache Volumen eines Leitungsabschnittes zwischen zwei Schieberstationen vorhanden ist.

Bei den Betriebsplätzen werden zwei unterschiedliche Größenordnungen untersucht.

13.2 Festlegung von Grenzwerten

Die Festlegung der Grenzwerte erfolgt jeweils für die unterschiedlichen Anlagenteile.

Leitungen werden je nach Medium gemäß Kapitel 10 bzw. Kapitel 11 bewertet.

Bei den Speicherköpfen wird wegen des höheren Volumens der Grenzwert für Stationen aus Kapitel 10 bzw. 11, reduziert um eine Zehnerpotenz, übernommen. Hintergrund ist das deutlich höhere Volumen, welches im Schadensfall freigesetzt wird.

Bei der Bewertung der Betriebsplätze wird zunächst von freigesetzten Mengen in ähnlicher Größenordnung wie bei Stationen gemäß Kapitel 10 und 11 ausgegangen. Demzufolge ergeben sich hieraus keine Änderungen der dort definierten Grenzwerte. Allerdings ist zusätzlich das Risiko von Personen auf dem Gelände zu betrachten. Die Gefährdungen durch die WEA sind als fremdes Risiko, d. h. nicht zum Betrieb gehörig, einzustufen. Aus den Unterlagen U 22 und U 26 ergibt sich hierfür ein akzeptables Risiko von

$$\text{zul Pf} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

13.3 Mindestabstände für oberirdische Anlagen

Die Ermittlung erfolgt für drei unterschiedliche Anlagentypen. Diese sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Süßgas / Mineralöl				
Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Anzahl Personen	Beispiel
25	16	400	0	Bohrung
350	200	70.000	8	kleiner Betriebsplatz
600	400	240.000	25	großer Betriebsplatz

Tabelle 12: Oberirdische Anlagen von Kavernenanlagen für das Medium Süßgas und Mineralöl

Ähnlich den Berechnungen in Kapitel 11 bis 12 wird für die Bewertung der Gefährdung von Kleinteilen ebenfalls eine Dichte der Anlagenteile berücksichtigt. Es wird einheitlich angesetzt zu

$$\text{Pf}_4 = 0,60.$$

Es wird vorausgesetzt, dass es im Falle eines Treffers zu zwei Fatalitäten kommt.

Die Ergebnisse sind in der Anlage A 20 zusammengestellt.

13.4 Ergänzende Bemerkungen

Die Ergebnisse gelten für die hier angegebenen Randbedingungen. Treffen diese Randbedingungen nicht zu, so sind eigene Untersuchungen durchzuführen. Dies ist nicht erforderlich, wenn die Abstände gemäß Anlage A 25 eingehalten werden.

In Anlage A 20 sind Abstände für einen Betriebsplatz mit einer Größe ab 70.000 m² angegeben. Die ermittelten Mindestabstände liegen etwas unterhalb der Abstände der Unbedenklichkeitsgrenze gemäß Anlage A 25. Die Ermittlung von Mindestabständen für den großen Betriebsplatz gemäß Kapitel 13.3 liefert die gleichen Zahlenwerte. Bei den hier gewählten Dimensionen des Betriebsfeldes bildet die Überschneidungsfläche des Trefferfeldes mit dem Grundriss des Schutzobjektes ein Kreissegment. Bei Erreichen des Grenzwertes während der iterativen Näherung des Schutzobjektes an den Standort der WEA, hat die Sehne des Kreissegmentes noch nicht die Länge des Betriebsplatzes gemäß Kapitel 13.3 erreicht. Insofern spielt die Größe des Betriebsplatzes bei diesen Dimensionen keine Rolle mehr.

14. Bewertung für Biogasanlagen

14.1 Allgemeines

In Biogasanlagen wird durch Fermentation Methan erzeugt. Als Grundstoff werden nachwachsende Rohstoffe, also Pflanzenmaterial und/oder tierische Abfälle, eingesetzt. Eine Biogasanlage besteht aus diversen Betriebseinheiten, von denen die Fermenter, der Gärrestspeicher, die Leitung zum Betriebsgebäude sowie das Betriebsgebäude selbst sicherheitstechnisch relevant sind. Der Fermenter sowie der Gärrestspeicher sind zylindrische Behälter, die mit einer Plane abgedeckt sind. Es wird hier vorausgesetzt, dass diese Plane durch einen von der WEA abgeworfenen Trumm beschädigt wird. Dadurch kommt es zur Freisetzung des Mediums.

Bei dem Fermentationsprozess kann Schwefelwasserstoff entstehen. Schwefelwasserstoff gilt als toxisch (s. a. Kapitel 12). Allerdings ist es üblich, in der Fermentation Additive zuzusetzen, die eine Entschwefelung bewirken. Dadurch wird die Toxizität auf ein irrelevantes Maß reduziert.

14.2 Festlegung von Grenzwerten

Es ist das Risiko für die Entstehung von Fatalitäten zu betrachten. Es wird das Betriebspersonal der Biogasanlage berücksichtigt. Für diese Personen ist die Gefährdung durch die WEA als fremde, d. h. nicht zum Betrieb zugehörige Gefährdung zu betrachten. Nach den Unterlagen U 22 und U 26 wird dann das Individualrisiko angesetzt zu

$$\text{zul Pf} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

14.3 Mindestabstände für Biogasanlagen

Es handelt sich um oberirdische Anlagen, die in zwei unterschiedlichen Größen betrachtet werden. Es wird die gesamte Fläche typischer Anlagen zugrunde gelegt und in den Berechnungen als rechteckiger Grundriss mit den Seitenverhältnissen von ca. 1,5 zu 1,0 angesetzt. Dabei ist die längere Seite dem Standort der Windenergieanlage zugewandt, wodurch sich größere Mindestabstände ergeben. Die einzelnen Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Länge in m	Breite in m	Fläche in m ²	Aufenthaltsdauer in Personen und h	Beispiel
48	32	1536	1 Person, 3,5 h	1 Fermenter + 1 Gärrestspeicher
56	37	2072	1 Person, 6 h	2 Fermenter + 1 Gärrestspeicher

Tabelle 13: Typische Biogasanlagen

Bei den in Tabelle 13 angegebenen Abmessungen handelt es sich um die Gesamtfläche der gefährdeten Anlagen (Fermenter, Gärrestspeicher und 50 % des Betriebsgebäudes). Hinsichtlich der Trummgröße wird angesetzt, dass das 30%-Rotorblatt der Klassen 1 bis 3 die Gebäudeeindeckung nicht durchdringt, sondern lediglich die Behälterabdeckung. Für den Aufprall eines Kleinteiles bzw. Eisstückes wird angesetzt, dass es eine Gefährdung im Betriebsgebäude nur bei direktem Aufprall auf ein entsprechendes Anlagenteil darstellt. Daher wird ein Faktor für die Anlagendichte angesetzt von

Pf4, 30%-Rotorblatt = 0,7

Pf4, Tip, Eisstück = 0,8.

Für beide Anlagentypen wird die Aufenthaltsdauer als Durchschnittswert über das ganze Jahr angesetzt.

Die Ergebnisse sind in der Anlage A 21 zusammengestellt.

14.4 Ergänzende Bemerkungen

Die Berechnungen gelten für die oben aufgeführten Randbedingungen. Sind diese im Einzelfall nicht eingehalten, sind gesonderte Untersuchungen erforderlich, sofern die Abstände der Anlage A 25 nicht eingehalten werden.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass eine Entschwefelung zugrunde gelegt wurde. Ist dies im Einzelfall nicht gegeben, so gelten nicht die Abstände der Anlage A 21.

Die Mindestabstände zu Biogasanlagen bei Gefährdung durch einen Windpark sind deutlich höher als die Mindestabstände bei einer Gefährdung durch eine Einzelanlage. Hier zeigt sich deutlich der in Kapitel 6.4 angesprochene Effekt, dass bei geringfügiger Änderung der Trefferwahrscheinlichkeiten deutlich größere Mindestabstände ermittelt werden. Es ist nicht auszuschließen, dass bei geringeren Abständen wiederum zulässige Situationen errechnet werden.

15. Bewertung für Verkehrswege

15.1 Darstellung der Gefährdung

Es wird die Gefährdung von Personen auf Verkehrswegen berechnet. Personen sind dann gefährdet, wenn ein abgeworfener Gegenstand auf dem Verkehrsweg aufprallt, und zwar zum gleichen Zeitpunkt der Durchfahrt des entsprechenden Verkehrsmittels. Berücksichtigt wird das Eintreten einer Fatalität.

Es wird im Weiteren festgelegt, dass ein abgeworfenes Rotorblatt, welches auf dem Verkehrsweg zu liegen kommt, zwar zu einem Unfall, jedoch nicht zu Fatalitäten führt. Insofern ist lediglich die Wahrscheinlichkeit des zeitgleichen Aufpralls mit der Durchfahrt eines Verkehrsmittels zu betrachten.

15.2 Festlegung von Grenzwerten

Eine Festlegung von Grenzwerten für die Bewertung von Verkehrssystemen befindet sich in DIN EN 50126 (Unterlage U 12). Grundlage für die Festlegung ist die endogene Sterblichkeit von $2,0 \cdot 10^{-4}$ Todesfällen/Jahr. Diese Sterblichkeit soll durch Gefahren, die auf ein neues Verkehrssystem zurückzuführen sind, nicht nennenswert erhöht werden. Hieraus leitet die Vorschrift eine zulässige Versagenswahrscheinlichkeit von $1,0 \cdot 10^{-5}$ Ereignissen/Jahr her. Entsprechend der üblichen Praxis, dass das zusätzliche Risiko wiederum 10 % der Gefährdung betragen soll, ergibt sich dann für die Gefährdung von Personen, die sich im Verkehr aufhalten und durch einen abgeworfenen Gegenstand einer WEA getroffen werden, ein Grenzwert von

$$\text{zul } P_{f_{\text{Verkehrswege}}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Festlegung ist verankert in einer Norm, die für Bahnanwendungen gilt. Da die Risikoakzeptanz für Bahn- und Straßenverkehr ähnlich ist, wird dieser Grenzwert auch für den Straßenverkehr zugrunde gelegt. Hinsichtlich der Anzahl der zu berücksichtigenden WEA ist zu beachten, dass die Gefährdung an einem Punkt des entsprechenden Verkehrsweges betrachtet wird. Insofern handelt es sich um ein punktförmiges Schutzobjekt und es sind die Vorgaben aus Kapitel 4.6.2 zu berücksichtigen.

15.3 Ermittlung von Mindestabständen

15.3.1 Straßen geringer Ordnung

Es wird eine zweispurige Straße berücksichtigt. Es handelt sich um eine Straße mit dem Querschnitt RQ 10.5. Für Regelfälle wird eine durchschnittliche Verkehrsmenge von 7.000 Fahrzeugen pro Tag angesetzt. Die relevante Fahrbahnbreite beträgt 7,5 m. Es müssen die Zuschläge für die Abmessungen des Rotorblattes hinzugerechnet werden.

Es werden die Abwurfereignisse gemäß Kapitel 5 betrachtet. Es ist der Aufprall aller abgeworfenen Fragmente zu berücksichtigen.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung des Zeitpunktes des Aufpralls mit der Durchfahrt eines Kraftfahrzeugs an der Stelle des Aufpralls ergibt sich aus dem Verhältnis der Verweildauer dieses Kraftfahrzeugs an einem bestimmten Punkt zum mittleren Zeitabstand zwischen zwei Fahrzeugen. Die Verweildauer ist abhängig von der Geschwindigkeit und der Länge des Kraftfahrzeugs. Es werden die folgenden ergänzenden Annahmen angesetzt:

- mittlere Länge des Kraftfahrzeugs von 6 m.
- mittlere Reisegeschwindigkeit von 70 km/h.
- Der Aufprall des Gegenstandes auf dem Fahrzeug erzeugt in jedem Fall 1,5 Fatalitäten pro Ereignis, entsprechend des durchschnittlichen Besetzungsgrades von Fahrzeugen.

Insbesondere die letztgenannte Annahme liegt beim Aufprall von Kleinteilen auf der sicheren Seite.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der Anlage A 22 zusammengestellt.

15.3.2 Bahnstrecken

Es wird eine zweigleisige Bahnstrecke berücksichtigt mit einem Achsabstand der Gleise von 4,00 m und einem Regelfprofil von 4,40 m Breite je Gleis. Bei der Ermittlung des Gefährdungsbereiches müssen wie zuvor entsprechende Zuschläge für die Abmessung des Rotorblattes hinzugerechnet werden.

Es werden die Abwurfereignisse gemäß Kapitel 5 betrachtet. Allerdings wird vorausgesetzt, dass es bei dem Aufprall von Kleinteilen und Eisfragmenten keine gefährlichen Zustände gibt.

Für die Eintrittswahrscheinlichkeit der Durchfahrt eines Zuges zum Zeitpunkt des Aufpralls werden die folgenden Annahmen zugrunde gelegt:

- Berücksichtigung von Personenzügen, Güterzüge sind nicht zu erfassen. Bahnstrecken mit hohem Anteil an Gefahrguttransporten (z. B. Zubringer für Raffinerien, Chemieanlagen usw.) sind hier nicht berücksichtigt.
- Mittlere Zuglänge ≤ 200 m.
- Fahrgeschwindigkeit ≥ 70 km/h, jedoch ≤ 140 km/h.
- 100 Personenzüge/Tag.
- Der Aufprall des Trumms auf den Personenzug erzeugt in jedem Fall zwei Fatalitäten pro Ereignis.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der Anlage A 23 zusammengestellt.

15.4 Ergänzende Bemerkungen

Die hier durchgeführten Untersuchungen für die Gefährdung von Verkehrsteilnehmern auf Straßen beziehen sich mindestens auf Landesstraßen. Das Risiko nimmt mit der Verkehrsdichte ab. Werden die Rechenverfahren auf Verkehrswege mit sehr geringem Verkehrsaufkommen angesetzt (z. B. Feldwege, Vorstraßen, Zufahrtstraßen für kleinere Ortschaften oder Einzelgehöfte), ergeben sich vernachlässigbare Gefährdungen, sodass hierfür keine Forderungen an Mindestabstände resultieren.

Die Bewertung von Gefährdungen an Bahnstrecken beschränkt sich auf eine Fahrgeschwindigkeit von maximal 140 km/h. Bei höheren Geschwindigkeiten sind andere sicherheitstechnische Belange zu berücksichtigen, die den Rahmen dieses Gutachtens sprengen.

Die in Anlage A 23 zusammengestellten Mindestabstände gelten nicht für Bahnstrecken mit hohem Anteil an Gefahrguttransporten. Bei Störfällen an solchen Strecken ist die Umwelt das maßgebliche Schutzziel. Dieses Schutzziel wurde in der Grenzwertbestimmung gemäß Kapitel 15.2 nicht berücksichtigt. Die Grenz-

wertbestimmung ist stark abhängig von den Gefahren im konkreten Fall. Daher kann im Rahmen dieses Gutachtens keine Berechnung von Mindestabständen für Gleise mit erhöhtem Anteil an Gefahrguttransporten erfolgen.

16. Bewertung für Stellplätze

16.1 Darstellung der Gefährdung

Es werden Stellplätze betrachtet, welche im Grundriss endliche Dimensionen haben und bei denen die Gefährdung von Personen zu bewerten ist. Es handelt sich in der Regel um Parkplätze, die zu bestimmten Tageszeiten Personenverkehr aufweisen.

16.2 Festlegung von Grenzwerten

Es wird das Individualrisiko betrachtet. Die Herleitung ergibt sich ähnlich zu Kapitel 15.2. Darüber hinaus sind derartige Festlegungen in europäischen Spezifikationen (Unterlagen U 22 und U 26) enthalten. Der Grenzwert wird somit festgelegt zu

$$\text{zul Pf} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

16.3 Ermittlung der Mindestabstände

Es wird eine Grundrissfläche untersucht von 140 m x 70 m.

Es wird von einer Belegung von 450 Personen entsprechend 300 Parkplätzen à 1,5 Personen ausgegangen. Die angegebene Personenzahl entspricht dem durchschnittlichen Besetzungsgrad von Fahrzeugen. Die Aufenthaltsdauer ergibt sich aus vier An- bzw. Abfahrten je Parkplatz mit einer Verweildauer von 0,25 Stunden an 220 Werktagen zu 220 Stunden über ein Jahr.

Da sich die Personen im Freien bzw. im Fahrzeug aufhalten, sind alle Abwurfergebnisse zu berücksichtigen.

Es ergibt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit von

$$\text{Pf}_4 = 9,2 \cdot 10^{-1} \text{ Fatalitäten/Treffer.}$$

Die Ergebnisse sind in Anlage A 24 zusammengestellt.

17. Unterschreitung der Mindestabstände

17.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Festlegungen von Mindestabständen sind allgemein formuliert für unterschiedliche Nabenhöhen und unterschiedliche Anlagen gruppiert nach Leistungsklassen. Die Berechnungen sind so durchgeführt, dass die angegebenen Abstände auf der sicheren Seite liegen. Es ist somit nicht auszuschließen, dass sich bei geringeren Abständen sichere Zustände ergeben können. Dann empfiehlt sich die Durchführung eines Einzelnachweises. Führt der Einzelnachweis nicht zum Nachweis eines sicheren Zustandes, so besteht die Möglichkeit, diesen Zustand durch Sicherungsmaßnahmen herbeizuführen.

Der Einzelnachweis wird standortspezifisch geführt. Dann ergeben sich unter Berücksichtigung der folgenden Parameter voraussichtlich geringere Abstände zwischen WEA und Schutzobjekt:

- Berücksichtigung der konkreten WEA für das Einzelprojekt,
- Berücksichtigung der Verteilung der Windrichtungen,
- Berücksichtigung veränderter Sicherheitsanforderungen,
- Berücksichtigung veränderter Eintrittswahrscheinlichkeiten der Versagensszenarien (z. B. Ausschluss von Teilabwurf durch gesonderte Sicherungsmaßnahmen und festigkeitstechnische Betrachtungen der Rotorblattkonstruktion),
- Berücksichtigung einer geringeren Verkehrsdichte.

Weiterhin lassen sich verringerte Mindestabstände durch Sicherungsmaßnahmen erreichen. Die Sicherungsmaßnahmen betreffen entweder den Betrieb der WEA oder das Schutzobjekt. Beispielhaft für derartige Sicherungsmaßnahmen sind aufgezählt:

- Verdichtung der Überwachung der WEA über den geforderten Rhythmus hinaus (z. B. halbjährliche statt jährliche Prüfung der Rotorblätter),
- Drosselung der WEA bei kritischen Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten,
- Abdecken von eingearbeiteten Schutzobjekten mittels Stahlbetonplatten o. ä.,

- Aufstellen entsprechender Verkehrszeichen mit Gefahrenhinweisen an Verkehrswegen,
- geringfügige Verschiebung des Standortes.

Die Wahl der Sicherungsmaßnahmen ist sehr stark von dem jeweiligen Einzelfall abhängig. Es empfiehlt sich in diesem Fall ebenfalls die Aufstellung einer Einzeluntersuchung. Weiterhin empfiehlt es sich, die Sicherungsmaßnahmen mit dem Eigner bzw. Betreiber des entsprechenden Schutzobjektes abzustimmen.

Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen einiger dieser Maßnahmen skizziert.

17.2 Verdichtung des Überwachungsrythmus

Diese Sicherungsmaßnahme dient zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Abwurfes von Rotorblättern oder Teilen davon. Insofern sind Überwachungen zu berücksichtigen, die sich mit der Integrität der Rotorblätter befassen.

Die Schadensstatistiken in Kapitel 5 beziehen sich auf alle festgestellten Ereignisse in dem entsprechenden Zeitraum. Aus Analysen der diversen Ereignisse ist bekannt, dass mitunter Schäden an Anlagen aufgetreten sind, die nicht nach den entsprechenden Vorgaben betrieben wurden. Insbesondere betrifft dies die Durchführung von Überwachungen. Es ist davon auszugehen, dass bei einer verdichteten Überwachung die Anzahl der Schadensereignisse geringer ausgefallen wäre. Diese Feststellung bleibt im Folgenden jedoch unberücksichtigt. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Schadensereignisse in Kapitel 5 bei verdichteter Überwachung aller WEA eingetreten sind.

Das Eintreten eines Schadensereignisses mit den in Kapitel 5 angegebenen Werten zwischen zwei Überwachungsintervallen tritt entweder bei einer nicht erkannten Schädigung während der letzten Überwachung ein oder bei einem rapide anwachsenden Schaden, der bei der letzten Überwachung noch nicht vorhanden war. Probabilistisch zu bewerten ist der erstgenannte Fall. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Erkennungsrate eines Schadens über die Zeit mindestens gleich bleibt, jedoch voraussichtlich ansteigt. Im Folgenden wird die Mindestanforderung angesetzt.

Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich für eine Halbierung des Überwachungsrythmus die Halbierung der Schadensrate usw.

17.3 Drosselung der WEA

Diese Sicherungsmaßnahme dient zur Veränderung der Dichtefunktion auf dem Trefferfeld gemäß Kapitel 6.2.5 bzw. Anlage A 9. Abhängig von dem jeweiligen Projekt sind die konkreten Maßnahmen zu definieren. So entsteht eine Gefährdung des Schutzobjektes bei bestimmten Windrichtungen oder bei bestimmten Drehzahlen. Durch die Steuerungstechnik der WEA werden sowohl die Windrichtung erfasst als auch die Drehzahl beeinflusst.

Wird bei bestimmten Windrichtungen die WEA komplett heruntergefahren, so werden die Werte der Verteilungsdichte der Aufprallstellen im Trefferfeld für die entsprechende Windrichtung zu null gesetzt. Eine Abminderung der Dichtewerte ist denkbar, wenn bei diesen ungünstigen Windrichtungen die WEA nur bei hohen Windgeschwindigkeiten heruntergefahren wird.

Als weitere Drosselungsmaßnahme für die WEA besteht die Möglichkeit, die Drehzahl zu reduzieren. In diesem Fall verändert sich der äußere Rand des entsprechenden Trefferfeldes. Diese Maßnahme ist dann günstig, wenn sich das Schutzobjekt in Nähe des Randes des Trefferfeldes befindet.

17.4 Abdeckung eingeeerdeter Schutzobjekte

Diese Maßnahme dient zur Sicherung eingeeerdeter Objekte gegen Beschädigung durch abgeworfene Gegenstände, wie Rotorblätter oder Teile davon. Hierdurch erhöht sich der Widerstand des Erdreichs gegen Eindringen. Damit verringert sich die Wahrscheinlichkeit der Schädigung des eingeeerdeten Objektes.

Bei der Umsetzung dieser Maßnahme sind die folgenden Hinweise zu beachten:

- Die Maßnahme ist mit dem Eigner bzw. Betreiber des Schutzobjektes insbesondere hinsichtlich der betrieblichen Belange abzustimmen.
- Die Abdeckung ist für die Belastung durch einen abgeworfenen Gegenstand zu dimensionieren.

In diesem Fall wird die Widerstandskraft gegen Eindringen nach Kapitel 6.3.4 hochgesetzt. In der probabilistischen Berechnung wird der Faktor Pf_4 gemäß Kapitel 4.2 zu null gesetzt.

17.5 Einhausung oberirdischer Schutzobjekte

Diese Sicherungsmaßnahme dient zur Verhinderung des Treffers, d. h., die Eintrittswahrscheinlichkeit für das entsprechende abgeworfene Trumm ist zu null zu setzen. Die Sicherungsmaßnahme kommt bei Schutzobjekten geringerer Dimensionen (z. B. Streckenschiebern von Transportleitungen) zur Anwendung.

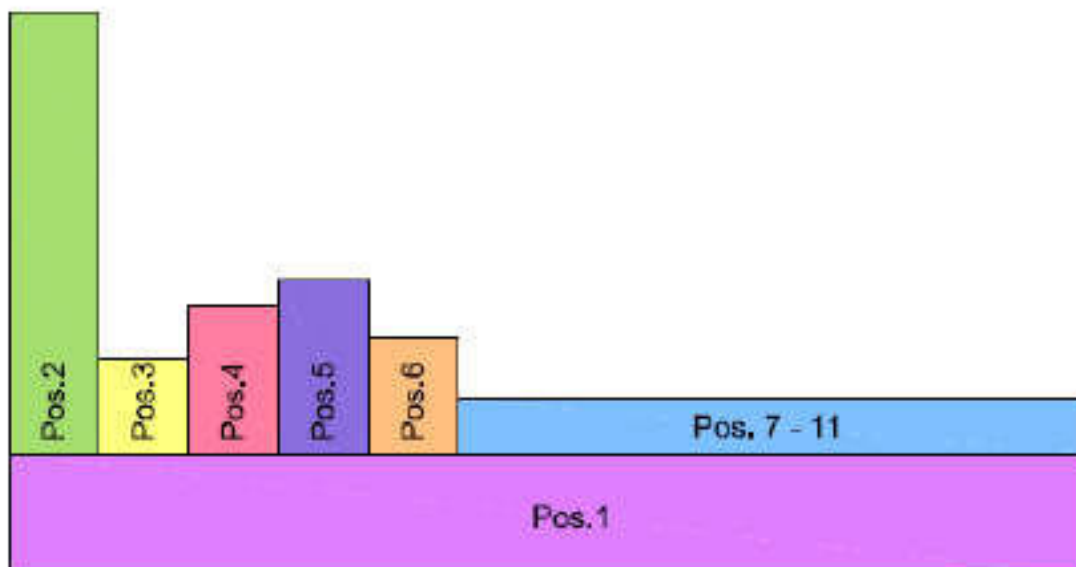
Auch hier gilt, dass die Einhausung gegen Aufprall des entsprechenden Trumms dimensioniert sein muss.

Die probabilistische Umsetzung erfolgt wie im Kapitel 17.4 angegeben.

Anlage

A 1 Projektstruktur

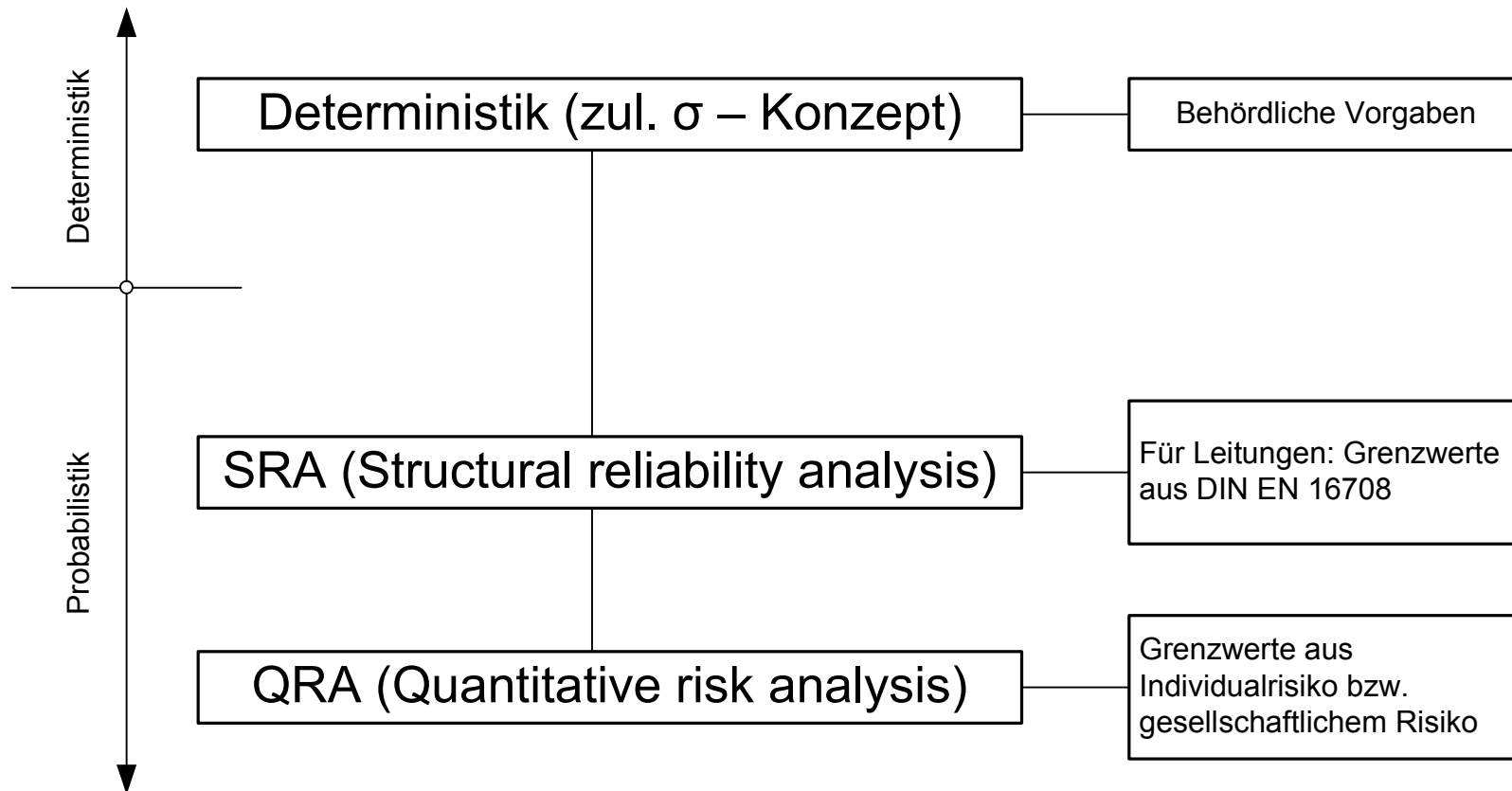
Pos.1	Grundgutachten
Pos.2	Ermittlung von Mindestabständen für die E&P-Industrie
Pos.3	Ermittlung von Mindestabständen für Leitungen und Stationen im Süßgastransport
Pos.4	Ermittlung von Mindestabständen zu Anlagen für Mineralöltransport
Pos.5	Ermittlung von Mindestabständen zu Speichern
Pos.6	Ermittlung von Mindestabständen zu Biotopanlagen
Pos.7	Ermittlung von Mindestabständen zu Straßen geringerer Ordnung
Pos.8	Ermittlung von Mindestabständen zu Autobahnen
Pos.9	Ermittlung von Mindestabständen zu Bahnstrecken
Pos.10	Ermittlung von Mindestabständen zu Deichen
Pos.11	Ermittlung von Mindestabständen zu landwirtschaftlichen Produktionsstätten



Anlage

A 2 Sicherheitskonzepte

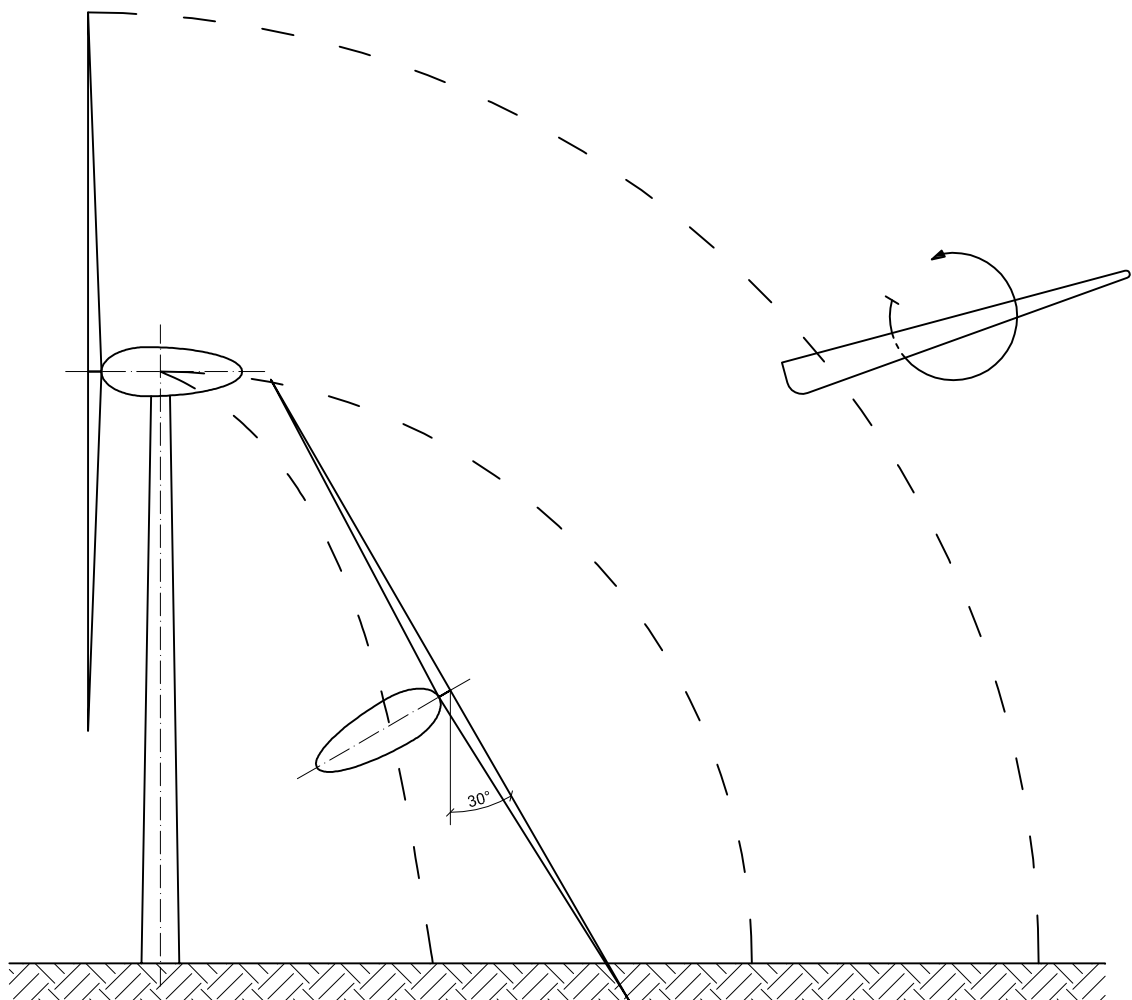
Nachweiskonzepte



Anlage

A 3 Versagensszenarien

Versagensszenarien



Anlage

- A 4 Eintrittswahrscheinlichkeit der Versagensszenarien – mechanische
Bauteile

Abwurf Rotorblatt

Anzahl der Anlagen			Schäden	
Jahr	Anfang	Ende	Ereignisse	Schadensrate
1999	6.205	7.875	11	1,56E-03
2000	7.875	9.359	2	2,32E-04
2001	9.359	11.438	4	3,85E-04
2002	11.438	13.766	10	7,94E-04
2003	13.766	14.653	1	7,04E-05
			Mittelwert 1999 - 2003	6,08E-04

Abwurf Maschinenhaus

Anzahl der Anlagen			Schäden	
Jahr	Anfang	Ende	Ereignisse	Schadensrate
1999	6.205	7.875	4	5,68E-04
2000	7.875	9.359	1	1,16E-04
2001	9.359	11.438	0	1,00E-06
2002	11.438	13.766	2	1,59E-04
2003	13.766	14.653	1	7,04E-05
			Mittelwert 1999 - 2003	1,83E-04

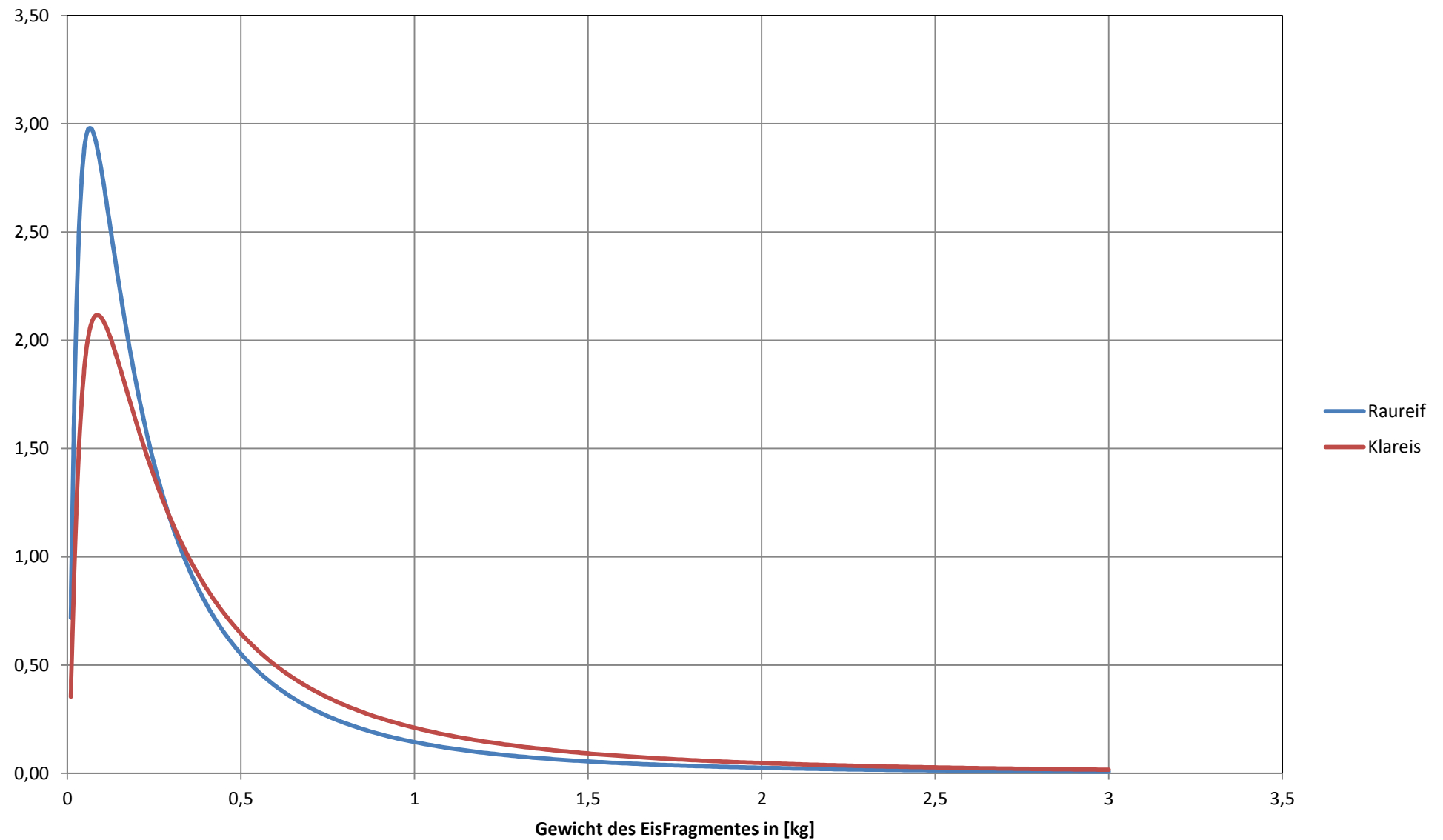
Turmbruch

Anzahl der Anlagen			Schäden	
Jahr	Anfang	Ende	Ereignisse	Schadensrate
1999	6.205	7.875	1	1,42E-04
2000	7.875	9.359	2	2,32E-04
2001	9.359	11.438	0	1,00E-06
2002	11.438	13.766	3	2,38E-04
2003	13.766	14.653	0	1,00E-06
			Mittelwert 1999 - 2003	1,23E-04

Anlage

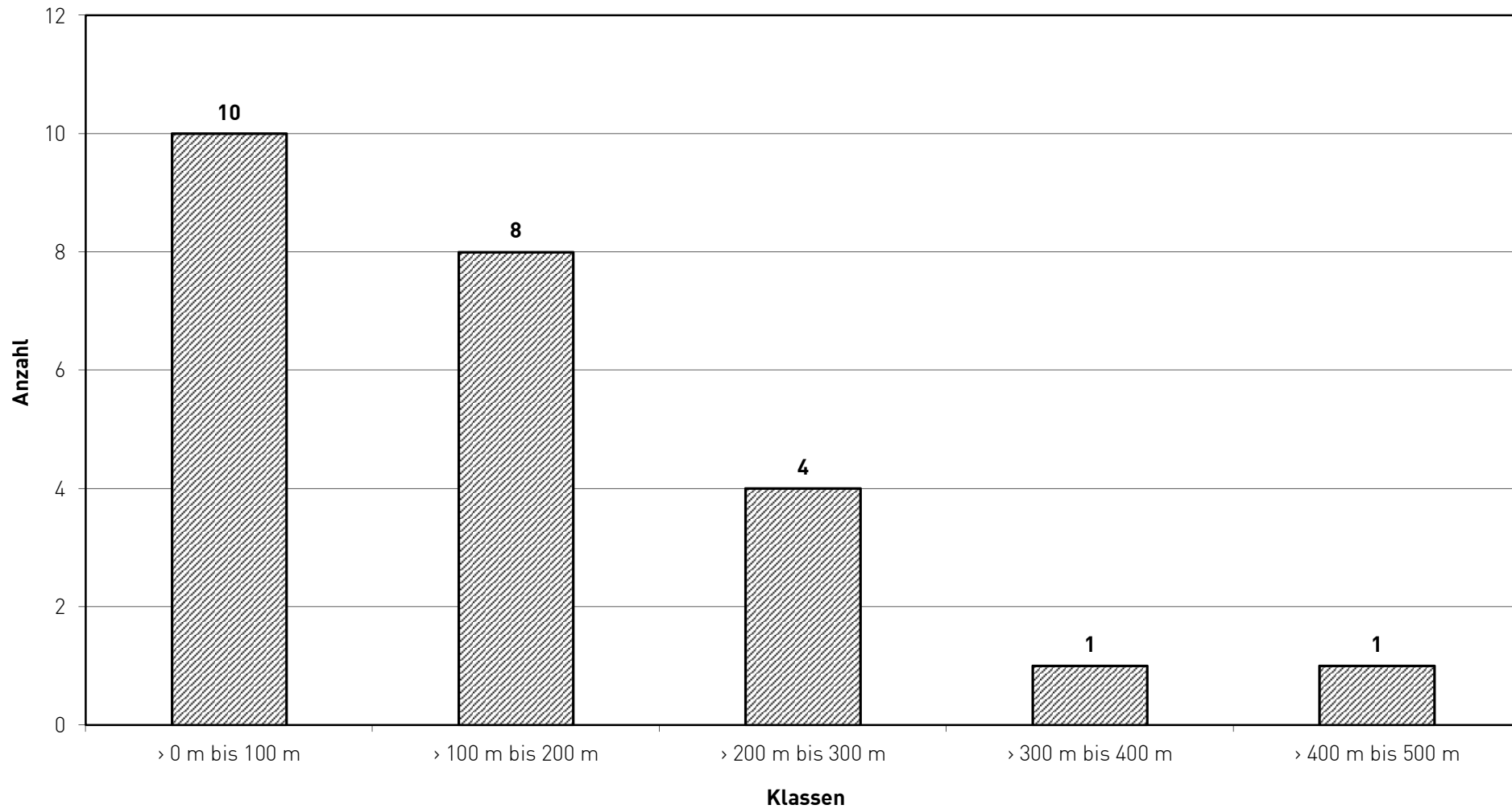
A 5 Eintrittswahrscheinlichkeit der Versagensszenarien – Eiswurf

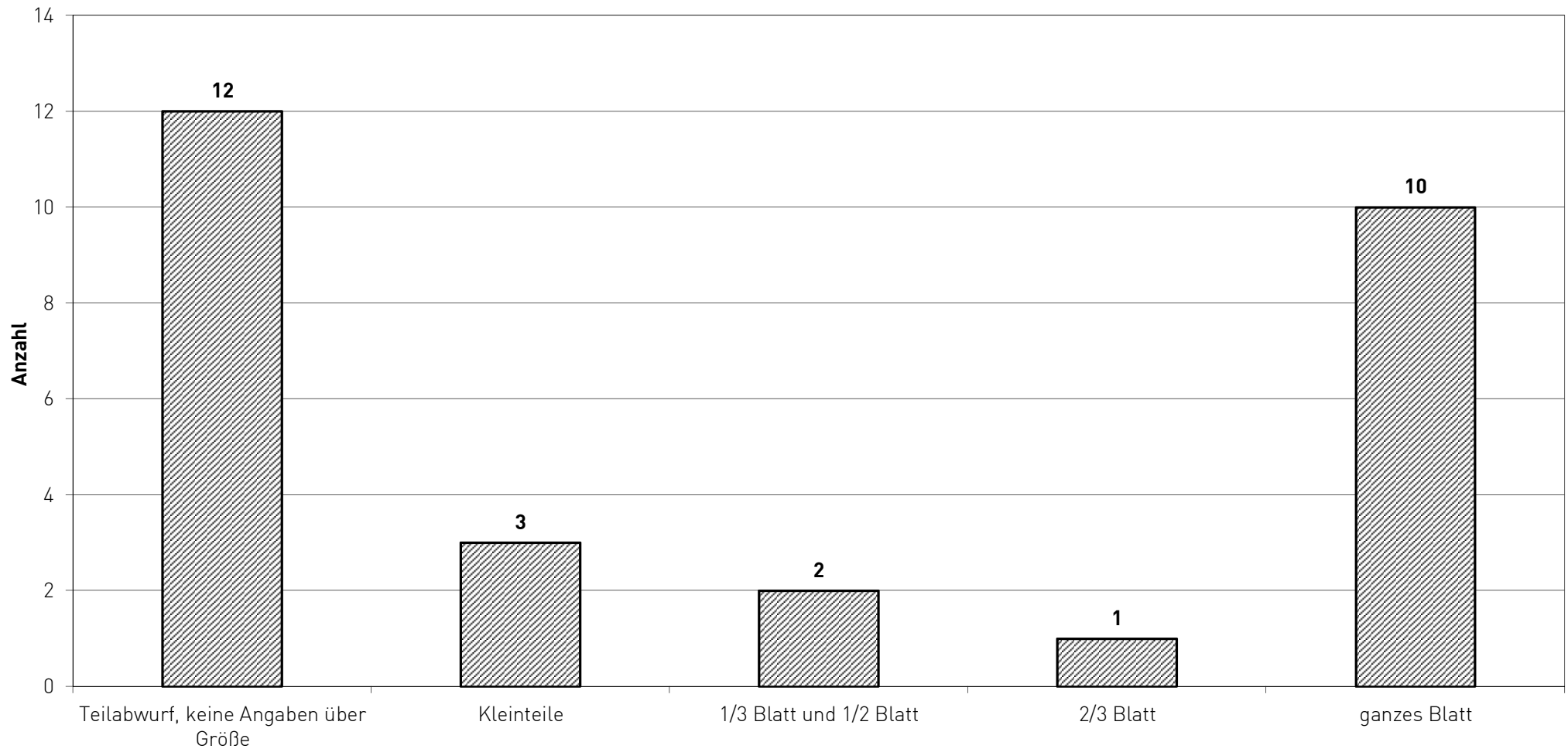
Dichtefunktion der Gewichte von Eisklumpen beim Abwurf



Anlage

A 6 Ergänzende Untersuchungen zum Rotorblattabwurf

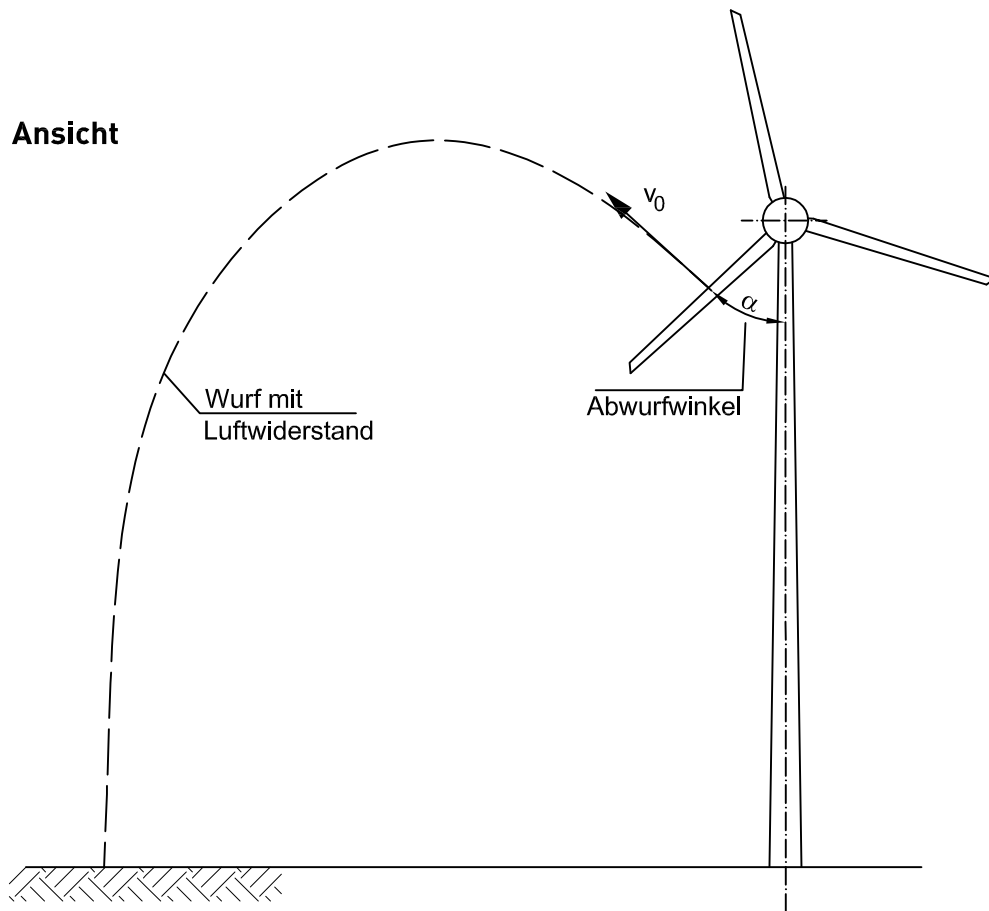
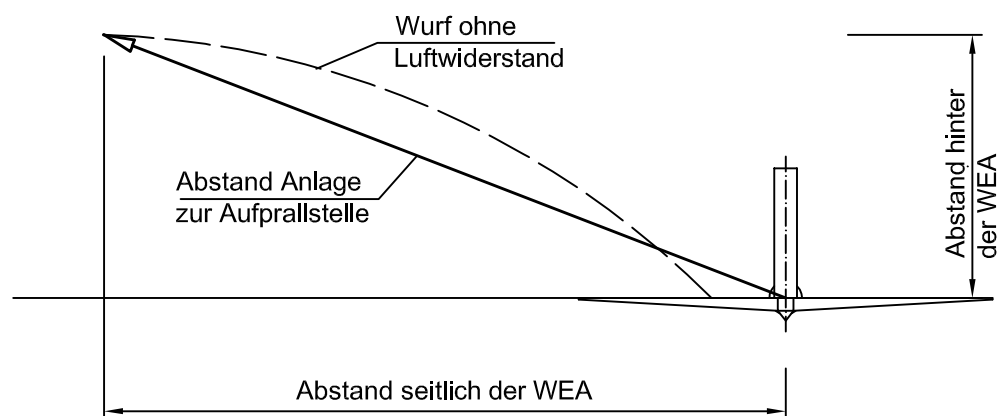
Ergänzende Untersuchung zum Rotorblattabwurf**Wurfweiten aus Internetstatistik**

Ergänzende Untersuchung zum Rotorblattabwurf**Größe der abgeworfenen Teile**

Anlage

A 7

Geometrie des Rotorblattabwurfs

Ansicht**Draufsicht**

Anlage

A 8

Kenngroößen zur Berechnung der Wurfbahn

Kenngrößen zur Berechnung der Wurfbahn

Beiwerte für den Luftwiderstand

Beiwert c [-]	Fall	Wurf
Bauteil	DIN EN 1991-1-4	Tragflügeltheorie
Ganzes Blatt	1,6	1,2 bis 0,1
30%-Blatt	0,8	0,2 bis 0,1
Tip	0,8	0,1

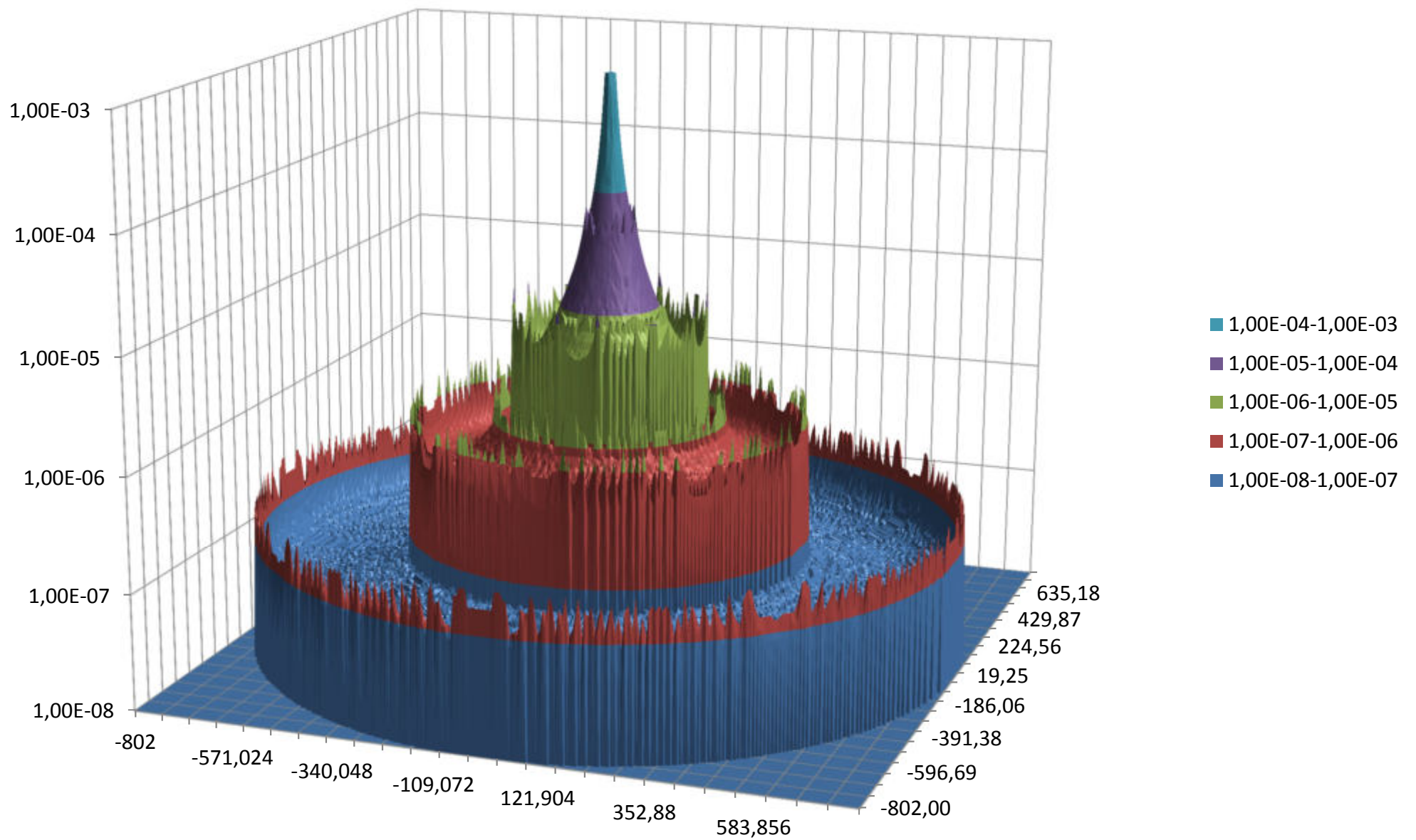
Anteil der Flugcharakteristik

Beiwert c [-]	Fall	Wurf
Bauteil	DIN EN 1991-1-4	Tragflügeltheorie
Ganzes Blatt	100%	0%
30%-Blatt	20% bis 50%	50% bis 80%
Tip	20%	80%

Anlage

- A 9 Eintrittswahrscheinlichkeit für Aufprallstellen beim Abwurf rotierender
Teile

Abwurf Rotorblattteile unterschiedlicher Größe – Räumliche Dichte

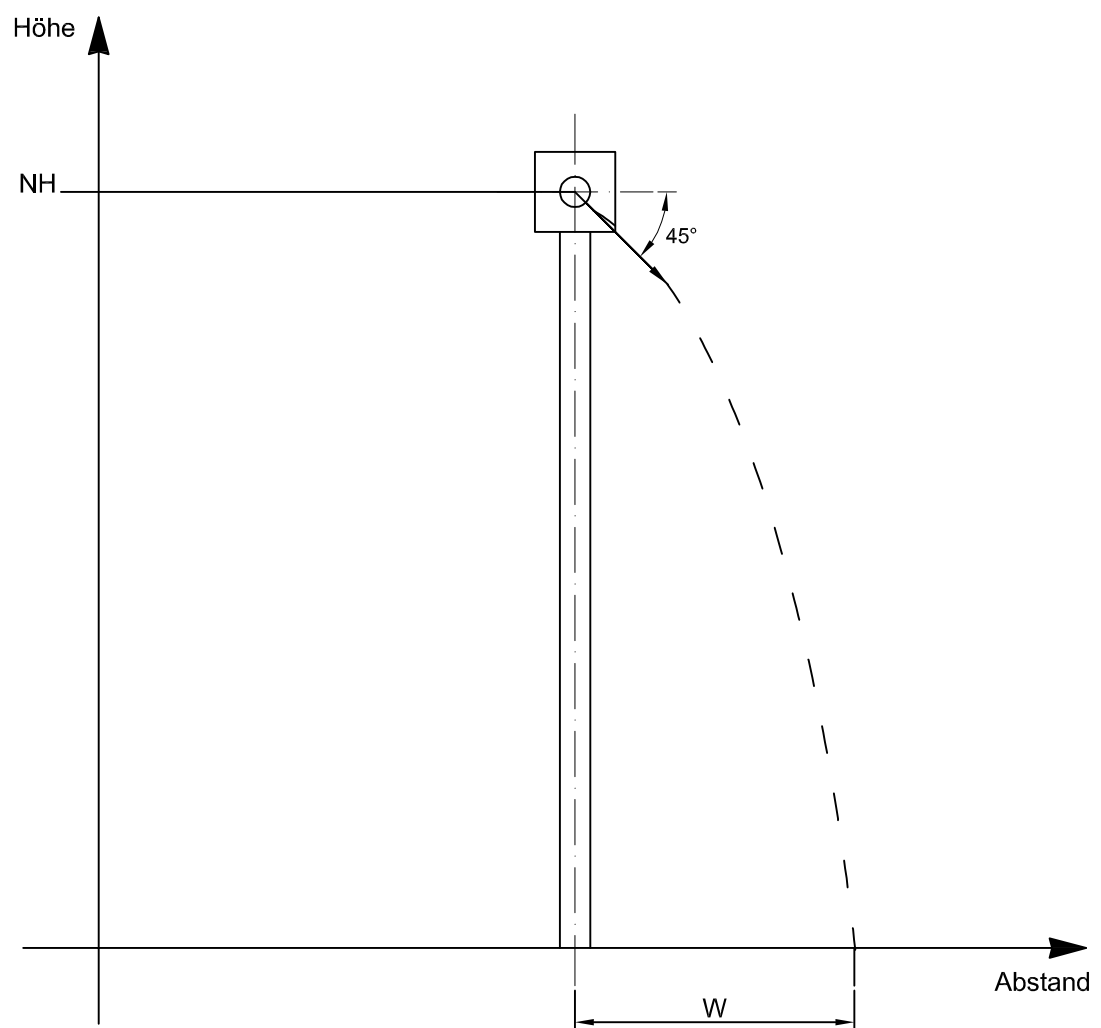


Anlage

A 10

Geometrie für Abwurf des Maschinenhauses

Geometrie des Gondelabwurfs



Anlage

A 11 Gefährdungsbereiche infolge Abwurfs des Maschinenhauses

Anlage A 11

Gefährdungsbereiche infolge Abwurfs

Gefährdung im Bereich Aufprallstelle des Maschinenhauses

Nabenhöhe in m	Abstände in m je Windenergieanlagenklasse				
	1	2	3	4	5
H ≤ 60	16,6	18,0	-	-	-
H ≤ 80	17,8	19,2	20,5	21,8	-
H ≤ 100	18,8	20,2	21,6	22,9	22,9
H ≤ 120	-	21,2	22,5	23,8	23,8
H ≤ 150	-	22,5	23,8	25,1	25,1
H ≤ 170	-	-	-	25,9	25,9

Gefährdung im Bereich Aufprallstelle des Maschinenhauses und abstehender 50%-Rotorblätter (z. B. untertägige Schutzobjekte)

Nabenhöhe in m	Abstände in m je Windenergieanlagenklasse				
	1	2	3	4	5
H ≤ 60	36,1	50,0	-	-	-
H ≤ 80	37,5	51,5	57,3	65,2	-
H ≤ 100	38,8	52,7	58,6	66,5	76,0
H ≤ 120	-	53,9	59,7	67,6	77,2
H ≤ 150	-	55,4	61,3	69,2	78,7
H ≤ 170	-	-	-	70,1	79,7

Gefährdung im Bereich Aufprallstelle des Maschinenhauses und abstehender Rotorblätter (z. B. obertägige Schutzobjekte)

Nabenhöhe in m	Abstände in m je Windenergieanlagenklasse				
	1	2	3	4	5
H ≤ 60	54,7	80,9	-	-	-
H ≤ 80	56,1	82,4	92,4	106,7	-
H ≤ 100	57,4	83,6	93,7	108,0	127,0
H ≤ 120	-	84,8	94,8	109,1	128,2
H ≤ 150	-	86,3	96,4	110,7	129,7
H ≤ 170	-	-	-	111,6	130,7

Anlage

A 12

Gefährdung infolge Turmbruchs



Gutachten

Gefährdung von Schutzobjekten durch nahestehende Windenergieanlagen

Bewertung des Versagensszenarios Turmbruch

Hannover – Leipzig
Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH
Heiligengeiststraße 19
30173 Hannover
Leibnizstraße 25
04105 Leipzig
mail@veenkerghmbh.de
www.veenkerghmbh.de

Auftraggeber: Nord-West Oelleitung GmbH
Projekt: 97111
Datum: 02.05.2013
Revision: 00

Vereidigte Sachverständige
Dr.-Ing. Manfred Veenker
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich
Dipl.-Ing. Alexander Junge
Amtsgericht Hannover
HRB 57 606
USt-IdNr.: DE 198 708 104
Geschäftsführer
Jörg Himmerich

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	4
2. Vorgang	5
3. Unterlagen	6
3.1 Vorschriften	6
3.2 Angaben zu Versagensszenarien	6
3.3 Literatur	6
4. Grundlagen	8
4.1 Bemerkungen zur statistischen Auswertung	8
4.2 Bemerkungen zur Dimensionierung des Turmbauwerkes	8
5. Auswertung für das Szenario Turmbruch	10
5.1 Statistische Angaben	10
5.2 Angaben zu den Ursachen	11
5.2.1 Ursachen zu Ereignissen in der BRD	11
5.2.2 Sonstige Ursachen	12
5.3 Ergänzende geometrische Überlegungen	12
5.3.1 Trefferwahrscheinlichkeit einer eingeleiteten Leitung	12
5.3.2 Turmbruch durch abgeworfenes Rotorblatt	14
5.4 Zusammenstellung für relevante Szenarien	15
6. Zusammenfassende Bewertung	16

G:\2011\97111\02_Grundgutachten\02_
Bericht\97111_Be02_R00.docx

97111

Revision 00

Seite 2

Anlagenverzeichnis

A 1	Statistiken für Turmbruch
A 2	Trefferwahrscheinlichkeit eingedeter Objekte
A 3	Lageplan der Wurfparabel

1. Zusammenfassung

Bei der Aufstellung von Windenergieanlagen kommt es unter Umständen zu einer Gefährdung von in der Nähe befindlicher Schutzobjekte, wie z. B. Anlagen für den Transport oder die Bearbeitung von Energie. Eines der Gefährdungspotenziale ist der Turmbruch, der in dem vorliegenden Gutachten bewertet wird. Anlass der Bewertung ist eine differenzierte Betrachtung sowohl der Statistiken als auch der Versagensszenarien. Insbesondere hinsichtlich der Statistik sind Zweifel an der Zufälligkeit des Ereignisses angebracht.

In dem vorliegenden Gutachten wurden die folgenden Szenarien untersucht und bewertet:

- Der Turmbruch infolge Versagen im Turmbauwerk liefert die geringste Gefährdung für eine eingedete Leitung. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Anlage nach den einschlägigen Vorschriften errichtet und betrieben wird. Dies ist zu prüfen, kann bei Neuanlagen praktisch vorausgesetzt werden und ist bei Altanlagen in der Regel der Fall.
- Der Turmbruch infolge Treffer durch ein abgeworfenes Rotorblatt liefert ebenfalls Eintrittswahrscheinlichkeiten unterhalb des Grenzwertes für eingedete Gashochdruckleitungen und Mineralölferrleitungen. Hier wird ungünstig angenommen, dass trotz geringer Horizontalkomponente der Wurfgeschwindigkeit der Turm in jedem Trefferfall zu Bruch kommt.
- Der Turmbruch infolge eines in Überdrehzahl geratenen Rotors liefert ebenfalls zulässige Gefährdungen für eingedete Gashochdruckleitungen und Mineralölferrleitungen.

Aus den Ergebnissen ist herzuleiten, dass eine Betrachtung des Versagensszenarios Turmbruch nicht anzusetzen ist.

2. Vorgang

Die Aufstellung von Windenergieanlagen erfolgt auf Flächen, die oftmals durch andere Nutzer beansprucht werden. Teilweise befinden sich auf diesen Geländen sicherheitsrelevante Anlagen, z. B. für den Transport oder die Bearbeitung von Energie. Der Abstand zwischen den Windenergieanlagen und den anderen sicherheitsrelevanten Schutzobjekten ist oftmals so gering, dass eine gegenseitige Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

Im vorliegenden Fall werden die Gefährdungen betrachtet, die von Windenergieanlagen ausgehen. Betrachtet werden Versagensszenarien, aufgrund derer es zu einer Zerstörung des Schutzobjektes mit Freisetzung gefährlicher Medien bzw. mit Fatalitäten kommen kann. In einer Studie (Unterlage U 8) wurden derartige Gefährdungen von Schutzobjekten bewertet. Die Bewertung erfolgte dahingehend, dass unter verallgemeinerten Bedingungen ein Mindestabstand zwischen Windenergieanlage und dem Schutzobjekt definiert wurde. Die Bestimmung erfolgt unter Berücksichtigung probabilistischer und kinematischer Ansätze. Aufgrund des veränderten Maschinenparks von Windenergieanlagen sowie aufgrund einer Vielzahl von zusätzlich zu bewertenden Schutzobjekten wird diese Studie zurzeit aktualisiert (Unterlage U 9).

Eines der zu betrachtenden Versagensszenarien ist der Turmbruch. Die Betrachtung der bekannt gewordenen Fälle eines derartigen Schadens lässt Zweifel an der statistischen Verwertbarkeit des Zahlenmaterials aufkommen. Wir sind beauftragt worden, diesen Aspekt detaillierter darzustellen.

3. Unterlagen

3.1 Vorschriften

- U 1 DIN EN 1990: „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010“, Ausgabe 12/2010, einschließlich nationaler Anhang
- U 2 GL IV-Teil 1: „Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Ausgabe 2010
- U 3 DIBt: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung 2004

3.2 Angaben zu Versagensszenarien

- U 4 Zusammenstellung von Unfällen im Zusammenhang mit Windkraftanlagen für den Zeitraum 1996 bis 2003, Internetrecherche, Bearbeitungsstand vom 25.09.2003
- U 5 Anzahl der installierten Windenergieanlagen in der BRD, Internetrecherche, Quelle:
www.windenergie.de/infocenter/statistiken/deutschland/windenenergieanlagen-deutschland
- U 6 Meldungen über einen Turmbruch am 13.01.2007 bei Bendorf im Kreis Steinburg, Kreis Schleswig-Holstein; Internetrecherche www.wind-watch.org/news/2007/08/24/the_dangers_of_windpower/
- U 7 Meldungen über den Bruch einer D-Windanlage bei Kirdorf; Internetrecherche, diverse Artikel

3.3 Literatur

- U 8 Gutachten 19003, Revision 7 „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten/Bestimmung von Mindestabständen“, aufgestellt von der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, vom 11.03.2005

- U 9 Gutachten 97111, Revision 1 „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten/Bestimmung von Mindestabständen“, aufgestellt von der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, vom 18.09.2012
- U 10 Braam, H.; van Mulekom, G. H.; Smit, R. W.: „Handboek Risicozonering Windturbines“, Revision 2, Ausgabe 01/2005

4. Grundlagen

4.1 Bemerkungen zur statistischen Auswertung

Ziel der statistischen Auswertung in den unter Unterlage U 8 genannten Untersuchungen ist die Ermittlung einer Eintretenswahrscheinlichkeit für die unterschiedlichen Versagensszenarien (Abwurf von Rotorblättern, Abwurf eines Maschinenhauses und Turmbruch). Bei der statistischen Auswertung sind einige Besonderheiten zu berücksichtigen.

Bei der Bewertung von seltenen Ereignissen ist das Zahlenmaterial über größere Zeiträume zu beachten. Die Untersuchung hat das Ziel eine ausreichende Anzahl von Ereignissen zu berücksichtigen.

Ein weiteres Ziel dieser Untersuchungen ist die Feststellung von zeitabhängigen Tendenzen. Zeigt sich über einen längeren Zeitraum für ein bestimmtes Ereignis eine ähnliche Häufigkeit von Ereignissen, so kann von einer zufälligen Verteilung ausgegangen werden. Ist diese weitgehend konstante Häufigkeit jedoch nicht festzustellen, so sind hier Einflüsse zu vermuten, die keiner zufälligen Verteilung unterliegen. Lassen sich für diese Veränderungen der Häufigkeit Ursachen angeben, so sind die aus Statistiken ermittelten Eintretenswahrscheinlichkeiten in dem vorliegenden Fall nicht anzusetzen.

4.2 Bemerkungen zur Dimensionierung des Turmbauwerkes

Bei einer Windenergieanlage handelt es sich um eine Kombination aus einem Bauwerk und einem Maschinenteil. Der Turm unterliegt dem Bauordnungsrecht. Die Dimensionierung des Turmes erfolgt nach der DIBt-Richtlinie (U 3), die auf der DIN EN 1990 (U 1) basiert. Die technische Ausführung des Maschinenteiles (Rotor und Maschinenhaus) erfolgt nach der GL-Richtlinie (U 2).

Die Dimensionierung des Turmbauwerkes erfolgt nach dem semiprobabilistischen Verfahren. Dieses Verfahren ist in DIN EN 1990 beschrieben. In den Anhängen zu dieser Vorschrift befinden sich nähere Angaben zur Festlegung von Sicherheitsbeiwerten bzw. Teilsicherheitsbeiwerten. Nach Anhang B dieser Vorschrift ist das Bauwerk in die Zuverlässigkeitsklasse RC 2 einzustufen. In Tabel-

le B.2 wird für derartige Bauwerke bei einem Bezugszeitraum von einem Jahr der Zuverlässigkeitsindex gefordert

$$\beta = 4,7.$$

Sowohl Statistiken als auch die übliche probabilistische Dimensionierungspraxis haben den Bezugszeitraum von einem Jahr. Der Zuverlässigkeitsindex ist proportional zur Höhe der Sicherheit. Er korrespondiert mit der Versagenswahrscheinlichkeit in der Form, dass ein höherer Zuverlässigkeitsindex eine geringere Versagenswahrscheinlichkeit bedeutet. In Anhang C der benannten Vorschrift, dort Tabelle C.1, wird der Zusammenhang zwischen dem Zuverlässigkeitsindex und der Versagenswahrscheinlichkeit angegeben. Für den o. g. Wert des Zuverlässigkeitsindex liefert die Tabelle eine Versagenswahrscheinlichkeit von

$$Zul Pf = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignissen pro Jahr.}$$

Die Zuordnung der Versagenswahrscheinlichkeit auf den Bezugszeitraum ergibt sich aus der Festlegung gemäß Anhang B.

Aus diesen Festlegungen ist zu schließen, dass ein nach den anerkannten Regeln der Technik dimensioniertes und errichtetes Bauwerk eine Versagenswahrscheinlichkeit von weniger als $1 \cdot 10^{-6}$ Ereignissen pro Jahr hat.

Wie bei allen größeren bzw. bedeutsamen Bauwerken ist eine Überwachung in den Vorschriften verankert. Im vorliegenden Fall ist sowohl die Überwachung der Maschinenbauteile gemäß Unterlage U 2 als auch die Überwachung des Turmbauwerkes gemäß Unterlage U 3 zu beachten. Bezüglich des Turmbauwerkes bedeutet dies, dass auch während der Betriebsphase von dem Turmbauwerk einer Windenergieanlage die gleiche Gefährdung ausgeht, wie von jedem anderen größeren bzw. bedeutsamen Bauwerk auch.

5. Auswertung für das Szenario Turmbruch

5.1 Statistische Angaben

In der Anlage A 1 befindet sich eine graphische Auswertung zur Anzahl der Ereignisse, dargestellt über die Zeitachse zwischen 1999 und 2012. Es handelt sich um die im Gutachten 19003 (U 8) zusammengestellten Daten zuzüglich der in den Unterlagen U 6 und U 7 dokumentierten Ereignisse.

Für eine statistische Bewertung wird die Anzahl der Windenergieanlagen gemäß Unterlage U 5 zugrunde gelegt. Die Anzahl der Windenergieanlagen ist kontinuierlich gestiegen und liegt derzeit bei ca. 23.000 Anlagen im Gebiet der BRD. Der Bezugsraum BRD korrespondiert mit den dokumentierten Ereignissen von Turmbrüchen. Ereignisse außerhalb der BRD bleiben unberücksichtigt.

Auffallend an den statistischen Daten ist, dass ab ca. 2003 eine deutliche Reduzierung der Ereignisse zu erkennen ist. Dies deutet darauf hin, dass es sich bei dem Ereignis Turmbruch um eine nicht zufällig verteilte Variable handelt. Es sind hier andere Faktoren zu berücksichtigen.

Zur Verdeutlichung der statistischen Abweichungen werden im Folgenden die Zahlenwerte gegenübergestellt für die verschiedenen Zeiträume. In Unterlage U 8 wurde für den Zeitraum 1999 bis 2003 eine Eintretenswahrscheinlichkeit ermittelt von

$$Pf = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Ereignissen pro Jahr.}$$

Für den Zeitraum zwischen 2003 und 2012 ergibt sich, unter Berücksichtigung der zwei eingetretenen Ereignisse und der im Mittel zwischen ca. 14.600 und ca. 22.700 je nach Jahr variierenden Anzahl der Windenergieanlagen, eine Eintretenswahrscheinlichkeit von

$$Pf = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ Ereignissen pro Jahr.}$$

Diese Abweichung der Eintretenswahrscheinlichkeit zeigt auf, dass dieses Ereignis nicht zufällig verteilt ist.

5.2 Angaben zu den Ursachen

5.2.1 Ursachen zu Ereignissen in der BRD

Für eine Bewertung der zufälligen Verteilung der Ereignisse von Turmbruch werden die Ursachen dieser Ereignisse soweit zugänglich bewertet. In Unterlage U 8 wurden die Ereignisse zwischen 1999 und 2003 bereits bewertet. Für die Ereignisse in diesem Zeitraum ist festzustellen, dass diese immer auf die Nichteinhaltung von Vorschriften zurückzuführen sind. Neben den in Kapitel 3 aufgeführten Unterlagen U 2 und U 3 ist insbesondere die Einschaltung eines anerkannten Sachverständigen für Erd- und Grundbau nach Ordnungsrecht aufzuführen. In den bis 2003 bekannten Ereignissen waren Mängel in der Wartung und/oder nicht fachgerechte Baugrundgutachten verursachend.

Zu dem in Unterlage U 6 aufgeführten Ereignis im Jahre 2007 liegen keine Informationen vor. Auch bei Anfragen aus unserem Hause wurde auf Nachrichtensperren verwiesen.

Dagegen ist das in Unterlage U 7 dokumentierte Ereignis öffentlich gut dokumentiert. Demzufolge ist es aufgrund einer Fehlfunktion des Stellkranes für ein Rotorblatt zum Turmbruch gekommen. Aufgrund der Fehleinstellung konnte das Blatt nicht in die Fahnenstellung zurückgefahren werden, sodass es durch den Wind weiter angetrieben wurde und der Rotor in Überdrehzahl geriet. Es kam zu Schwingungen im Turm, die das Versagen des Turmbauwerkes ca. auf $\frac{1}{4}$ Höhe verursacht haben. Wie die nachfolgenden Untersuchungen zeigten, ist die Fehleinstellung des Stellkranes auf einen Mangel in der Inspektion zurückzuführen. Die darauf durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass bei allen Stellkränen dieser Windenergieanlage eine Vorschädigung vorhanden war, die durchaus hätte erkannt werden müssen. Der Gutachter hat dann den sukzessiven Austausch dieses Bauteils vorgeschlagen, was durch den Betreiber der Windenergieanlagen umgesetzt wurde.

Wie bereits in Unterlage U 8 angegeben, lässt sich für das zu einem späteren Zeitraum dokumentierte und auswertbare Ereignis dieselbe Aussage übertragen. Die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Turmbruchs ist auf die Nichteinhaltung von Vorschriften zurückzuführen. In diesem Fall ist der Bruch auf Mängel in der Überwachung zurück zu führen.

5.2.2 Sonstige Ursachen

Als weitere Ursache für einen Turmbruch ist der Aufprall eines Rotorblattes auf das Turmbauwerk zu sehen. Hierfür sind zwei Szenarien denkbar.

In dem ersten Szenario hat sich das Rotorblatt bereits gelöst und es schlägt aufgrund des ungünstigen Abwurfwinkels und der hieraus resultierenden räumlichen Wurfparabel auf den Turm auf. Dieses Szenario wird in Kapitel 5.3.2 näher bewertet.

Im zweiten Szenario befindet sich das einzelne Rotorblatt noch an der Rotornabe. Allerdings ist es bei Sturm aufgrund z. B. eines Wartungsfehlers nicht in die Fahnenstellung gekommen, sodass der Rotor in Überdrehzahl gerät. Wegen des dann anstehenden Winddruckes wird die Deformation des Rotorblattes so groß, dass selbst der durch die Rotorneigung erzeugte Abstand zwischen Rotorblatt und Turm nicht mehr ausreicht. Die Blattspitze prallt auf den Turm auf und es kommt bei genügend Aufprallenergie zum Kollaps des Turmes. Hier ist anzumerken, dass der durch ein Rotorblatt verursachte Turmbruch nicht in der BRD beobachtet wurde. Bekannt sind lediglich Ereignisse im Ausland. Dieses Schadensszenario setzt eine nennenswerte Drehzahl voraus. In der Unterlage U 10 wird hierfür gegenüber Rotorblattbruch ein um zwei Zehnerpotenzen geringerer Wert angegeben. Da es auch in diesem Fall zum Abwurf eines Rotorblattes kommt, ist dann der Wert gemäß Unterlage U 9 anzupassen auf

$$Pf1 = 7 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse pro Jahr.}$$

Für eine Bewertung ist dieser Wert zu multiplizieren mit der Trefferwahrscheinlichkeit einer eingearbeiteten Leitung gemäß Kapitel 5.3.1.

5.3 Ergänzende geometrische Überlegungen

5.3.1 Trefferwahrscheinlichkeit einer eingearbeiteten Leitung

Beim Turmbruch sind eingearbeitete Schutzobjekte nur dann gefährdet, wenn entweder das Maschinenhaus oder vom Maschinenhaus abstehende Rotorblätter das Schutzobjekt treffen. Ein Rotorblatt erreicht das eingearbeitete Schutzobjekt nur bei einem Auftreffwinkel von weniger als 30° zur Senkrechten.

In der Anlage A 2 ist der Ergebnisausdruck für die Ermittlung der Trefferwahrscheinlichkeit eines Maschinenhauses auf einer eingeordneten Leitung. Sie ergibt sich aus dem Verhältnis der Gondellänge zu dem entsprechenden Umfangkreis in Nabenhöhe. Die Definition der Klassen und der dazugehörigen Gondellängen ergibt sich aus dem Datensatz der Untersuchung gemäß Unterlage U 9. Zur Ermittlung ist hierbei die geringstmögliche Nabenhöhe einzusetzen. Der Maximalwert für den Treffer einer Leitung durch das Maschinenhaus eines kippenden Turmes liegt demnach bei

$$Pf_3 = 7 \cdot 10^{-2} \text{ Ereignissen pro Turmbruch.}$$

Eine weitere Gefährdung kann durch abstehende Rotorblätter eintreten. Dies wird wie folgt bewertet:

Das fallende Maschinenhaus samt der Rotorblätter befindet sich innerhalb einer Kugel, deren Radius dem Rotordurchmesser entspricht. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreffen eines der Rotorblätter in einem 30°-Kegel ist zu halbieren, da nur der Teil des Kugelabschnittes betrachtet wird, der weiter liegt, als die Aufprallstelle des Maschinenhauses. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich hierfür eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 1×10^{-1} Ereignissen pro Abwurf.

Die Aufprallstellen für die Rotorblattspitze befinden sich in einem zum Turm konzentrischen Kreis, dessen Außenradius die Aufprallstelle zuzüglich der halben Rotorblattlänge beträgt. Die geradlinig verlaufende Leitung durchquert diesen Kreis in einem Abstand zum Standort der Windenergieanlage, der sich innerhalb der soeben beschriebenen Außengrenzen des Kreises befindet, im Übrigen jedoch beliebig ist. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstelle der Rotorblattspitze mit der Leitungslage ergibt sich aus dem Verhältnis der Leitungsgrundfläche in diesem Kreisring und der Fläche des oben beschriebenen Kreisringes. Die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit für dieses Ereignis für unterschiedliche Nabenhöhen und unterschiedliche Leitungslagen innerhalb des Kreisrings liefert einen Mittelwert von $6 \cdot 10^{-2}$ Ereignissen pro Turmbruch. Dieser Wert multipliziert mit der Eintretenswahrscheinlichkeit für das Auftreffen unter 30° liefert zusammengefasst eine Trefferwahrscheinlichkeit von $6 \cdot 10^{-3}$ Ereignissen pro Turmbruch.

Diese Zahlen liefern für den Treffer durch ein abstehendes Rotorblatt einen vernachlässigbaren Einfluss. Zu berücksichtigen ist lediglich die Trefferwahrscheinlichkeit durch das Maschinenhaus.

5.3.2 Turmbruch durch abgeworfenes Rotorblatt

Je nach Abwurfwinkel kann der Fall eintreten, dass das abgeworfene Rotorblatt gegen den Turm prallt und es somit zum Turmbruch kommt. In der Anlage A 3 ist beispielhaft der Lageplan einer Wurfparabel dargestellt. Der Turm befindet sich im Koordinatenursprung. Aus den Diagrammen und dem dazugehörigen Zahlenmaterial ist Folgendes zu erkennen:

- Bei den relevanten Abwurfwinkeln handelt es sich um Situationen, in denen das Rotorblatt nach unten abgeworfen wird. Die zugehörige Geschwindigkeitskomponente in horizontaler Richtung ist relativ gering. Somit ist auch die Aufprallenergie in horizontaler Richtung relativ gering. Die Aufprallenergie muss für den Turmbruch sein. Es wird abgeschätzt, dass in dieser Situation der Turmbruch nicht zwangsweise eintritt.
- Die Darstellung zeigt, dass kritische Abwurfwinkel in der Größenordnung von 15° sind. Bei Voraussetzung der statistischen Gleichwertigkeit aller Abwurfwinkel ergibt sich hieraus eine Wahrscheinlichkeit von $Pf = 15/360 = 4 \cdot 10^{-2}$ Ereignissen pro Abwurf.

5.4 Zusammenstellung für relevante Szenarien

Im Folgenden werden die Zahlenwerte zusammengestellt für die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen, relevanten Versagensszenarien.

Turmbruch infolge Versagen des Turmbauwerkes – Treffer einer eingedeckten Leitung

Es handelt sich um ein Turmbauwerk, welches nach den einschlägigen Vorschriften errichtet und betrieben wird. Mit der maximal möglichen Versagenswahrscheinlichkeit gemäß Kapitel 4.2 und der Trefferwahrscheinlichkeit einer eingedeckten Leitung gemäß Kapitel 5.3.1 ergibt sich die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Schadens zu

$$Pf = 7 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignissen pro Jahr.}$$

Turmbruch infolge Treffer durch abgeworfenes Rotorblatt

Hier sind die Eintretenswahrscheinlichkeit gemäß Unterlage U 9, die Eintretenswahrscheinlichkeit eines ungünstigen Winkels sowie die Eintretenswahrscheinlichkeit für den Treffer einer Leitung anzusetzen. Im Einzelnen ergibt sich

$$Pf = 8 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse pro Jahr.}$$

Turmbruch durch Rotor in Überdrehzahl

Mit der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen nennenswert in Überdrehzahl geratenen Rotor gemäß Kapitel 5.2.2 und der Trefferwahrscheinlichkeit durch die Gondel gemäß Kapitel 5.3.1 ergibt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Schaden an einer eingedeckten Leitung von

$$Pf = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignissen pro Jahr.}$$

Die zusammengestellten Eintretenswahrscheinlichkeiten liefern Werte, die geringer sind als die Grenzwerte für Gashochdruckleitungen und Mineralölleitungen gemäß Unterlage U 9.

6. Zusammenfassende Bewertung

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die folgenden Szenarien untersucht und bewertet. Im Einzelnen sind die folgenden Aussagen zu treffen:

Der Turmbruch infolge Versagen des Bauwerkes liefert vernachlässigbare Werte. Hier wird vorausgesetzt, dass sowohl Errichtung als auch Betrieb der Windenergieanlage nach den einschlägigen Vorschriften (insbesondere U 2 und U 3) durchgeführt werden. Diese Forderung ist bei der Genehmigung zu verankern. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass in der Regel neu errichtete Windenergieanlagen samt Wartungsvertrag an den Betreiber der Windenergieanlage übergeben werden. Hiermit ist sichergestellt, dass eine hochwertige Wartung durchgeführt wird. Bei Altanlagen sind diese Voraussetzungen ebenfalls zu prüfen. Ist die Einhaltung der einschlägigen Vorschriften bei solchen Anlagen nicht gewährleistet, so gelten hierfür nicht die im vorliegenden Fall getroffenen Aussagen.

Bei dem Turmbruch infolge eines abgeworfenen Rotorblattes wird auf der sicheren Seite liegend vorausgesetzt, dass es trotz der geringen Bewegungskomponente in horizontaler Richtung zu einem Turmbruch kommt. Selbst unter dieser Annahme ergeben sich Gefährdungen unterhalb des Grenzwertes.

Bei einem Turmbruch infolge eines in Überdrehzahl geratenen Rotors ergibt sich ebenfalls eine Gefährdung unterhalb des Grenzwertes.

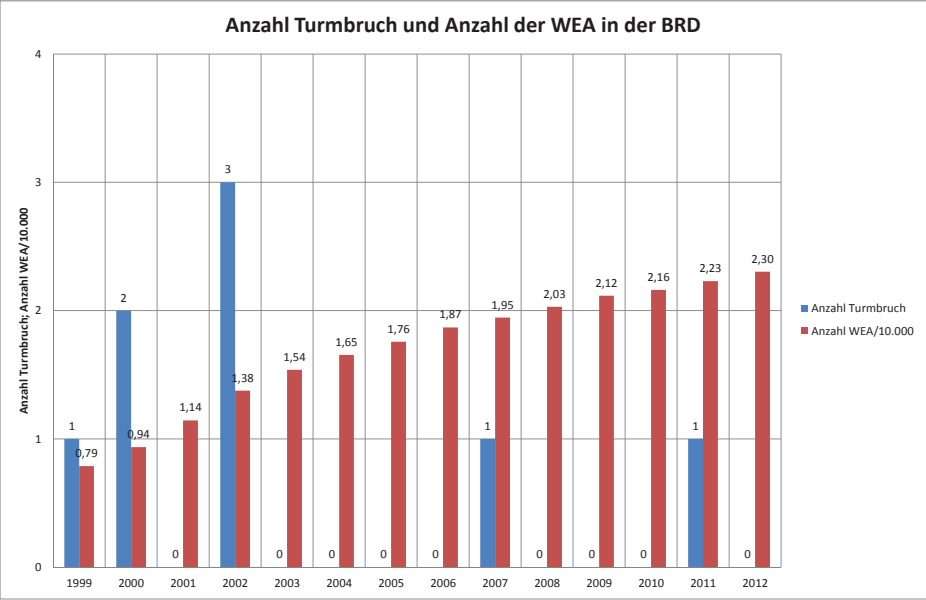
Mit den drei hier skizzierten Versagensszenarien eines Turmbruchs sind die relevanten Szenarien abgehandelt. Als Ergebnis der Bewertung zeigt sich, dass dieses Szenario nicht weiter zu berücksichtigen ist.

Anlage

A 1 Statistiken für Turmbruch

Projekt 97111

Anlage A1



02.05.2013 18:55

G:\2011\97111\02_Grundgutachten\01_Bearbeitung\06_Theorie_Turmbruch\Studie_NWO\Schadenfälle_WKA.xlsx [Dia_Zeit_Anzahl]

Anlage

A 2 Trefferwahrscheinlichkeit eingedeter Objekte

Projekt 97111

Anlage A2

Nabenhöhe	Pf3, Klasse 1	Pf3, Klasse 2	Pf3, Klasse 3	Pf3, Klasse 4
40	5,81E-02	6,88E-02		
60	3,87E-02	4,59E-02	5,31E-02	
80	2,90E-02	3,44E-02	3,98E-02	4,50E-02
100		2,75E-02	3,18E-02	3,60E-02
120		2,29E-02	2,65E-02	3,00E-02

02.05.2013 19:01

G:\2011\97111\02_Grundgutachten\02_Bearbeitung\06_Theorie_Turmbruch\Studie_NWO\PF3_Näherung_pre00.xlsx [Tabelle1]

Anlage

A 3 Lageplan der Wurfparabel

Projekt 97111

Anlage A3



02.05.2013 19:04

G:\2011\97111\02_Grundgutachten\01_Bearbeitung\04_Theorie_Blattwurf\Turmtreffer\Aufprall\WKA_pre00.xlsx [Dia_LP_Wurf]

Anlage

A 13

Beanspruchung von Großrohren



Abschlussbericht

Aufprall von Rotorblättern von Windenergieanlagen auf Gashochdruckleitungen DN > 900, DP ≥ 84

Hannover – Leipzig
Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH
Heiligengeiststraße 19
30173 Hannover
Leibnizstraße 25
04105 Leipzig
mail@veenkerghmbh.de
www.veenkerghmbh.de

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	3
2. Unterlagen	5
3. Angaben zur Berechnung	6
4. Beschreibung der FEM-Berechnung	7
5. Ergebnisse	8
6. Leitungen geringerer Druckstufen	9

Anlagenverzeichnis

A 1	Rotorblattgewichte
A 2	Aufprallgeschwindigkeiten
A 3	System
A 4	Ergebnisse Leitung DN 1000
A 5	Ergebnisse Leitung DN 1400

Auftraggeber: DVGW e. V.

Projekt: 97111

Datum: 10.12.2014

Revision: 01

Vereidigte Sachverständige
Dr.-Ing. Manfred Veenker
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich
Dipl.-Ing. Alexander Junge

Amtsgericht Hannover
HRB 57 606
USt-IdNr.: DE 198 708 104

Geschäftsführer
Jörg Himmerich

\\file\projekte_rw\2011\97111\10_FEM_
Grossrohr\02_Bericht\Abschlussbericht
_R01\97111_Abschlussbericht_R01.doc
x

97111

Revision 01

Seite 2

1. Vorgang

Die Schadensrate von Windenergieanlagen (WEA) lässt sich im Wesentlichen eingrenzen auf

- Abwurf von Rotorblättern bzw. Teilen davon,
- Gondelabwurf,
- Turmbruch.

Wegen der guten Datenlage sind diese Größen statistisch erfassbar und bekannt. Schutzobjekte in der Nähe von Windenergieanlagen sind neben Häusern, Verkehrswegen, oberirdischen Anlagen usw. auch eingeedete Leitungen. Die Zulässigkeit des bestimmten Abstandes zwischen einer WEA und dem Schutzobjekt ergibt sich aus der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Unfalls einer WEA und eines Treffers des Schutzobjektes, wenn der so ermittelte Wert mit einem Grenzwert abgeglichen wird.

Um nun nicht in jedem Einzelfall diesen Sicherheitsabstand ermitteln zu müssen, ist in einem „allgemeinen Gutachten“ (Unterlage U 1) unter konservativen Ansätzen der einzuhaltende Sicherheitsabstand ermittelt und in tabellarischer Form aufgelistet. Wegen des konservativen Ansatzes für viele Parameter lässt sich bei Einzelfalluntersuchungen dieser konservative Sicherheitsabstand im Allgemeinen auf einen sehr viel geringeren Mindestabstand reduzieren.

Bei Gashochdruckleitungen, die einen Durchmesser $\geq$ DN 1000 haben und eine Druckstufe in der Größenordnung von DP 100 bar, ist die Widerstandsfähigkeit dieser Leitungen so groß, dass sie zwar bei dem Treffer durch ein Rotorblatt signifikant verformt werden, aber der Nachweis gelingt, dass eine Zerstörung der Leitung, die zu einem Gasverlust mit gefährlichen Auswirkungen führen würde, ausgeschlossen ist. Für diese Gashochdruckleitungen kann damit ein Mindestabstand von 25 m bis 35 m gemäß Unterlage U 1 zwischen Turmachse und Leitungsachse zugelassen werden, wenn der Leitungsbetreiber dem in diesem Gutachten aufgezeigten Verformungszustand zustimmt. Das wird in aller Regel dann der Fall sein, wenn ein Leitungsbetreiber beim Trassenneubau bei der Auswahl der Trassen auf solch geringe Mindestabstände angewiesen ist.

Nähere Regelungen zu diesem Sachverhalt finden sich in dem Allgemeingutachten (Unterlage U 1), dort in Kapitel 2 und in Kapitel 10. Die Abstände sind angegeben in Anlage A15 der Unterlage U 1.

\\file\projekte_rw\2011\97111\10_FEM_Grossrohr\02_Bericht\Abschlussbericht_R01\97111_Abschlussbericht_R01.doc

x

97111

Revision 01

Seite 3

\\file\projekte_rw\2011\97111\10_FEM_Grossrohr\02_Bericht\Abschlussbericht_R01\97111_Abschlussbericht_R01.doc

x

97111

Revision 01

Seite 4

2. Unterlagen

U 1	Gutachten 97111 „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten / Bestimmung von Mindestabständen“, Revision 05, aufgestellt von Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, mit Datum vom 29.09.2014
U 2	Gasch, R.; Twele, J. (Herausgeber): „Windkraftanlagen; Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb“, 8. überarbeitete Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, Ausgabe 2013
U 3	Lang, H.-J. et al.: „Bodenmechanik und Grundbau“, 9. bearbeitete Auflage 2011, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
U 4	Kolymbas, D. „Geotechnik/Bodenmechanik, Grundbau und Tunnelbau“, 3. neu bearbeitete Auflage 2011, Springer-Verlag, Heidelberg, Dordrecht, London, New York
U 5	DIN EN 1997-1-7: 2007: „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen; Deutsche Fassung EN 1991-1-7: 2006“, Ausgabe 02/2007
U 6	Meschede, D. „Gerthsen Physik“, 24. überarbeitet Auflage 2010, Springer-Verlag, Heidelberg Dordrecht, London, New York

3. Angaben zur Berechnung

Umfangreiche Untersuchungen, die in Unterlage U 1 aufgezeigt sind, zeigen, dass die Rotorblattgewichte bei 17 t begrenzt sind. Die Aufstellung in Anlage A 1 weist zwar auch Blattgewichte in der Größenordnung von 20 t auf, dies sind jedoch Ausnahmen, die selten sind und damit in dieser generellen Berechnung nicht berücksichtigt werden. Der Extremwert für Rotorblattgewichte liegt bei 66 t, jedoch handelt es sich hier um nur sehr vereinzelt errichtete Anlagen (Enercon 126), die für die hier angestellten Betrachtungen keine Rolle spielen.

Aus den Wurfparabelberechnungen in Unterlage U 1 lassen sich auch die Aufprallgeschwindigkeiten ermitteln, die in Anlage A 2 aufgezeigt sind. Diese Aufprallgeschwindigkeiten sind bereits um das Maß der Dämpfung beim Eindringen in das Erdreich gemäß Unterlage U 2 bis U 6 reduziert worden. Sie liegen in der Größenordnung von 35 m/s.

Es wird nunmehr davon ausgegangen, dass das Rotorblatt nicht trudelt, sondern in Achsrichtung des Blattes mit der Spitze auf die Leitung auftrifft. Dabei wird die dünne Spitze des Rotorblattes zerstört und die beim Aufprall wirksame Fläche beträgt

$$a = 2000 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm}.$$

Die Leitung ist gemäß der Darstellung in Anlage A 3 nur auf einem Winkel von 120° gebettet. Diese Annahme liegt auf der sicheren Seite, da das weiter oben umschließende Erdreich die Leitung zwar stützt, aber wegen der geringen Überdeckung nicht auszuschließen ist, dass dieses Erdreich im Verformungsfall weggedrückt wird und somit die Leitung nicht wirksam stützt.

Für die Bewertung der Ergebnisse sind nicht die ermittelten Spannungen maßgebend, da bei der hier ausdrücklich zugelassenen plastischen Verformung die Spannungen durch das Eintreten der Fließspannung begrenzt sind. Es sind vielmehr die Dehnungen, die als begrenzendes Kriterium anzusetzen sind. Diese Dehnungen sind die Bruchdehnungen, die bei den Stählen bekannt sind und deren Grenzwert mit

$$\epsilon_{\text{Grenz}} \leq 25 \%$$

festgelegt wird.

4. Beschreibung der FEM-Berechnung

Der direkte Aufprall eines Windturbinenblattes auf eine im Boden gebettete und unter Innendruck stehende Rohrleitung wird numerisch mithilfe der Finiten-Elemente-Methode simuliert. Hierfür steht die FE-Software Ansys-Structural zur Verfügung, mit der das zu betrachtende System als Flächenmodell modelliert und dynamisch untersucht wird.

Eine dynamische Analyse erlaubt in diesem Fall die relativ genaue Ermittlung des gesamten Deformations- sowie Spannungsverhaltens unter Berücksichtigung von Trägheits- und Dämpfungseffekten [Materialdämpfung] während des Aufprallvorganges. Dieses erfolgt durch das implizite Lösen der strukturellen Gleichgewichtsbedingungen mit Vorgabe von Anfangsrandbedingungen (Anfangsfallgeschwindigkeit sowie Anfangsfallhöhe des Rotorblatts).

Der Rohrleitungsabschnitt wird mit einer Länge von 20 m modelliert. Die Enden dieses Abschnitts werden fest gelagert. Auf der sicheren Seite liegend wird der Boden durch vertikale und horizontale Lagerungen im unteren Bereich der Rohrleitung in einem Winkel von 120° als komplett steif berücksichtigt.

Für den direkten Aufprall zwischen dem Turbinenblatt und der Rohrleitung werden die betreffenden Flächen mit deformierbaren Kontaktelementen versehen.

5. Ergebnisse

Die Ergebnisse für die Berechnung der Leitung DN 1000 sind in Anlage A 4 und die Ergebnisse für die Leitung DN 1400 in Anlage A 5 beigelegt. Die dort aufgeführten Werte zeigen, dass die Berechnung konvergiert. D. h., in dem dynamischen Rechenprozess wird die Aufprallgeschwindigkeit über den Verformungsvorgang auf 0 m/s reduziert und es verbleibt ein stark verformter, aber noch intakter Leitungsquerschnitt.

Leitungen in der Druckstufe um 100 bar, deren Durchmesser zwischen den beiden untersuchten Größen liegt, haben eine linear auf den Durchmesser bezogene Wanddicke, die zwischen den beiden untersuchten Wanddicken der untersuchten Durchmesser liegt und sind damit ebenso tragfähig, wie die beiden untersuchten Leitungen.

6. Leitungen geringerer Druckstufen

Es ist möglich, dass Leitungen mit Durchmessern der Größenordnung zwischen DN 1000 und DN 1400 mm mit sehr viel geringeren Nenndruckstufen gefahren werden und damit eine deutlich geringere Wanddicke haben, als die in den vorstehenden Kapiteln untersuchten Leitungen. Für diese Leitungen ist der Nachweis, dass sie durch den Aufprall eines Rotorblattes zwar stark verformt, nicht aber zerstört werden, nicht mehr zu erbringen, weil die Wanddicke zu gering ist.

Anlage

A 1 Rotorblattgewichte

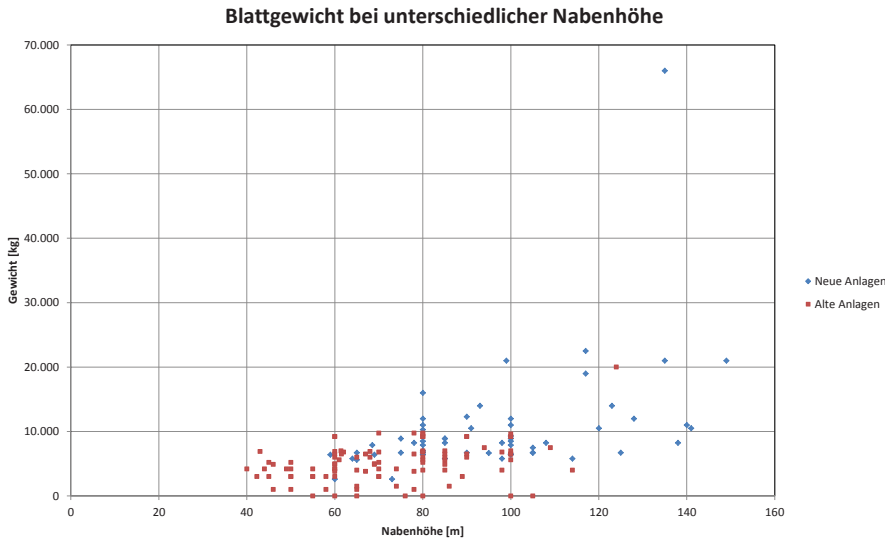
Anlage

A 2

Aufprallgeschwindigkeiten

Projekt 97111

Anlage A 1



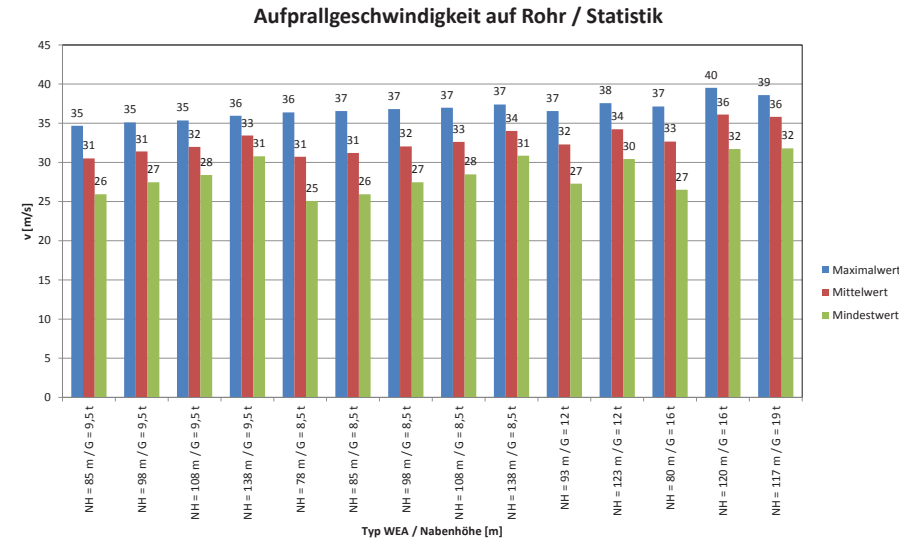
02.12.2014 09:19

G:\2011\97111\10_FEM_Grossrohr\01_Bearbeitung\01_RotorblattDaten_WEA_R04.xlsx [Dia_NH_vs_Masse]

Anlage

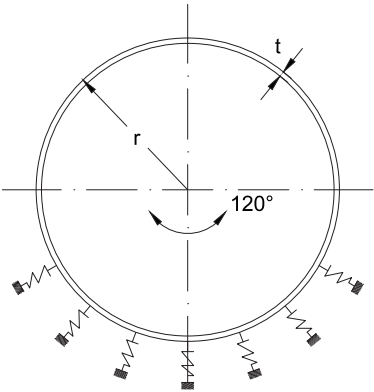
A 3 System

Projekt 97111 Anlage A 2



Anlage A 3

G, v



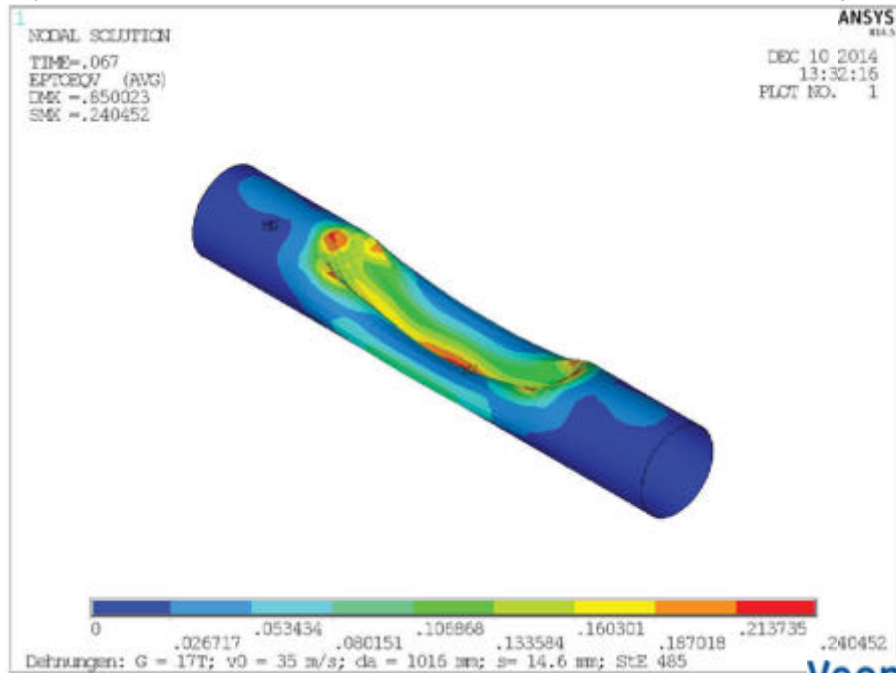
Anlage

A 4

Ergebnisse Leitung DN 1000

Projekt 97111

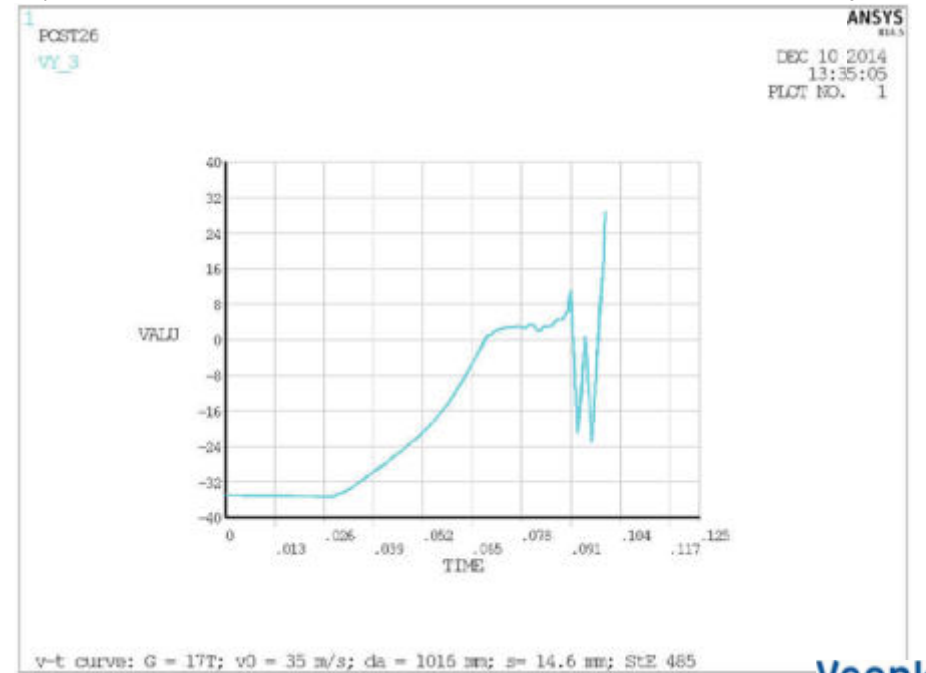
Anlage A 4.1



Veenker

Projekt 97111

Anlage A 4.2



Veenker

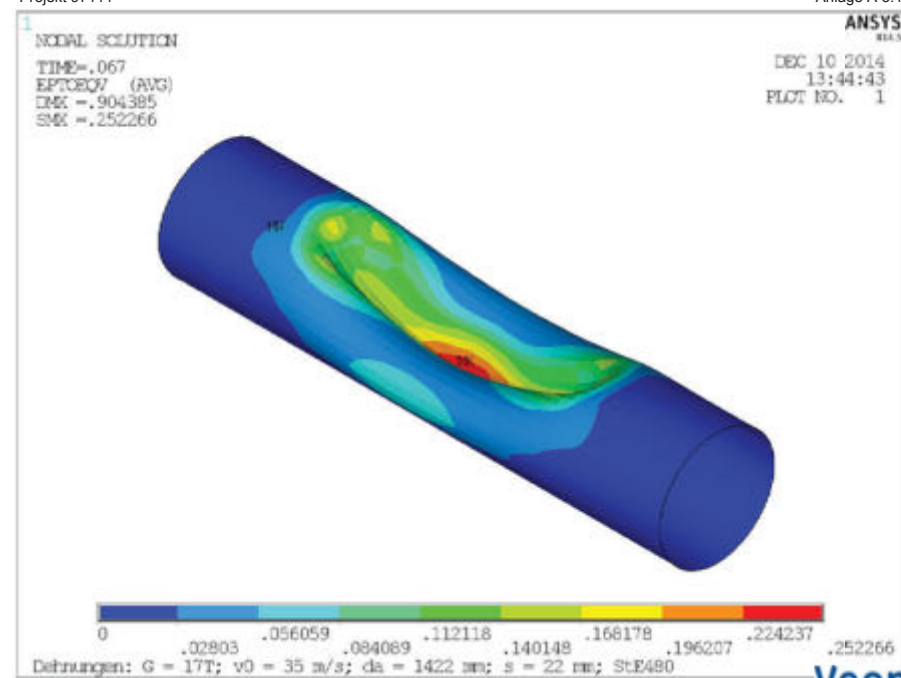
Anlage

A 5

Ergebnisse Leitung DN 1400

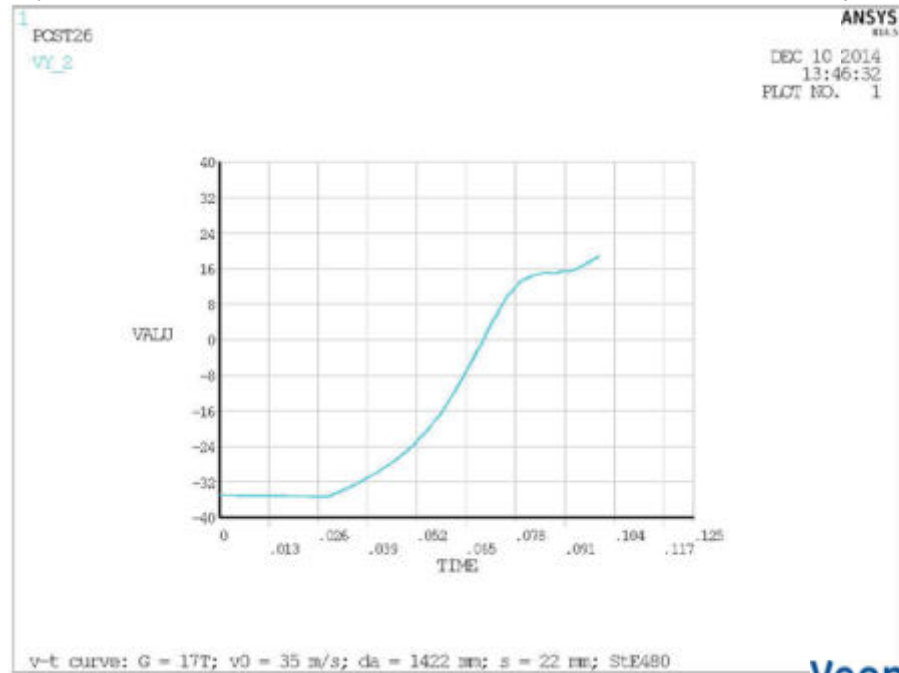
Projekt 97111

Anlage A 5.1



Projekt 97111

Anlage A 5.2



Veenker

Anlage

A 14 Zusammenstellung der berücksichtigten WEA – Klassifizierung

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
1	1	NEG Micon	NM 52/900	40	52,2	5	4200	25,5	22,4
2	1	AN Bonus	AN 600kW/44-3	42,3	44	6	3000	21	27
3	1	NEG Micon	NM 52/900	44	52,2	5	4200	25,5	22,4
4	1	NEG Micon	NM 750/48	45	48	5	3000	23,5	22
5	1	NEG Micon	NM 1000/60	45	60	5	5200	29	18
6	1	Enercon	E-40	46	40,3	4	1000	18,9	34
7	1	Nordex	N60	46	60	5	4900	29	19,2
8	1	NEG Micon	NM 52/900	49	52,2	5	4200	25,5	22,4
9	1	AN Bonus	AN 600kW/44-3	50	44	6	3000	21	27
10	1	AN Bonus	AN 1 MW/54	50	54	6	4200	26	22
11	1	Enercon	E-40	50	40,3	4	1000	18,9	34
12	1	NEG Micon	NM 750/48	50	48	5	3000	23,5	22
13	1	NEG Micon	NM 1000/60	50	60	5	5200	29	18
14	1	AN Bonus	AN 600kW/44-3	55	44	6	3000	21	27
15	1	NEG Micon	NM 750/48	55	48	5	3000	23,5	22
16	1	NEG Micon	NM 52/900	55	52,2	5	4200	25,5	22,4
17	1	AN Bonus	AN 600kW/44-3	58	44	6	3000	21	27
18	1	Enercon	E-40	58	40,3	4	1000	18,9	34
19	1	AN Bonus	AN 1 MW/54	60	54	6	4200	26	22
20	1	AN Bonus	AN 1,3 MW/62	60	62	6	6000	30	19
21	1	Enercon	E-53	60	53	4	2600	25,3	29,5
22	1	NEG Micon	NM 750/48	60	48	5	3000	23,5	22
23	1	NEG Micon	NM 52/900	60	52,2	5	4200	25,5	22,4

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
24	1	Nordex	N60	60	60	5	4900	29	19,2
25	1	Nordex	N62	60	62	5	5000	29	19,2
26	1	Enercon	E-40	65	40,3	4	1000	18,9	34
27	1	Vestas	V52-850kW	65	52	6	1500	25,3	31,4
28	1	AN Bonus	AN 1,3 MW/62	68	62	6	6000	30	19
29	1	Nordex	N60	69	60	5	4900	29	19,2
30	1	Nordex	N62	69	62	5	5000	29	19,2
31	1	AN Bonus	AN 1 MW/54	70	54	6	4200	26	22
32	1	NEG Micon	NM 750/48	70	48	5	3000	23,5	22
33	1	NEG Micon	NM 1000/60	70	60	5	5200	29	18
34	1	Enercon	E-53	73	53	4	2600	25,3	29,5
35	1	NEG Micon	NM 52/900	74	52,2	5	4200	25,5	22,4
36	1	Vestas	V52-850kW	74	52	6	1500	25,3	31,4
37	1	Enercon	E-40	78	40,3	4	1000	18,9	34
38	1	AN Bonus	AN 1,3 MW/62	80	62	6	6000	30	19
39	1	NEG Micon	NM 1000/60	80	60	5	5200	29	18
40	1	Nordex	N60	85	60	5	4900	29	19,2
41	1	Vestas	V52-850kW	86	52	6	1500	25,3	31,4
42	1	AN Bonus	AN 1,3 MW/62	90	62	6	6000	30	19
145	1	Enercon	E-40	60	40,3	3	900	18,9	36
146	1	Enercon	E-40	76	40,3	3	900	18,9	36
147	1	Enercon	E-53	50	52,9	4	2700	25,3	27,7
148	1	Enercon	E-53	73,25	52,9	4	2700	25,3	27,7
149	1	Enercon	E-58	59	58,3	4	3000	27,3	23
150	1	Enercon	E-58	89	58,3	4	3000	27,3	23

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
43	2	NEG Micon	NM 64C/1500	43	64	5	6900	31,2	17,3
44	2	Repower	MM82	59	82	5	6400	40	17,1
45	2	AN Bonus	AN 2 MW/76	60	76	6	9200	37	16
46	2	NEG Micon	NM 64C/1500	60	64	5	6900	31,2	17,3
47	2	Vestas	V66-1,75MW	60	66	6	3800	32	24,4
48	2	Vestas	V80-2MW	60	80	6	6500	39	19,1
49	2	Nordex	N80	60	80	5	9200	39	19,1
50	2	GE Wind	GE 1.5s	61	70,5	4	5600	34	22,2
51	2	GE Wind	GE 1.5sl	61,4	77	4	7000	37	20,4
52	2	Nordex	S77	61,5	77	5	6500	38	17,3
53	2	NEG Micon	NM 72C/1500	62	72	5	6800	35	17,3
54	2	Enercon	E-70	64	71	4	5800	33,3	21
55	2	Enercon	E-66	65	70	4	4000	32,8	22,5
56	2	GE Wind	GE 1.5-77	65	77	4	7000	37	20
57	2	Nordex	S70	65	70	5	6015	34,5	19
58	2	Vestas	V66-1,75MW	67	66	6	3800	32	24,4
59	2	Vestas	V80-2MW	67	80	6	6500	39	19,1
60	2	NEG Micon	NM 64C/1500	68	64	5	6900	31,2	17,3
61	2	Repower	MM92	68,5	92	5	7900	45,2	15
62	2	Repower	MM82	69	82	5	6400	40	17,1
63	2	NEG Micon	NM 72C/1500	70	72	5	6800	35	17,3
64	2	NEG Micon	NM 92/2750	70	92	5	9760	44,8	15,6

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
65	2	Enercon	E-82	78	82	5	8250	38,8	18
66	2	Vestas	V66-1,75MW	78	66	6	3800	32	24,4
67	2	Vestas	V80-2MW	78	80	6	6500	39	19,1
68	2	AN Bonus	AN 2 MW/76	80	76	6	9200	37	16
69	2	AN Bonus	AN 2,3 MW/82	80	82	6	9200	40,2	16
70	2	Enercon	E-66	80	70	4	4000	32,8	22,5
71	2	GE Wind	GE 1.5s	80	70,5	4	5600	34	22,2
72	2	GE Wind	GE 1.5sl	80	77	4	7000	37	20,4
73	2	GE Wind	GE 1.5-77	80	77	4	7000	37	20
74	2	NEG Micon	NM 64C/1500	80	64	5	6900	31,2	17,3
75	2	NEG Micon	NM 72C/1500	80	72	5	6800	35	17,3
76	2	NEG Micon	NM 92/2750	80	92	5	9760	44,8	15,6
77	2	Nordex	N80	80	80	5	9200	39	19,1
78	2	Nordex	N90	80	90	5	9600	43,8	16,9
79	2	Nordex	N100	80	100	5	11000	48,7	14,8
80	2	Repower	MM82	80	82	5	6400	40	17,1
81	2	Repower	MM92	80	92	5	7900	45,2	15
82	2	Repower	MM100	80	100	5	8500	48,9	13,9
83	2	Enercon	E-66	85	70	4	4000	32,8	22,5
84	2	Enercon	E-70	85	71	4	5800	33,3	21
85	2	Enercon	E-82	85	82	5	8250	38,8	18
86	2	GE Wind	GE 1.5s	85	70,5	4	5600	34	22,2
87	2	GE Wind	GE 1.5sl	85	77	4	7000	37	20,4
88	2	GE Wind	GE TC3 2.5- 103	85	103	4	8906	48,7	14,9

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
89	2	Nordex	S70	85	70	5	6015	34,5	19
90	2	Nordex	S77	85	77	5	6500	38	17,3
91	2	AN Bonus	AN 2 MW/76	90	76	6	9200	37	16
92	2	AN Bonus	AN 2,3 MW/82	90	82	6	9200	40,2	16
93	2	Nordex	S77	90	77	5	6500	38	17,3
94	2	NEG Micon	NM 82/1500	94	82	5	7500	40	14,4
95	2	Vestas	V90-2.0MW	95	90	6	6660	44	16,6
96	2	Enercon	E-66	98	70	4	4000	32,8	22,5
97	2	Enercon	E-70	98	71	4	5800	33,3	21
98	2	Enercon	E-82	98	82	5	8250	38,8	18
99	2	NEG Micon	NM 72C/1500	98	72	5	6800	35	17,3
100	2	AN Bonus	AN 2,3 MW/82	100	82	6	9200	40,2	16
101	2	GE Wind	GE 1.5s	100	70,5	4	5600	34	22,2
102	2	GE Wind	GE 1.5sl	100	77	4	7000	37	20,4
103	2	GE Wind	GE 2.3-94	100	94	4	9300	45,7	14,9
104	2	GE Wind	GE TC3 2.5- 103	100	103	4	8906	48,7	14,9
105	2	Vestas	V80-2MW	100	80	6	6500	39	19,1
106	2	Vestas	V90-2.0MW	100	90	6	6660	44	16,6
107	2	Nordex	N80	100	80	5	9200	39	19,1
108	2	Nordex	N90	100	90	5	9600	43,8	16,9
109	2	Nordex	N100	100	100	5	11000	48,7	14,8
110	2	Nordex	S77	100	77	5	6500	38	17,3
111	2	Repower	MM82	100	82	5	6400	40	17,1
112	2	Repower	MM92	100	92	5	7900	45,2	15
113	2	Repower	MM100	100	100	5	8500	48,9	13,9

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
114	2	Vestas	V90-2.0MW	105	90	6	6660	44	16,6
115	2	Enercon	E-82	108	82	5	8250	38,8	18
116	2	NEG Micon	NM 82/1500	109	82	5	7500	40	14,4
117	2	Enercon	E-66	114	70	4	4000	32,8	22,5
118	2	Enercon	E-70	114	71	4	5800	33,3	21
119	2	Vestas	V90-2.0MW	125	90	6	6660	44	16,6
120	2	Enercon	E-82	138	82	5	8250	38,8	18
121	2	Nordex	N100	140	100	5	11000	48,7	14,8
151	2	Enercon	E-66	60	66	4	3800	30,8	22
152	2	Enercon	E-66	97	66	4	3800	30,8	22
153	2	Enercon	E-66	60	70	4	4000	32,8	22
154	2	Enercon	E-66	80	70	4	4000	32,8	22
155	2	Enercon	E-66	100	70	4	4000	32,8	22
156	2	Enercon	E-66	114	70	4	4000	32,8	22
157	2	Enercon	E-70 E4	64	71	4	6350	33,5	20,9
158	2	Enercon	E-70 E4	80	71	4	6350	33,5	20,9
159	2	Enercon	E-70 E4	100	71	4	6350	33,5	20,9
160	2	Enercon	E-70 E4	114	71	4	6350	33,5	20,9
161	2	Enercon	E-82 E2	78,3	82	5	8000	38,8	18
162	2	Enercon	E-82 E2	80	82	5	8000	38,8	18
163	2	Enercon	E-82 E2	100	82	5	8000	38,8	18
164	2	Enercon	E-82 E2	120	82	5	8000	38,8	18
165	2	Enercon	E-82 E2	138,4	82	5	8000	38,8	18
166	2	Enercon	E-82 E2	78,3	82	5	8400	38,8	18
167	2	Enercon	E-82 E2	138,4	82	5	8400	38,8	18
168	2	Enercon	E-92	69	92	5	9600	43,8	17
169	2	Enercon	E-92	80	92	5	9600	43,8	17
170	2	Enercon	E-92	100	92	5	9600	43,8	17
171	2	Enercon	E-92	120	92	5	9600	43,8	17
172	2	Enercon	E-92	138,38	92	5	9600	43,8	17

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
122	3	Vestas	V90-3.0MW	65	90	6	6700	44	18,4
123	3	Vestas	V90-3.0MW	75	90	6	6700	44	18,4
124	3	Vestas	V90-3.0MW	80	90	6	6700	44	18,4
125	3	Repower	3.2M114	80	114	5	14000	55,8	12,1
126	3	Vestas	V90-3.0MW	90	90	6	6700	44	18,4
127	3	Nordex	N117	91	117	5	10500	57,3	13,2
128	3	Repower	3.4M104	93	104	5	12000	50,5	13,8
129	3	Repower	3.2M114	100	114	5	14000	55,8	12,1
130	3	Vestas	V90-3.0MW	105	90	6	6700	44	18,4
131	3	Vestas	V100-3.0MW	105	100	6	7500	49	13,4
132	3	Nordex	N117	120	117	5	10500	57,3	13,2
133	3	Repower	3.4M104	123	104	5	12000	50,5	13,8
134	3	Repower	3.2M114	128	114	5	14000	55,8	12,1
135	3	Nordex	N117	141	117	5	10500	57,3	13,2
192	3	Enercon	E-103 EP2	78	103	5	9400	49,3	15
193	3	Enercon	E-103 EP2	100	103	5	9400	49,3	15
194	3	Enercon	E-103 EP2	120	103	5	9400	49,3	15
195	3	Enercon	E-103 EP2	138	103	5	9400	49,3	15
136	4	Enercon	E-101	99	101	5	20000	48,6	14,5
137	4	Repower	5M	100	126	4	19000	61,5	12,1
138	4	Repower	6M	100	126	4	22500	61,5	12,1
139	4	Repower	6M	117	126	4	22500	61,5	12,1
140	4	Repower	5M	120	126	4	19000	61,5	12,1
141	4	Enercon	E-112	124	114	3	20000	53	13
142	4	Enercon	E-101	135	101	5	20000	48,6	14,5
143	4	Enercon	E-126	135	127	5	66000	59,9	12
144	4	Enercon	E-101	149	101	5	20000	48,6	14,5
173	4	Enercon	E-101	99	101	5	15900	48,6	14,5
174	4	Enercon	E-101	120	101	5	15900	48,6	14,5

ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
175	4	Enercon	E-101	149	101	5	15900	48,6	14,5
176	4	Enercon	E-126	86	127	7	18450	61,1	10,8
177	4	Enercon	E-126	100	127	7	18450	61,1	10,8
178	4	Enercon	E-126	120	127	7	18450	61,1	10,8
179	4	Enercon	E-126	135	127	7	18450	61,1	10,8
180	4	Enercon	E-115	92	115,7	5	25450	55,96	12,8
181	4	Enercon	E-115	100	115,7	5	25450	55,96	12,8
182	4	Enercon	E-115	120	115,7	5	25450	55,96	12,8
183	4	Enercon	E-115	149	115,7	5	25450	55,96	12,8
184	4	Enercon	E-126	99	127	5	29950	59,7	11,2
185	4	Enercon	E-126	120	127	5	29950	59,7	11,2
186	4	Enercon	E-126	159	127	5	29950	59,7	11,2
187	4	Enercon	E-112	100,6	114	5	20000	52,9	13
188	4	Enercon	E-112	124,6	114	5	20000	52,9	13
196	4	Enercon	E-115 EP3	67	115,7	7	16550	56,51	12,7
197	4	Enercon	E-115 EP3	80	115,7	7	16550	56,51	12,7
198	4	Enercon	E-115 EP3	100	115,7	7	16550	56,51	12,7
199	4	Enercon	E-115 EP3	120	115,7	7	16550	56,51	12,7
200	4	Enercon	E-115 EP3	149	115,7	7	16550	56,51	12,7
201	4	Enercon	E-138 EP3	81	138,25	7	19250	66,9	10,8
202	4	Enercon	E-138 EP3	100	138,25	7	19250	66,9	10,8
203	4	Enercon	E-138 EP3	120	138,25	7	19250	66,9	10,8
204	4	Enercon	E-138 EP3	140	138,25	7	19250	66,9	10,8
205	4	Enercon	E-138 EP3	160	138,25	7	19250	66,9	10,8
206	4	Enercon	E-138 EP3	81	138,25	7	20000	66,9	11,1
207	4	Enercon	E-138 EP3	100	138,25	7	20000	66,9	11,1
208	4	Enercon	E-138 EP3	120	138,25	7	20000	66,9	11,1
209	4	Enercon	E-138 EP3	150	138,25	7	20000	66,9	11,1
210	4	Enercon	E-138 EP3	160	138,25	7	20000	66,9	11,1
189	5	Enercon	E-141	99	141	5	32420	66,7	11

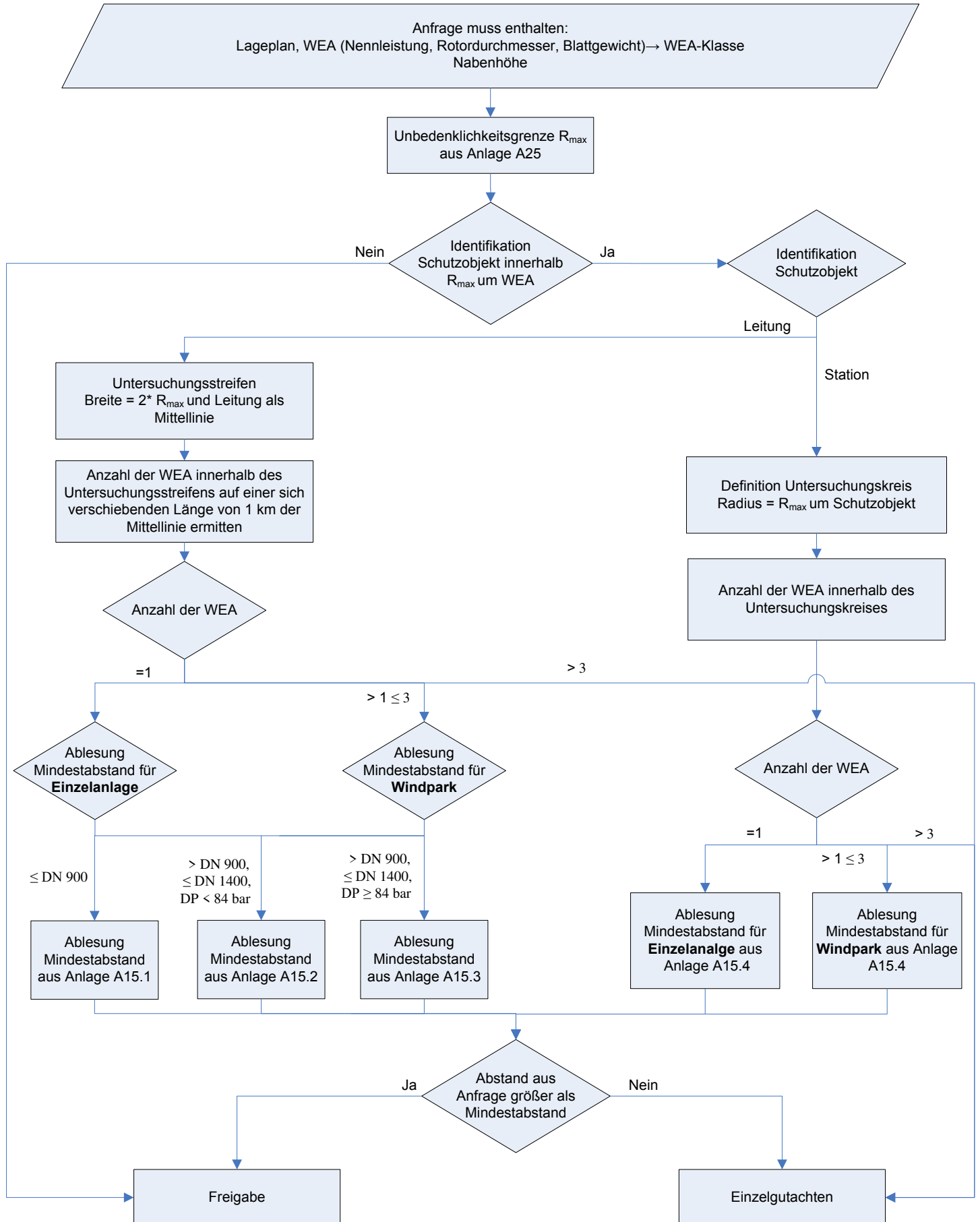
ID	Klasse	Hersteller	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Neigung Rotorachse [°]	Masse Blatt [kg]	Blattlänge [m]	Drehzahl [U/min]
190	5	Enercon	E-141	120	141	5	32420	66,7	11
191	5	Enercon	E-141	159	141	5	32420	66,7	11
211	5	Enercon	E-147 EP5	126	147	6	22950	71,8	10,4
212	5	Enercon	E-147 EP5	155	147	6	22950	71,8	10,4
213	5	Enercon	E-160 EP5	120	160	6	25000	78,3	9,4
214	5	Siemens Gamesa Renewable Energy	SG 6.0-170	165	170	6	24600	83	8,8
215	5	Nordex	N163/ TCS164	164	163	5	25250	79,7	8,9
216	5	Enercon	E-160 EP5	166	160	6	25000	78,3	9,4

Anlage

A 15 Mindestabstände zu Anlagen von Ferngasleitungen

Ferngasleitungen

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes (mit Zulässigkeit plastischer Verformung der Leitung)



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Ferngasleitung

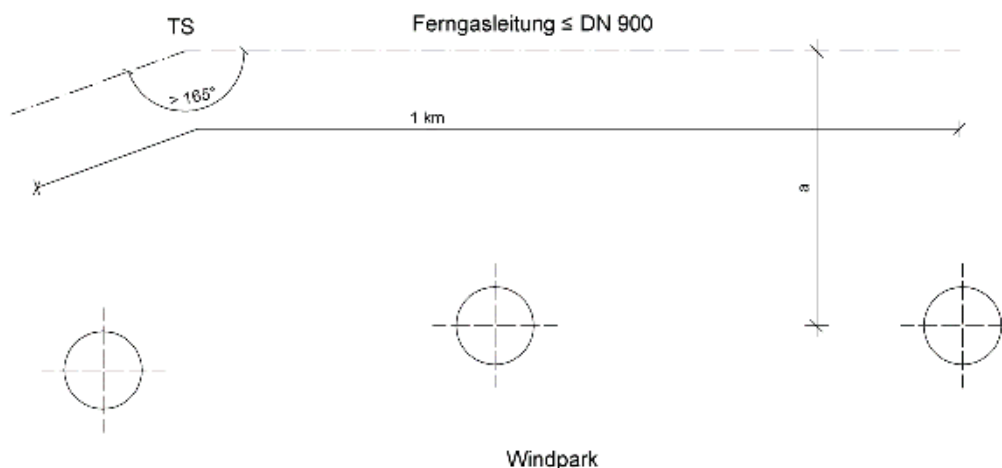
Abmessungen: bis max. DN900

Bemerkungen: Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m
 Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel > 165°)
 $Zul Pf = 6 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/(Jahr * km)
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	- / -
H ≤ 100	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	30 / 30
H ≤ 120	- / -	25 / 25	25 / 25	30 / 30	30 / 30
H ≤ 150	- / -	25 / 25	30 / 30	35 / 35	35 / 35
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	35 / 35	35 / 35

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Ferngasleitung

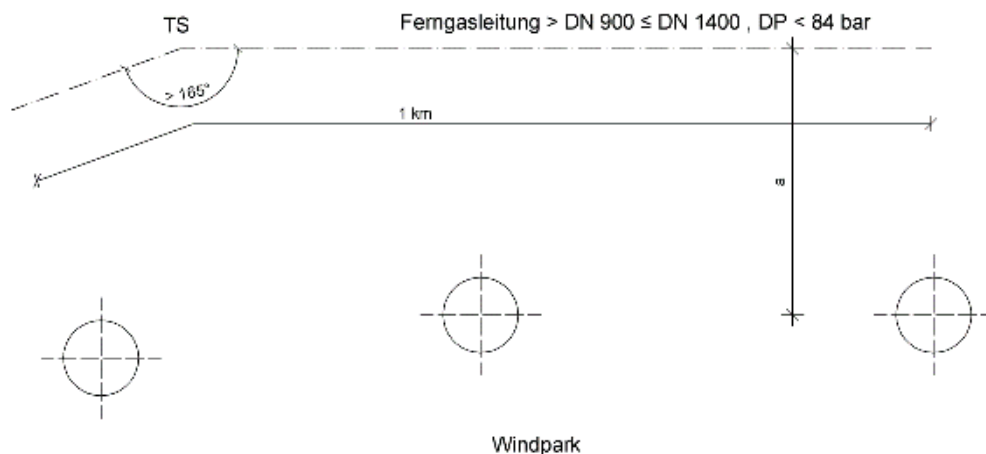
Abmessungen: größer DN900 bis max. DN1400 < 84 bar

Bemerkungen: Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m
 Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel > 165°)
 Zul Pf = 10^{-6} Ereignisse/(Jahr * km)
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	25 / 25	25 / 25	25 / 25	130 / 25	- / -
H ≤ 100	25 / 25	25 / 25	25 / 25	150 / 25	155 / 30
H ≤ 120	- / -	25 / 25	25 / 25	165 / 30	165 / 30
H ≤ 150	- / -	25 / 25	30 / 30	180 / 35	180 / 35
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	180 / 35	180 / 35

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Ferngasleitung

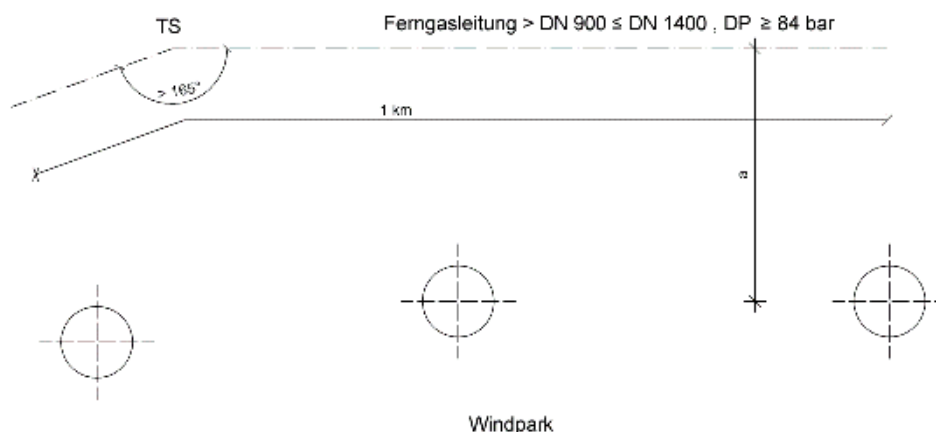
Abmessungen: größer DN900 bis max. DN1400, 84 bar ≤ DP ≤ 100 bar

Bemerkungen: Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m
 Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel > 165°)
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/(Jahr * km)
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich
Mindestabstände gelten in Abstimmung mit Leitungsbetriebern unter Berücksichtigung von Kapitel 6.3.6

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	- / -
H ≤ 100	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	30 / 30
H ≤ 120	- / -	25 / 25	25 / 25	30 / 30	30 / 30
H ≤ 150	- / -	25 / 25	30 / 30	35 / 35	35 / 35
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	35 / 35	35 / 35

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



G:\2019\77919\06_Bearbeitung\04_Ergebnisse\01_Tabellen_Rev09\A15.3_Min_Zsfg_Süßgasltg_DN1400über84bar.docx

77919

Mindestabstand zur Windenergieanlage

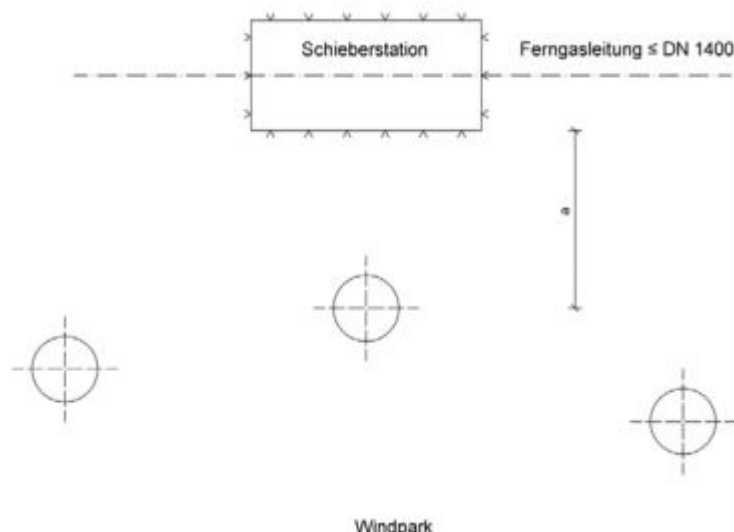
Schutzobjekt:	Schieberstation für Ferngasleitung
Abmessungen:	450 m² (30 m x 15 m) max. DN1400
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse

Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	130 / 125	150 / 145	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	135 / 130	165 / 160	165 / 160	165 / 165	- / -
H ≤ 100	135 / 130	175 / 170	175 / 170	200 / 195	215 / 210
H ≤ 120	- / -	180 / 175	180 / 175	205 / 200	225 / 220
H ≤ 150	- / -	185 / 180	185 / 180	240 / 230	240 / 230
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	240 / 230	240 / 230

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 16 Mindestabstände zu Anlagen von Mineralölföhrleitungen

Mineralöl

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes

Anfrage muss enthalten:
Lageplan, WEA (Nennleistung, Rotordurchmesser, Blattgewicht) → WEA-Klasse
Nabenhöhe

Unbedenklichkeitsgrenze $R_{\max}$
aus Anlage A25

Nein
Identifikation
Schutzobjekt innerhalb
 $R_{\max}$ um WEA
Ja

Identifikation
Schutzobjekt

Station

Leitung

Definition Untersuchungskreis
Radius = $R_{\max}$ um Schutzobjekt

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungskreises

Anzahl der WEA

=1

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark

Schieberstation

Abzweigstation

Pumpstation

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A16.2

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A16.3

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A16.4

Anzahl der WEA

=1

> 1 ≤ 3

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage aus
Anlage A16.1

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark aus
Anlage A16.1

Ja
Abstand aus
Anfrage größer als
Mindestabstand
Nein

Freigabe

Einzelgutachten

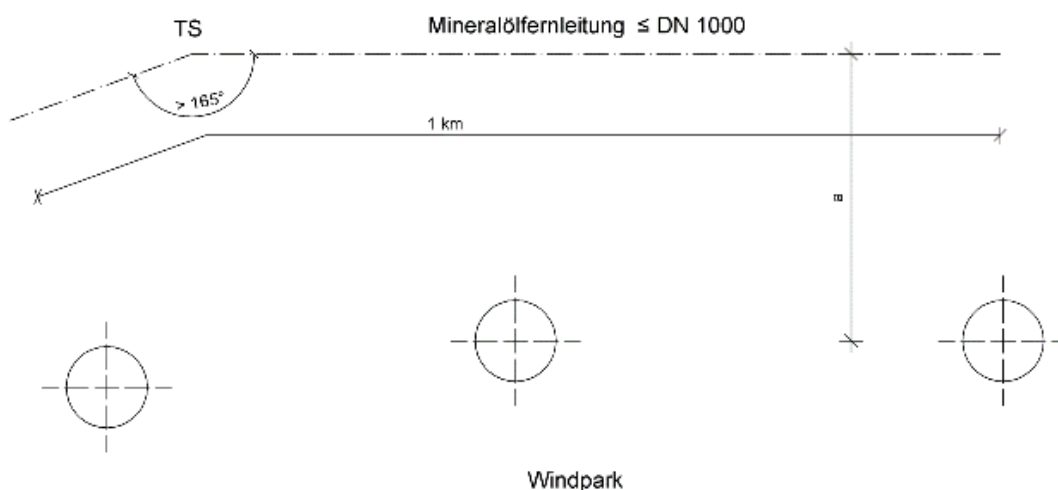
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	Mineralölferrnleitung
Abmessungen:	max. DN1000
Bemerkungen:	Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel > 165°) Zul Pf = 10^{-6} Ereignisse/(Jahr * km) Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	25 / 25	25 / 25	25 / 25	130 / 25	- / -
H ≤ 100	25 / 25	25 / 25	25 / 25	150 / 25	155 / 30
H ≤ 120	- / -	25 / 25	25 / 25	165 / 30	165 / 30
H ≤ 150	- / -	25 / 25	30 / 30	180 / 35	180 / 35
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	180 / 35	180 / 35

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Schieberstation einer Mineralölfernleitung

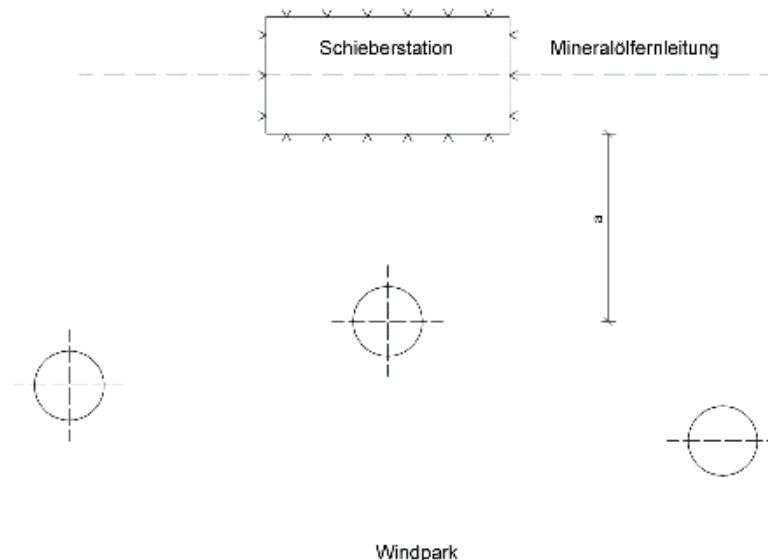
Abmessungen: 247 m² (19 m x 13 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	95 / 80	110 / 105	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	95 / 90	120 / 115	130 / 125	140 / 125	- / -
H ≤ 100	100 / 90	125 / 120	135 / 130	160 / 140	160 / 140
H ≤ 120	- / -	130 / 120	145 / 135	160 / 145	170 / 165
H ≤ 150	- / -	130 / 120	150 / 135	160 / 145	170 / 165
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	160 / 145	185 / 180

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

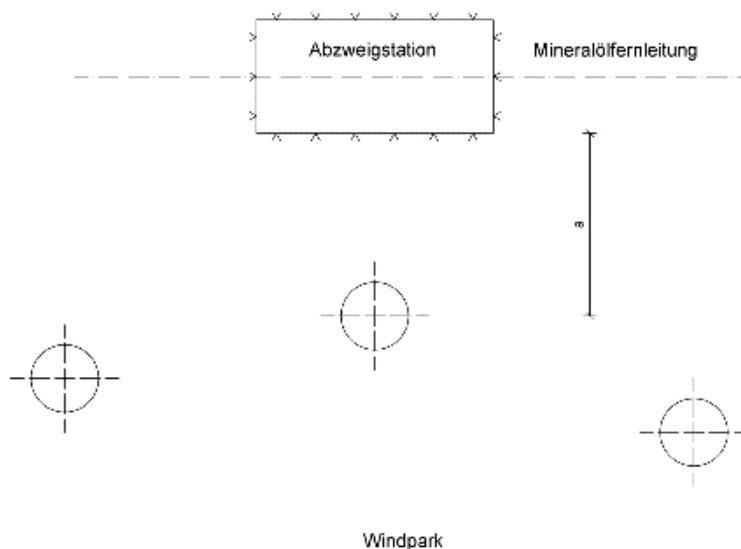
Schutzobjekt:	Abzweigstation einer Mineralölferrnleitung
Abmessungen:	2.035 m² (55 m x 37 m)
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse

Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	345 / 135	200 / 160	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	390 / 140	205 / 175	205 / 175	205 / 175	- / -
H ≤ 100	395 / 145	215 / 185	215 / 185	215 / 215	235 / 235
H ≤ 120	- / -	215 / 195	215 / 195	225 / 225	245 / 245
H ≤ 150	- / -	215 / 200	215 / 200	275 / 275	275 / 275
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	275 / 275	275 / 275

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



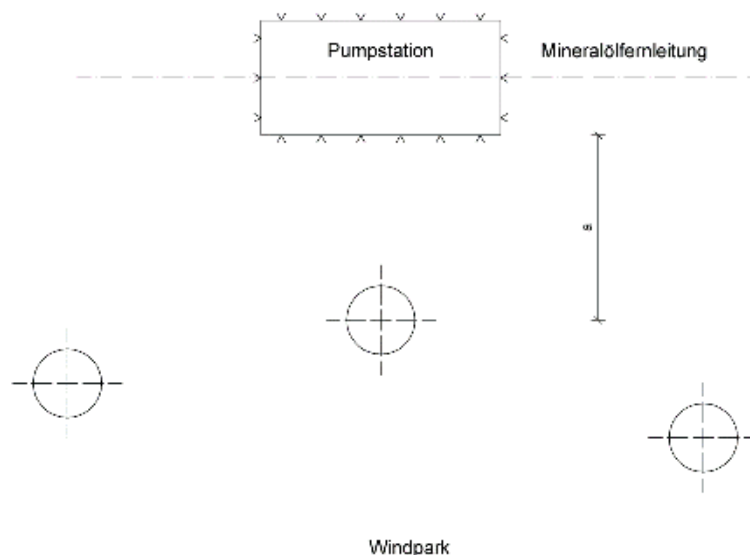
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	Pumpstation einer Mineralölferrnleitung
Abmessungen:	9.000 m² (120 m x 75 m)
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	495 / 485	645 / 635	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	500 / 495	670 / 660	670 / 660	- / -	- / -
H ≤ 100	500 / 495	680 / 670	680 / 670	695 / 685	870 / 855
H ≤ 120	- / -	695 / 685	695 / 685	785 / 770	885 / 870
H ≤ 150	- / -	705 / 695	705 / 695	970 / 955	970 / 955
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	970 / 955	970 / 955

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



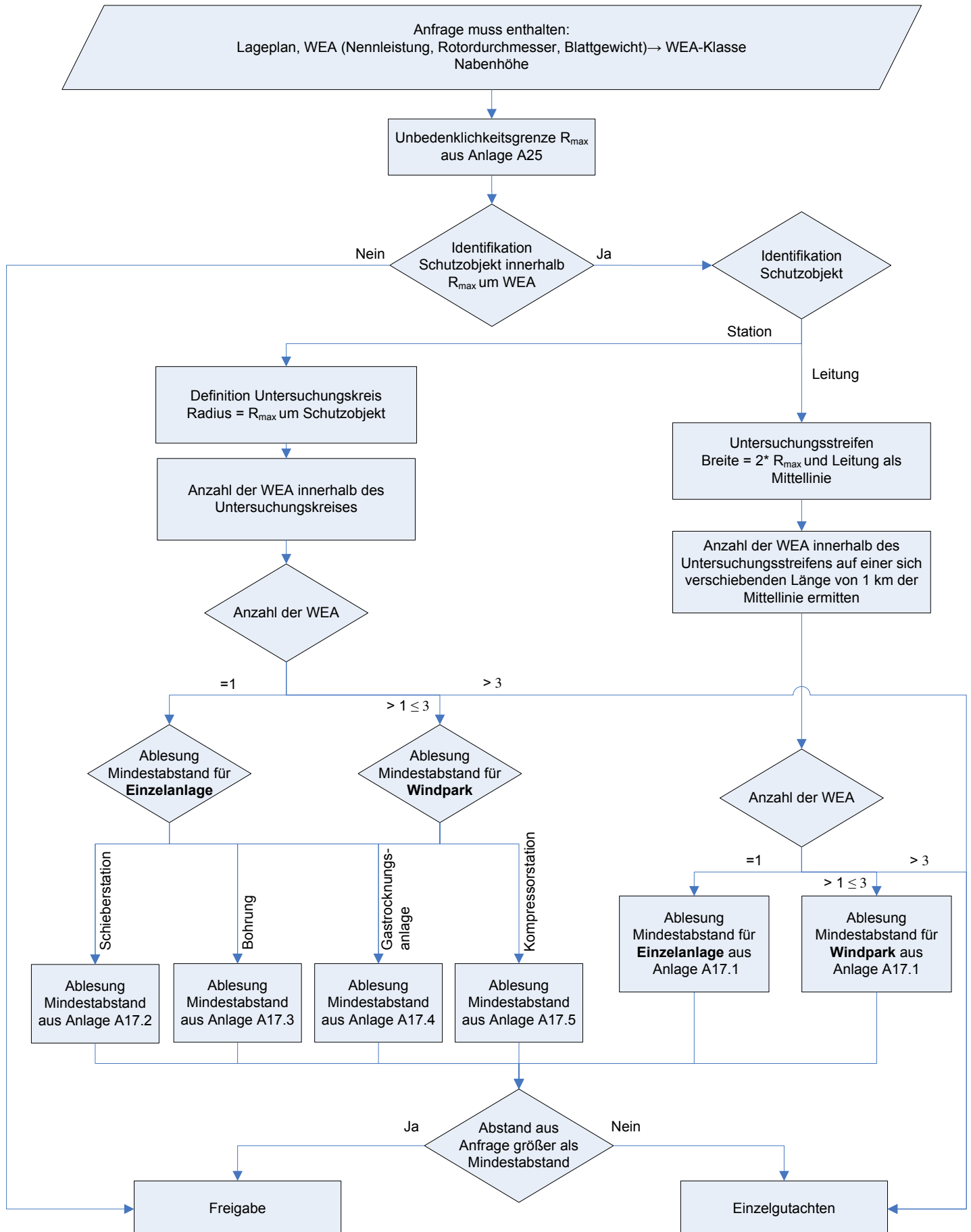
Anlage

A 17

Mindestabstände zu Anlagen der E&P-Industrie – Medium Süßgas

E&P-Süßgas

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	E&P-Industrie / Feldleitung (Süßgas)
Abmessungen:	max. DN600
Bemerkungen:	Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel > 165°) Zul Pf = $6 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/(Jahr * km) Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	- / -
H ≤ 100	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	30 / 30
H ≤ 120	- / -	25 / 25	25 / 25	30 / 30	30 / 30
H ≤ 150	- / -	25 / 25	30 / 30	35 / 35	35 / 35
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	35 / 35	35 / 35

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Schieberstation einer Feldleitung (Süßgas)

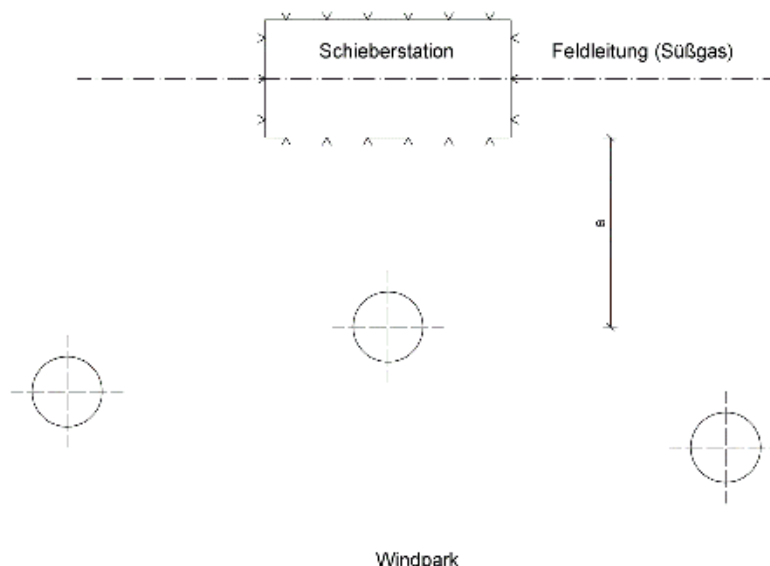
Abmessungen: 247 m² (19 m x 13 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	95 / 80	110 / 105	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	95 / 90	120 / 115	130 / 125	140 / 125	- / -
H ≤ 100	100 / 90	125 / 120	135 / 130	160 / 140	160 / 140
H ≤ 120	- / -	130 / 120	145 / 135	160 / 145	170 / 165
H ≤ 150	- / -	130 / 120	150 / 135	160 / 145	170 / 165
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	160 / 145	185 / 180

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Bohrung (Süßgas)

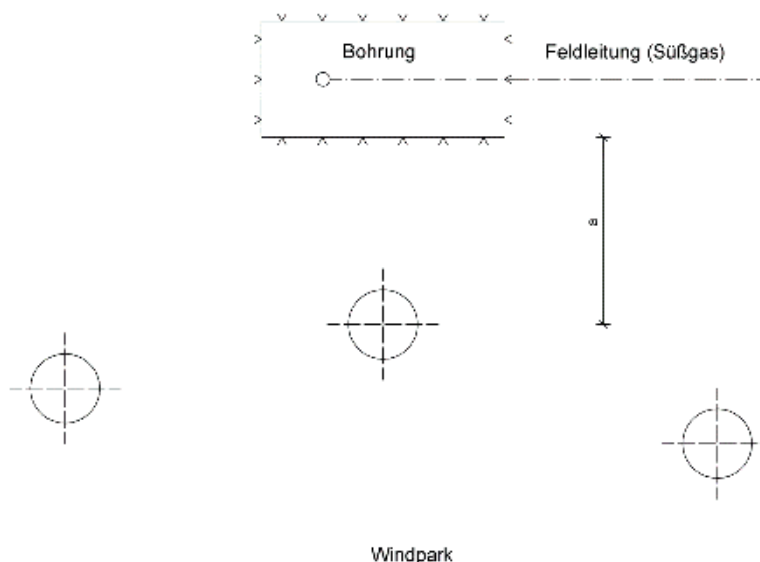
Abmessungen: 2.520 m² (60 m x 42 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	400 / 145	410 / 160	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	410 / 155	420 / 175	210 / 175	215 / 180	- / -
H ≤ 100	420 / 155	450 / 185	235 / 185	235 / 215	235 / 235
H ≤ 120	- / -	460 / 195	270 / 195	270 / 225	270 / 245
H ≤ 150	- / -	460 / 200	270 / 200	275 / 275	275 / 275
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	275 / 275	275 / 275

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



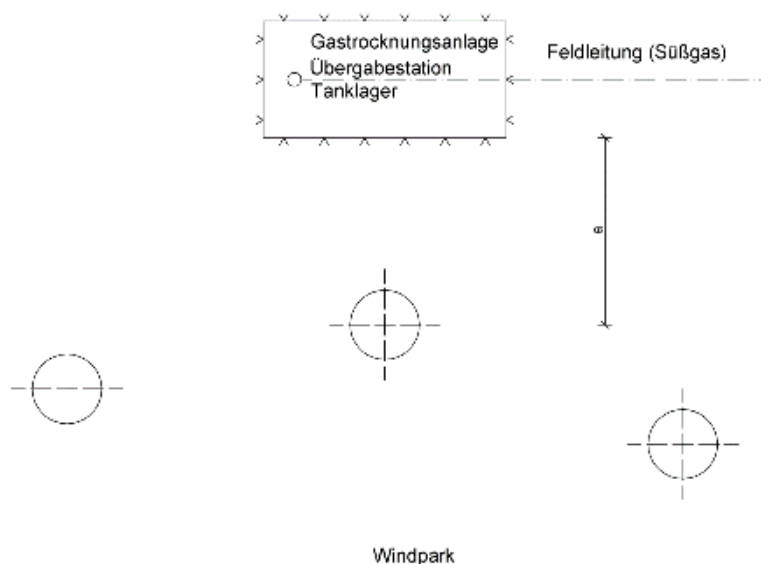
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	E&P-Industrie / Gastrocknungsanlage, Übergabestation und Lagerstättenwasser- / Kondensattank (Süßgas)
Abmessungen:	10.000 m² (125 m x 80 m)
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	495 / 485	645 / 635	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	500 / 495	670 / 660	670 / 660	695 / 685	- / -
H ≤ 100	500 / 495	680 / 675	680 / 675	785 / 775	870 / 855
H ≤ 120	- / -	695 / 685	695 / 685	800 / 790	885 / 870
H ≤ 150	- / -	705 / 695	705 / 695	970 / 955	970 / 955
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	970 / 955	970 / 955

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Kompressorstation (Süßgas)

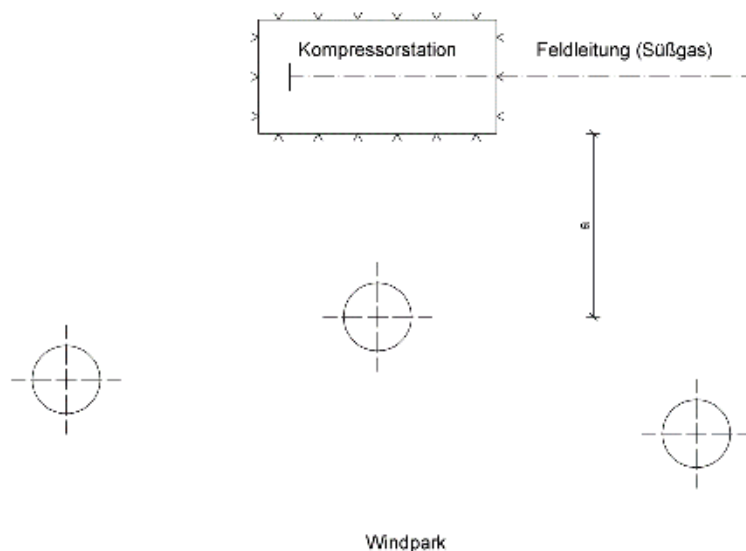
Abmessungen: 22.500 m² (180 m x 125 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	500 / 495	650 / 645	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	505 / 500	675 / 670	675 / 670	700 / 695	- / -
H ≤ 100	505 / 500	690 / 685	690 / 685	795 / 785	875 / 870
H ≤ 120	- / -	700 / 695	700 / 695	805 / 800	895 / 885
H ≤ 150	- / -	710 / 705	710 / 705	980 / 970	980 / 970
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	980 / 970	980 / 970

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 18 Mindestabstände zu Anlagen der E&P-Industrie – Medium Sauergas

E&P-Sauergas

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes

Anfrage muss enthalten:
Lageplan, WEA (Nennleistung, Rotordurchmesser, Blattgewicht) → WEA-Klasse
Nabenhöhe

Unbedenklichkeitsgrenze $R_{\max}$
aus Anlage A25

Nein
Identifikation
Schutzobjekt innerhalb
 $R_{\max}$ um WEA
Ja

Identifikation
Schutzobjekt

Station

Leitung

Definition Untersuchungskreis
Radius = $R_{\max}$ um Schutzobjekt

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungskreises

Anzahl der WEA

=1

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark

=1

> 1 ≤ 3

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A18.2

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A18.3

=1

> 1 ≤ 3

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A18.2

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A18.3

Untersuchungstreifen
Breite = $2 \cdot R_{\max}$ und Leitung als
Mittellinie

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungstreifens auf einer sich
verschiebenden Länge von 1 km der
Mittellinie ermitteln

Anzahl der WEA

=1

> 1 ≤ 3

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage aus
Anlage A18.1

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark aus
Anlage A18.1

Ja
Abstand aus
Anfrage größer als
Mindestabstand
Nein

Freigabe

Einzelgutachten

Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Feldleitung (Sauergas)

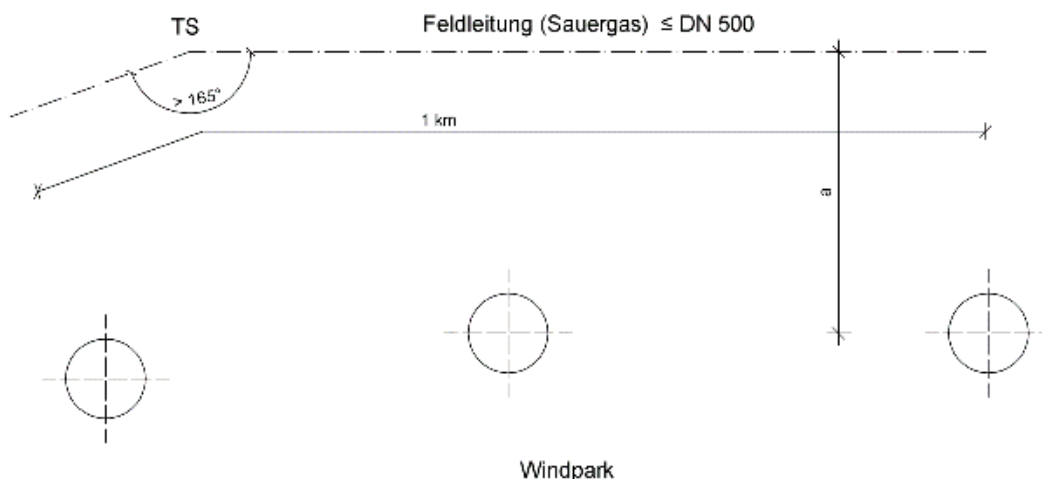
Abmessungen: max. DN500

Bemerkungen: Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m
 Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel $> 165^\circ$)
 Maximaler H_2S -Gehalt von 20%
 Zul Pf = 10^{-7} Ereignisse/(Jahr * km)
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 $40m \leq RD < 65m$ Masse RB $< 15t$ ($0,5MW < P < 1,5MW$)*	Klasse 2 $65m \leq RD < 100m$ Masse RB $< 15t$ ($1,5MW \leq P < 3,0MW$)*	Klasse 3 $100m \leq RD < 120m$ Masse RB $< 15t$ ($3,0MW \leq P < 4,5MW$)*	Klasse 4 $120m \leq RD < 140m$ $15t \leq \text{Masse RB} < 25t$ ($4,5MW \leq P < 8,0MW$)*	Klasse 5 $140m \leq RD < 160m$ $15t \leq \text{Masse RB} < 25t$ ($4,5MW \leq P < 8,0MW$)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
$H \leq 60$	110 / 40	115 / 50	- / -	- / -	- / -
$H \leq 80$	115 / 40	140 / 55	140 / 55	455 / 175	- / -
$H \leq 100$	115 / 40	145 / 60	145 / 60	510 / 215	555 / 235
$H \leq 120$	- / -	155 / 60	155 / 60	530 / 225	575 / 245
$H \leq 150$	- / -	160 / 65	160 / 65	625 / 275	625 / 275
$H \leq 170$	- / -	- / -	- / -	625 / 275	625 / 275

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Schieberstation einer Feldleitung (Sauergas)

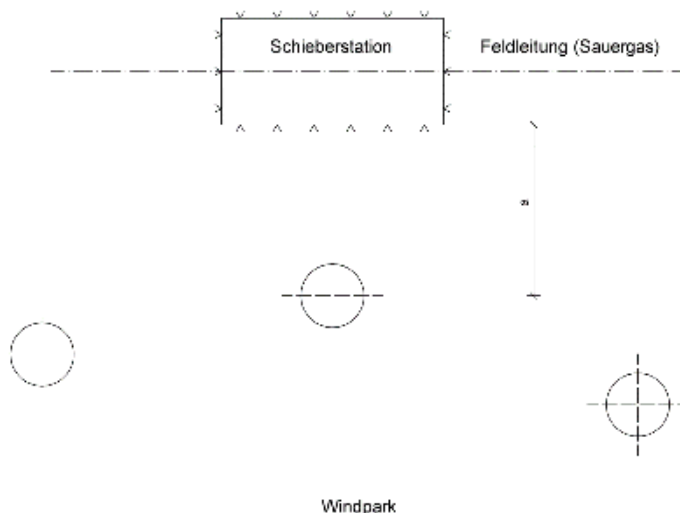
Abmessungen: 247 m² (19 m x 13 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Maximaler H₂S-Gehalt von 20%
 Zul Pf = 10⁻⁷ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	205 / 205	220 / 210	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	225 / 210	225 / 210	225 / 210	225 / 210	- / -
H ≤ 100	235 / 220	235 / 220	235 / 225	235 / 225	235 / 235
H ≤ 120	- / -	235 / 220	235 / 225	235 / 225	235 / 235
H ≤ 150	- / -	235 / 220	235 / 225	235 / 225	235 / 235
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	235 / 225	260 / 260

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



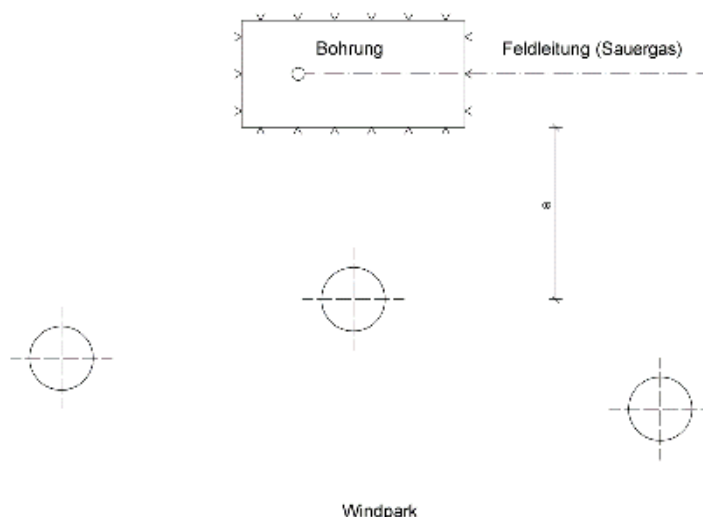
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	E&P-Industrie / Bohrung (Sauergas)
Abmessungen:	2.520 m² (60 m x 42 m)
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Maximaler H₂S-Gehalt von 20% Zul Pf = 10⁻⁷ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a in [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	500 / 495	650 / 645	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	510 / 505	680 / 670	680 / 675	705 / 700	- / -
H ≤ 100	510 / 505	690 / 685	690 / 685	795 / 790	880 / 875
H ≤ 120	- / -	705 / 695	705 / 695	810 / 805	895 / 890
H ≤ 150	- / -	715 / 710	715 / 710	980 / 975	980 / 975
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	980 / 975	980 / 975

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 19

Mindestabstände zu Anlagen der E&P-Industrie – Medium Erdöl

E&P-Erdöl

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes

Anfrage muss enthalten:
Lageplan, WEA (Nennleistung, Rotordurchmesser, Blattgewicht) → WEA-Klasse
Nabenhöhe

Unbedenklichkeitsgrenze $R_{\max}$
aus Anlage A25

Nein
Identifikation
Schutzobjekt innerhalb
 $R_{\max}$ um WEA
Ja

Identifikation
Schutzobjekt

Station

Leitung

Definition Untersuchungskreis
Radius = $R_{\max}$ um Schutzobjekt

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungskreises

Anzahl der WEA

= 1

> 1 ≤ 3

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark

Anzahl der WEA

= 1

> 1 ≤ 3

> 3

Schieberstation

Bohrung

Dreiphasen-
seperator

Thermalanlage

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A17.2

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A17.3

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A17.4

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A17.5

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage aus
Anlage A17.1

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark aus
Anlage A17.1

Ja
Abstand aus
Anfrage größer als
Mindestabstand
Nein

Freigabe

Einzelgutachten

Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie /Feldleitung (Erdöl)

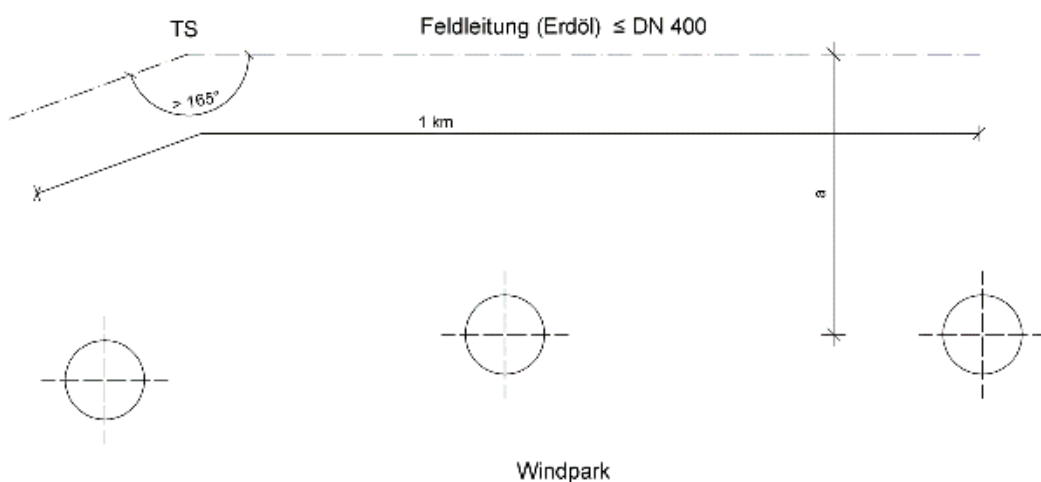
Abmessungen: max. DN 400

Bemerkungen: Leitung erdverlegt mit Überdeckung von mind. 0,8 m
 Leitung geradlinig oder mit TS (Winkel $> 165^\circ$)
 Zul Pf = 10^{-6} Ereignisse/(Jahr * km)
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 $40\text{m} \leq \text{RD} < 65\text{m}$ Masse RB $< 15\text{t}$ ($0,5\text{MW} < P < 1,5\text{MW}$)*	Klasse 2 $65\text{m} \leq \text{RD} < 100\text{m}$ Masse RB $< 15\text{t}$ ($1,5\text{MW} \leq P < 3,0\text{MW}$)*	Klasse 3 $100\text{m} \leq \text{RD} < 120\text{m}$ Masse RB $< 15\text{t}$ ($3,0\text{MW} \leq P < 4,5\text{MW}$)*	Klasse 4 $120\text{m} \leq \text{RD} < 140\text{m}$ $15\text{t} \leq \text{Masse RB} < 25\text{t}$ ($4,5\text{MW} \leq P < 8,0\text{MW}$)*	Klasse 5 $140\text{m} \leq \text{RD} < 160\text{m}$ $15\text{t} \leq \text{Masse RB} < 25\text{t}$ ($4,5\text{MW} \leq P < 8,0\text{MW}$)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
$H \leq 60$	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
$H \leq 80$	25 / 25	25 / 25	25 / 25	130 / 25	- / -
$H \leq 100$	25 / 25	25 / 25	25 / 25	150 / 25	155 / 30
$H \leq 120$	- / -	25 / 25	25 / 25	165 / 30	165 / 30
$H \leq 150$	- / -	25 / 25	30 / 30	180 / 35	180 / 35
$H \leq 170$	- / -	- / -	- / -	180 / 35	180 / 35

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Schieberstation einer Feldleitung (Erdöl)

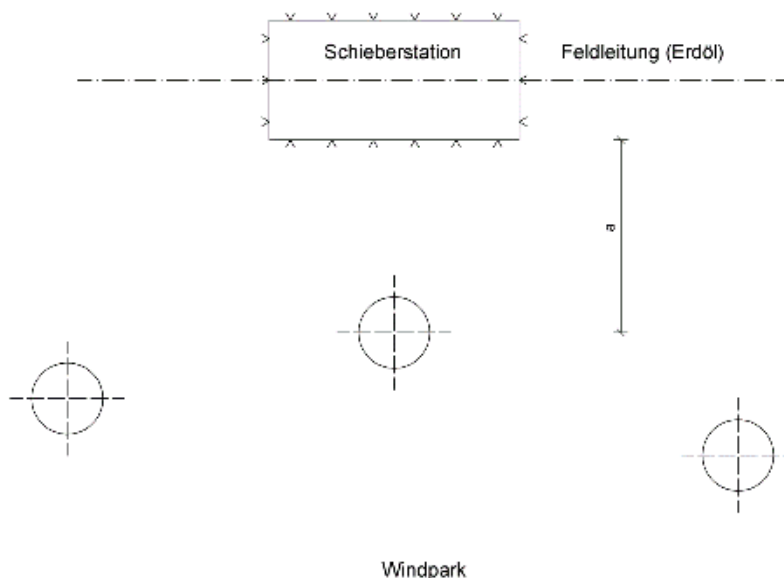
Abmessungen: 247 m² (19 m x 13 m)

Bemerkungen: Druck und Medium führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	95 / 80	110 / 105	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	95 / 90	120 / 115	130 / 125	140 / 125	- / -
H ≤ 100	100 / 90	125 / 120	135 / 130	160 / 140	160 / 140
H ≤ 120	- / -	130 / 120	145 / 135	160 / 145	170 / 165
H ≤ 150	- / -	130 / 120	150 / 135	160 / 145	170 / 165
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	160 / 145	185 / 180

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: E&P-Industrie / Bohrung (Erdöl)

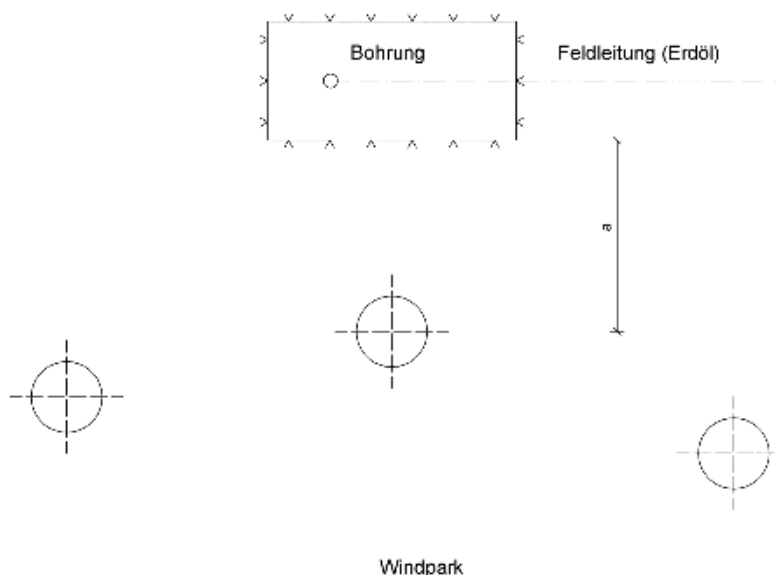
Abmessungen: 400 m² (25 m x 16 m)

Bemerkungen: Druck und Medium führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	125 / 120	145 / 140	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	130 / 125	160 / 155	160 / 160	165 / 160	- / -
H ≤ 100	130 / 125	165 / 165	165 / 165	190 / 185	205 / 200
H ≤ 120	- / -	175 / 170	175 / 170	200 / 195	215 / 210
H ≤ 150	- / -	180 / 175	180 / 175	205 / 200	225 / 215
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	205 / 205	230 / 220

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



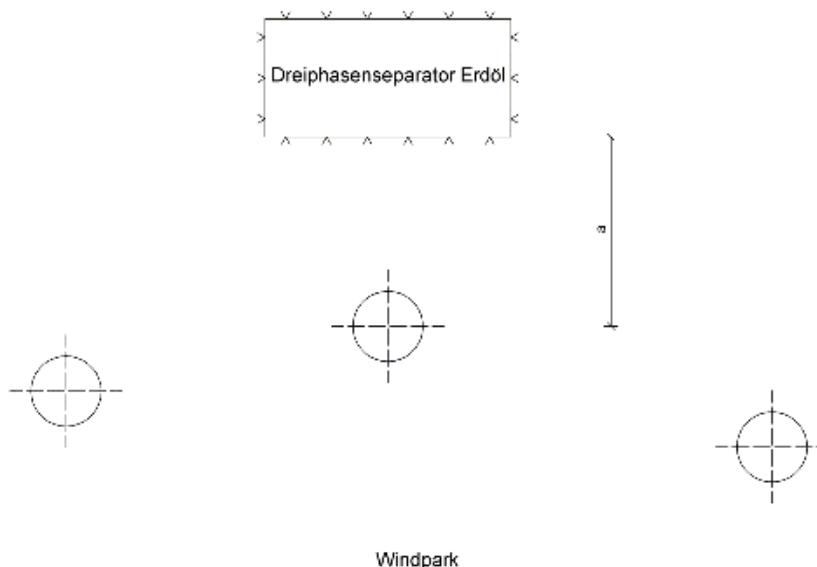
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	E&P-Industrie / Dreiphasenseparator (Erdöl)
Abmessungen:	2.520 m² (60 m x 42 m)
Bemerkungen:	Druck und Medium führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	400 / 145	410 / 160	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	410 / 155	420 / 175	210 / 175	215 / 180	- / -
H ≤ 100	420 / 155	450 / 185	235 / 185	235 / 215	235 / 235
H ≤ 120	- / -	460 / 195	270 / 195	270 / 225	270 / 245
H ≤ 150	- / -	460 / 200	270 / 200	275 / 275	275 / 275
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	275 / 275	275 / 275

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



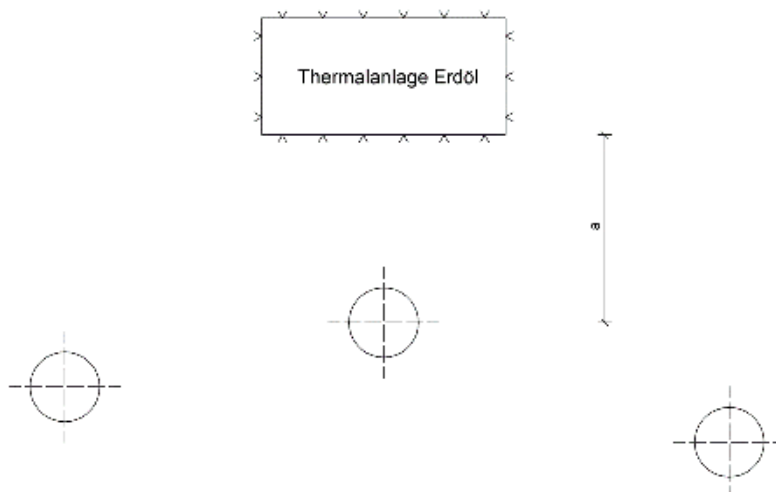
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	E&P-Industrie / Thermalanlage (Erdöl)
Abmessungen:	10.000 m² (125 m x 80 m)
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	495 / 485	645 / 635	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	500 / 495	670 / 660	670 / 660	695 / 685	- / -
H ≤ 100	500 / 495	680 / 675	680 / 675	785 / 775	870 / 855
H ≤ 120	- / -	695 / 685	695 / 685	800 / 790	885 / 870
H ≤ 150	- / -	705 / 695	705 / 695	970 / 955	970 / 955
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	970 / 955	970 / 955

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 20

Mindestabstände zu Kavernenanlagen

Kavernen

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes

Anfrage muss enthalten:
Lageplan, WEA (Nennleistung, Rotordurchmesser, Blattgewicht) → WEA-Klasse
Nabenhöhe

Unbedenklichkeitsgrenze $R_{\max}$
aus Anlage A25

Identifikation
Schutzobjekt innerhalb
 $R_{\max}$ um WEA

Nein

Ja

Definition Untersuchungskreis
Radius = $R_{\max}$ um Schutzobjekt

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungskreises

Anzahl der WEA

=1

$> 1 \leq 3$

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark

Speicherköpfe

kleiner
Betriebsplatz

großer
Betriebsplatz

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A20.1

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A20.2

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A20.3

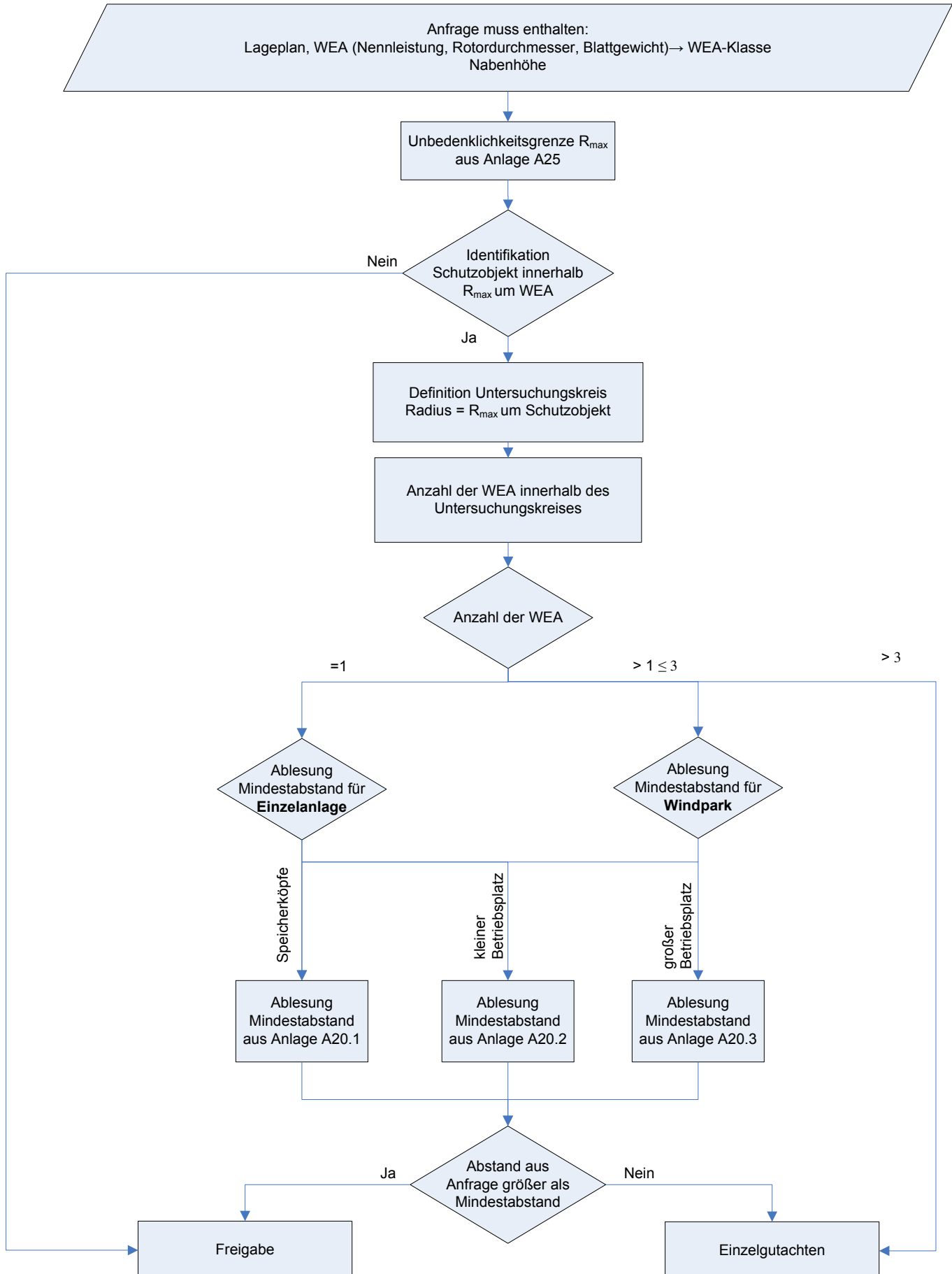
Abstand aus
Anfrage größer als
Mindestabstand

Ja

Nein

Freigabe

Einzelgutachten



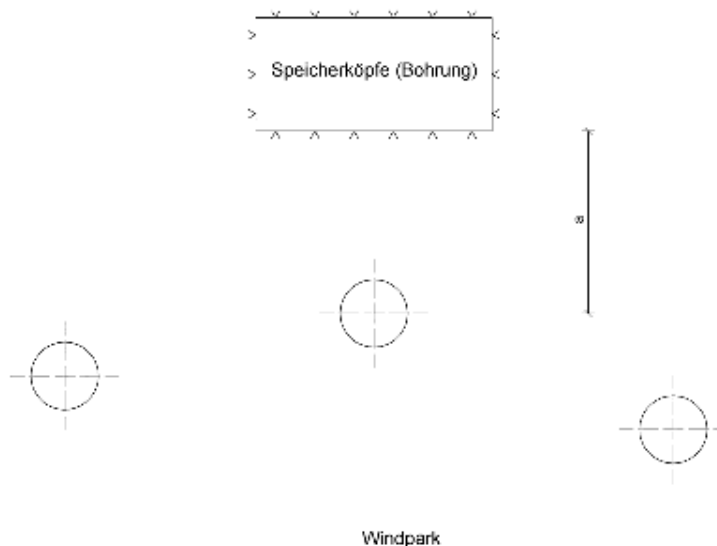
Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	Speicherköpfe (Bohrung)
Abmessungen:	400 m² (25 m x 16 m)
Bemerkungen:	Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	125 / 125	145 / 145	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	130 / 130	165 / 160	165 / 160	165 / 165	- / -
H ≤ 100	130 / 130	170 / 165	170 / 165	195 / 190	210 / 205
H ≤ 120	- / -	175 / 170	175 / 170	205 / 195	220 / 210
H ≤ 150	- / -	180 / 180	180 / 180	205 / 200	220 / 210
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	215 / 210	230 / 225

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Betriebsplatz

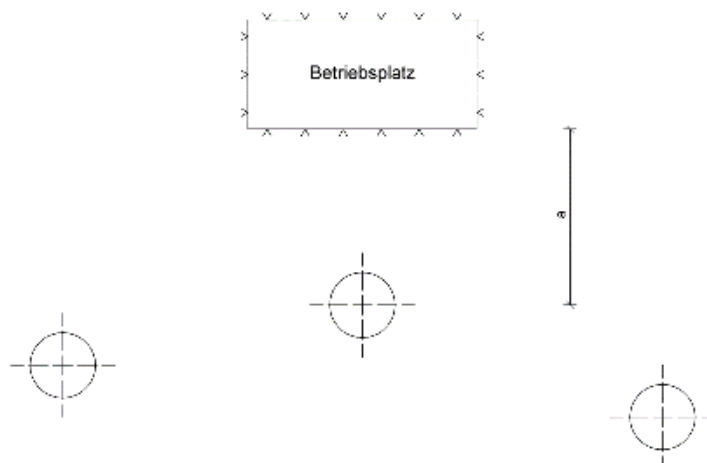
Abmessungen: 70.000 m² (350 m x 200 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	505 / 500	655 / 655	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	510 / 510	680 / 680	680 / 680	710 / 705	- / -
H ≤ 100	510 / 510	695 / 695	695 / 695	800 / 800	885 / 885
H ≤ 120	- / -	710 / 705	710 / 705	815 / 815	905 / 900
H ≤ 150	- / -	720 / 715	720 / 715	990 / 985	990 / 985
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	990 / 985	990 / 985

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Betriebsplatz

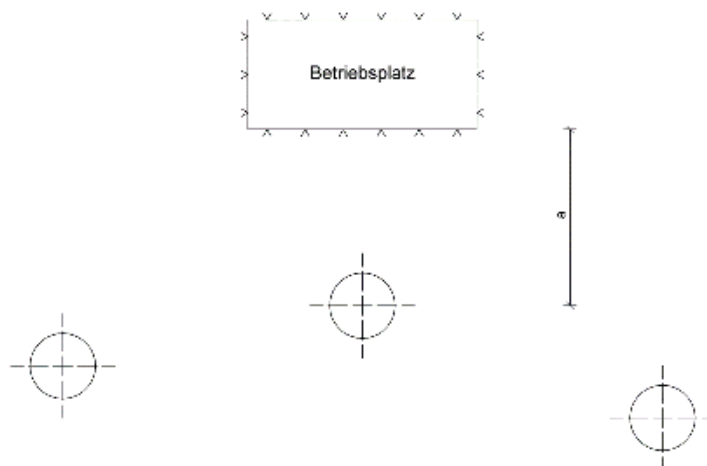
Abmessungen: 240.000 m² (600 m x 400 m)

Bemerkungen: Druck- und Medium-führende Bauteile oberirdisch
 Abstand zur nächsten oberirdischen Anlage > 1 Kilometer
 Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr
 Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	505 / 505	655 / 655	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	510 / 510	680 / 680	680 / 680	710 / 710	- / -
H ≤ 100	510 / 510	695 / 695	695 / 695	800 / 800	885 / 885
H ≤ 120	- / -	710 / 705	710 / 705	815 / 815	905 / 900
H ≤ 150	- / -	720 / 715	720 / 715	990 / 985	990 / 985
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	990 / 985	990 / 985

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



G:\2019\77919\06_Bearbeitung\04_Ergebnisse\01_Tabellen_Rev09\A20.3_Min_Zsfg_Cavern_Betriebsplatz_Groß.docx

77919

Anlage

A 21

Mindestabstände zu Biogasanlagen

Biogasanlage

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes (ohne Zulässigkeit plastischer Verformung der Leitung)

Anfrage muss enthalten:
Lageplan, WEA (Nennleistung, Rotordurchmesser, Blattgewicht) → WEA-Klasse
Nabenhöhe

Unbedenklichkeitsgrenze $R_{\max}$
aus Anlage A25

Identifikation
Schutzobjekt innerhalb
 $R_{\max}$ um WEA

Nein

Ja

Definition Untersuchungskreis
Radius = $R_{\max}$ um Schutzobjekt

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungskreises

Anzahl der WEA

=1

> 1 ≤ 3

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark

1 Fermenter
1 Gärrestespericher

2 Fermenter
1 Gärrestespericher

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A21.1

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A22.2

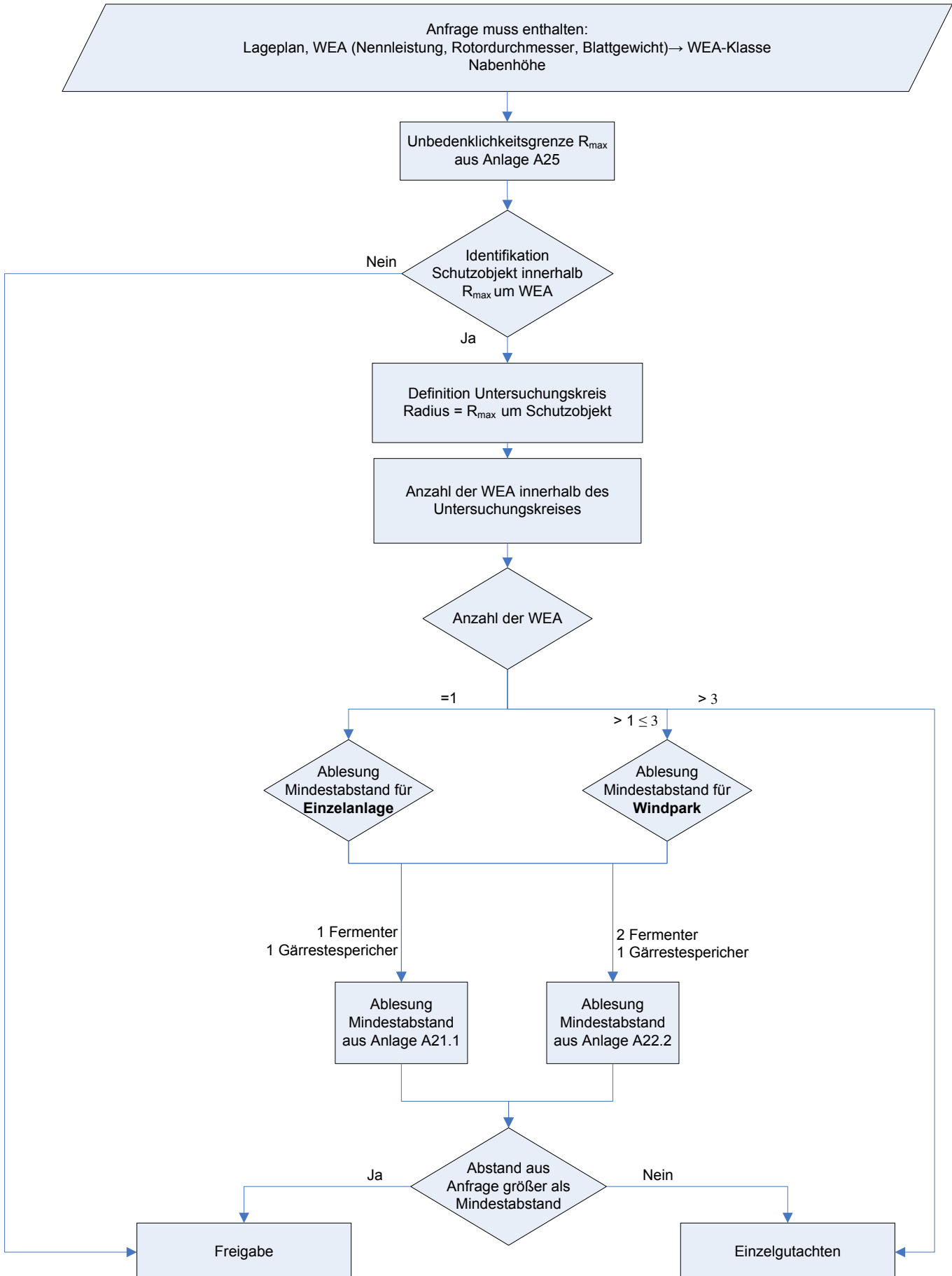
Ja

Nein

Abstand aus
Anfrage größer als
Mindestabstand

Freigabe

Einzelgutachten



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Biogasanlage mit 1 Fermenter und 1 Gärrestspeicher

Abmessungen: ca. 1.500 m² Betriebseinrichtungen mit Biogas (48 m x 32 m)

Bemerkungen: Entschwefelung vorhanden

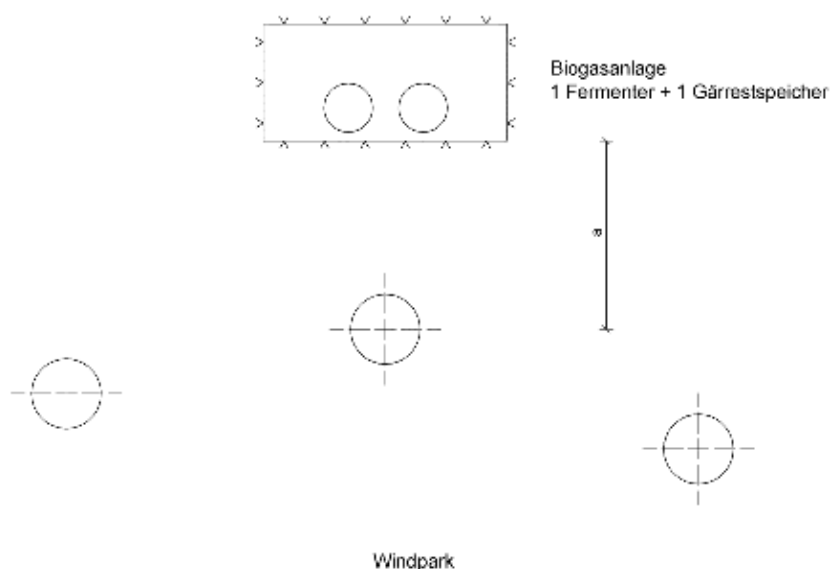
Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr

Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	125 / 120	140 / 135	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	130 / 125	155 / 150	155 / 150	160 / 155	- / -
H ≤ 100	130 / 125	160 / 160	160 / 160	185 / 180	190 / 185
H ≤ 120	- / -	170 / 165	170 / 165	185 / 180	200 / 190
H ≤ 150	- / -	170 / 170	170 / 170	205 / 190	205 / 190
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	205 / 190	205 / 190

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Biogasanlage mit 2 Fermentern und 1 Gärrestspeicher

Abmessungen: ca. 2.000 m² Betriebseinrichtungen mit Biogas (56 m x 37 m)

Bemerkungen: Entschwefelung vorhanden

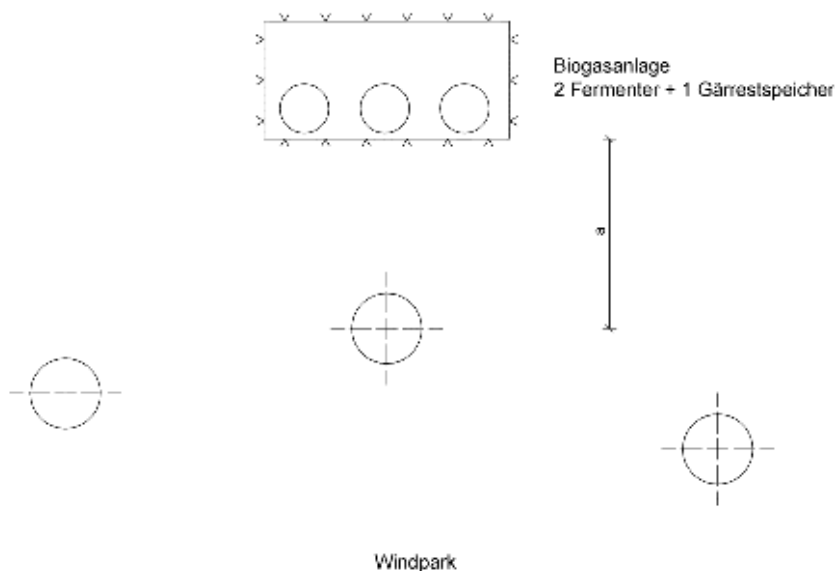
Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr

Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	195 / 190	195 / 190	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	195 / 190	195 / 190	195 / 190	195 / 190	- / -
H ≤ 100	195 / 190	195 / 190	220 / 220	220 / 220	220 / 220
H ≤ 120	- / -	230 / 230	230 / 230	230 / 230	230 / 230
H ≤ 150	- / -	230 / 230	230 / 230	250 / 240	250 / 240
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	250 / 240	250 / 240

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 22

Mindestabstände zu Straßen geringer Ordnung

Diverse Schutzobjekte

Ablaufschema für Ermittlung des Mindestabstandes

Anfrage muss enthalten:
Lageplan, WEA (Nennleistung, Rotordurchmesser, Blattgewicht) → WEA-Klasse
Nabenhöhe

Unbedenklichkeitsgrenze $R_{\max}$
aus Anlage A25

Identifikation
Schutzobjekt innerhalb
 $R_{\max}$ um WEA

Nein

Ja

Definition Untersuchungskreis
Radius = $R_{\max}$ um Schutzobjekt

Anzahl der WEA innerhalb des
Untersuchungskreises

Anzahl der WEA

= 1

> 1 ≤ 3

> 3

Ablesung
Mindestabstand für
Einzelanlage

Ablesung
Mindestabstand für
Windpark

Straße

Bahnstrecke

Stellplatz

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A22

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A23

Ablesung
Mindestabstand
aus Anlage A24

Ja

Abstand aus
Anfrage größer als
Mindestabstand

Nein

Freigabe

Einzelgutachten

Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Straße

Abmessungen: RQ 10.5
Fahrbahnbreite 7,5 m

Bemerkungen: DTV = 7.000 Fahrzeuge/Tag

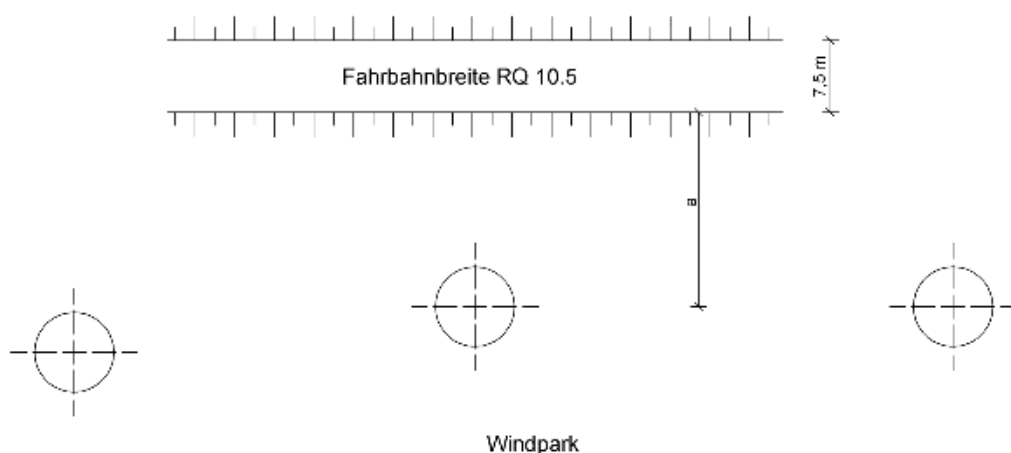
Zul Pf = 10^{-6} Ereignisse/Jahr

Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW ≤ P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	240 / 200	240 / 230	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	245 / 215	285 / 285	290 / 285	290 / 285	- / -
H ≤ 100	245 / 215	310 / 305	310 / 305	325 / 315	335 / 330
H ≤ 120	- / -	330 / 315	335 / 315	345 / 340	360 / 355
H ≤ 150	- / -	350 / 325	355 / 325	375 / 370	375 / 370
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	385 / 380	400 / 400

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 23

Mindestabstände zu Bahnstrecken

Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt:	Bahnstrecke
Abmessungen:	2-gleisig, Achsabstand 4 m Regelraumprofil 10,4 m
Bemerkungen:	Mittlere Zuglänge ≤ 200 m Fahrtgeschwindigkeit ≥ 70 km/h, jedoch ≤ 140 km/h 100 Personenzüge pro Tag Zul. Pf = 10^{-6} Ereignisse/Jahr Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 $40\text{m} \leq \text{RD} < 65\text{m}$ Masse RB < 15t ($0,5\text{MW} < P < 1,5\text{MW}$)*	Klasse 2 $65\text{m} \leq \text{RD} < 100\text{m}$ Masse RB < 15t ($1,5\text{MW} \leq P < 3,0\text{MW}$)*	Klasse 3 $100\text{m} \leq \text{RD} < 120\text{m}$ Masse RB < 15t ($3,0\text{MW} \leq P < 4,5\text{MW}$)*	Klasse 4 $120\text{m} \leq \text{RD} < 140\text{m}$ $15\text{t} \leq \text{Masse RB} < 25\text{t}$ ($4,5\text{MW} \leq P < 8,0\text{MW}$)*	Klasse 5 $140\text{m} \leq \text{RD} < 160\text{m}$ $15\text{t} \leq \text{Masse RB} < 25\text{t}$ ($4,5\text{MW} \leq P < 8,0\text{MW}$)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	120 / 115	145 / 140	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	125 / 120	165 / 160	165 / 160	165 / 160	- / -
H ≤ 100	125 / 120	170 / 165	170 / 165	200 / 195	220 / 215
H ≤ 120	- / -	180 / 175	180 / 175	210 / 205	240 / 225
H ≤ 150	- / -	185 / 180	185 / 180	260 / 250	260 / 250
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	260 / 250	260 / 250

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze

zur

Erläuterung:



Anlage

A 24

Mindestabstände zu Stellplätzen

Mindestabstand zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Stellplätze

Abmessungen: 9.800 m² (140 m x 70 m)

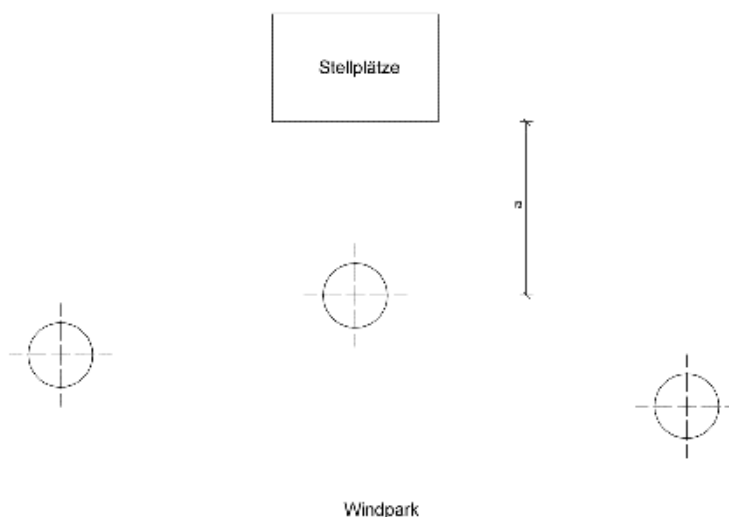
Bemerkungen: Belegung von 450 Personen mit einer mittleren Verweildauer von 220 Stunden über ein Jahr kontinuierlich verteilt

Zul Pf = 10⁻⁶ Ereignisse/Jahr

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 40m ≤ RD < 65m Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 65m ≤ RD < 100m Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 100m ≤ RD < 120m Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 120 m ≤ RD < 140m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 140m ≤ RD < 160m 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Windpark (max. 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung) / Einzelne WEA					
H ≤ 60	475 / 460	620 / 490	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	485 / 465	645 / 495	645 / 495	670 / 495	- / -
H ≤ 100	485 / 465	660 / 535	660 / 535	755 / 535	755 / 535
H ≤ 120	- / -	670 / 535	670 / 535	770 / 535	770 / 535
H ≤ 150	- / -	680 / 545	680 / 545	790 / 545	790 / 545
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	790 / 545	795 / 545

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Anlage

A 25

Unbedenklichkeitsgrenze

Unbedenklichkeitsgrenze des Abstandes zur Windenergieanlage

Schutzobjekt: Alle Schutzobjekte

Abmessungen: Beliebig

Bemerkungen: Maximale praktische Wurfweite zzgl. Zuschlag. Ein Aufprall von abgeworfenen Teilen in größeren Entfernungen ist probabilistisch irrelevant.

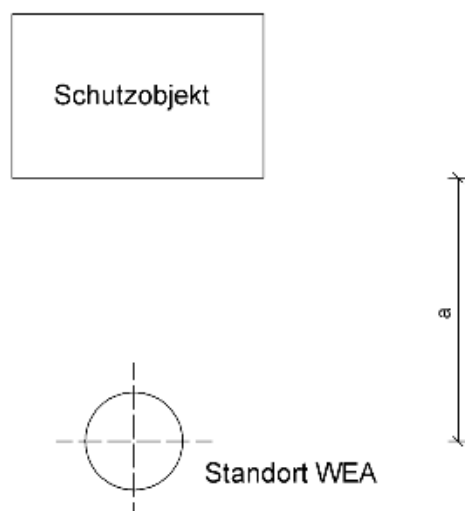
Zul Pf = 10^{-7} Ereignisse/Jahr

Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Nabenhöhe H in [m]	Klasse 1 $40\text{m} \leq \text{RD} < 65\text{m}$ Masse RB < 15t (0,5MW < P < 1,5MW)*	Klasse 2 $65\text{m} \leq \text{RD} < 100\text{m}$ Masse RB < 15t (1,5MW ≤ P < 3,0MW)*	Klasse 3 $100\text{m} \leq \text{RD} < 120\text{m}$ Masse RB < 15t (3,0MW ≤ P < 4,5MW)*	Klasse 4 $120\text{m} \leq \text{RD} < 140\text{m}$ 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*	Klasse 5 $140\text{m} \leq \text{RD} < 160\text{m}$ 15t ≤ Masse RB < 25t (4,5MW ≤ P < 8,0MW)*
Einzelne WEA					
H ≤ 60	520	680	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	530	690	690	715	- / -
H ≤ 100	540	700	700	825	895
H ≤ 120	- / -	715	715	840	910
H ≤ 150	- / -	725	730	995	995
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	995	995

*Die Leistung P ist eine Hilfsgröße und nur dann zu verwenden, wenn andere Parameter nicht bekannt sind.

Skizze zur Erläuterung:



Eingang Private Stellungnahme zum B-Plan Nr. 13/ 9.Änderung F-Plan der Gemeinde Bredenbek beim Amt Achterwehr per Email am 07.01.2024:

Stellungnahme

zur 9. Änderung des Flächennutzungsplanes der Gemeinde Bredenbek/

Bebauungsplan Nr. 13

„Windpark Bredenbek / Kronsburg

Sehr geehrte Damen und Herren,

der weitere Ausbau von Windkraftanlagen wird in der Masse der Bevölkerung mehr als kritisch gesehen.

Solange es keine Verwendung für überschüssigen Strom aus Windkraftanlagen gibt und Abschaltungen in der bekannten Größenordnung erfolgen, erhöht jede neu in Betrieb genommene Windkraftanlage dieses Problem nur noch. Den Bürgern ist das schon lange bewusst.

Die Politik sollte schnellst möglich ihre Entscheidungen überdenken und nicht zu Gunsten der Industrie/ des Geldes handeln. Die vor kurzem getroffenen neuen Abstandsregelungen zu den Wohnhäusern und auch geringeres Gewicht auf Denkmal- und Artenschutz zu legen, lässt deutlich werden, für wen die Politiker egal welcher Partei wirklich arbeiten.

Dadurch wird Demokratie ganz offensichtlich zur Makulatur.

Ich lege Einspruch gegen den o. a . Windpark ein aus folgenden Gründen:

In den oben genannten Planungsunterlagen fehlt die 0,2 Cent-Ausgleichs-Regelung, aus § 6 - EEG , für die an der Windparkfläche im Umkreis von 2,5 Kilometer liegenden Gemeinden.

Ich fordere eine genaue Definition der 0,2 Cent-Ausgleichsregelung in den Planungsunterlagen einschließlich einer Wertsicherungsklausel bei Inflation.

Auch im EEG Gesetz fehlt diese Wertsicherungsklausel und somit sind 0,2 Cent pro kWh eine unbefriedigende in der Zukunft wertlose Berechnung. Besser wäre es gewesen, im Gesetz einen prozentualen Wert, gebunden an die Einspeisevergütung des Betreibers zu benennen, die als Abgabe an die betreffenden Gemeinden zu zahlen ist. Das EEG muß somit überarbeitet werden.

Zu den Vogelgutachten möchte ich mich noch äußern:

Wir sehen dermaßen oft, die Rotmilane über unserer Hofstelle, Dorfstraße 7 in Hassmoor, auch in Richtung der geplanten Windparkfläche fliegen, dass ich das Fotografieren und melden im Portal www.ornitho.de schon eingestellt habe.

Außerdem möchte ich hiermit die Sichtung von zwei Schwarzstörchen melden. Die im Juli 2022, auf unserer Fläche am Wald ca. 800 m von der geplanten Windparkfläche entfernt, öfters gesehen wurden. (s. Bilder)

In den Planungsunterlagen wurde von -keine Kraniche- geschrieben, dass stimmt nicht, wir sehen die Kraniche immer wieder auf den Flächen an der Waldkante entlang.

Aus diesen Gründen, zweifle ich ihre Vogelgutachten an.

Mit freundlichen Grüßen

Anlagen zur Email nachfolgend zwei Fotos:



Eingang Private Stellungnahme zum B-Plan Nr. 13/ 9.Änderung F-Plan der Gemeinde Bredenbek

beim Amt Achterwehr per Email am 09.01.2024:

Stellungnahme zur 9. Änderung des Flächennutzungsplanes der Gemeinde Bredenbek/ Bebauungsplan Nr. 13 "Windpark Bredenbek/Kronsborg"

die Unterzeichner dieser Eingabe möchten im Rahmen der beabsichtigten Bauleitplanung auf folgende durchgreifenden Bedenken gegen das im Betreff näher bezeichnet Windparkprojekt hinweisen.

Wie bereits anlässlich der ersten Projektplanung vor ca. 10 Jahren deutlich geworden ist, steht die vorgeblich mit der Errichtung des geplanten Windparks beabsichtigte Schonung von Klimaressourcen durch (bei dem Betrieb der Anlage) Co2 neutrale Stromerzeugung in einem strikten Widerspruch zu den weiteren Erfordernissen eines umfassenden Natur- und Landschaftsschutzes. Nicht nur, dass die geplanten Anlagen mit Höhenmetern, die auch nicht annähernd von irgendeinem Objekt in der Region – vielleicht mit Ausnahme der Überbrückung des Nord-Ostsee-Kanals – erreicht werden, dazu geeignet sind, über viele Kilometer das gewachsene, von natürlicher Flora und Fauna geprägte Landschaftsbild in impertinenter Art und Weise zu dominieren und alle natürlichen Schönheiten der Landschaftsbildung und -gestaltung vollständig in den Hintergrund zu drängen, sondern auch wegen ihrer typischen Rotation einen (negativen) Eye-Catcher in dem Sinne darstellen, dass es den Menschen schlichtweg nicht möglich ist, an den Anlagen vorbei, also unter ihrer Ausblendung, die Natur und die Landschaft in ihrer Ruhe und natürlichen Schönheit zu betrachten. Nein, sie stellen darüber hinaus bekanntermaßen – ich gehe davon aus, dass die entsprechenden Gutachten auch den zur Entscheidung berufenen Gremien vorliegen – einen „Schredder“ dar, der ohne Rücksicht auf individuelle Lebensweisen und Lebewesen und hier insbesondere auf die zahlreichen regional dort aufhältlichen Vögel, aber auch die die betroffene Gegend als Rast- und Durchzugsplatz nutzenden Zugvögel deren Vorkommen dezimiert/vernichtet und letztlich zu einer Verödung der Gesamtf fauna führen wird. Dies gilt umso mehr, als dass es sich bei dem beabsichtigten Projekt nicht um eine einzelne Anlage, sondern um eine kaum zu durchfliegende Vielzahl von Rotatoren handelt, die sich zudem ihrerseits ständig umweltschädigender Schadstoffe (Plastikabrieb, Micro-Plastik) und deutlich wahrnehmbarer Geräuschmissionen einschl. des Infraschalls entäußert.

Die Unterzeichner haben verstanden, dass der deutsche Gesetzgeber angesichts der nicht aufhaltbar erscheinenden Klimakrise einschl. der daraus herrührenden, zum Teil unkalkulierbaren Folgen für die Menschheit dem Klimaschutz einen ganz besonderen Stellenwert beigemessen hat. Letzteres kann und darf allerdings nicht dazu führen, dass unter dem Vorwand einer angeblichen Bekämpfung der Auswirkungen der Klimakrise Maßnahmen eine Rechtfertigung finden, die ihrerseits geeignet sind, den Grundgedanken des Naturschutzes, nämlich den Erhalt einer intakten Umwelt in toto, vollständig auszuhebeln. Es ist zu keinem Zeitpunkt Ansinnen des Gesetzgebers gewesen, unter dem Siegel des Klimaschutzes mit der Förderung und Zulassung von Windkraftanlagen einer Zerstörung der übrigen Natur

und ihrer Erscheinungen Vorschub zu leisten. So stellt es sich aber bei dem zur Rede stehenden Projekt dar.

In diesem Zusammenhang gilt es zu berücksichtigen:

Die negativen Erscheinungen der Klimakrise treten bekanntlich in ihren verschiedenen Facetten weltweit auf. Es bedarf eigentlich keiner Erwähnung, dass regionale Projekte nicht in der Lage sind, dem Fortschreiten dieser Klimakrise wirksam entgegen zu treten. Es dürfte allen, die für derartige Problematiken überhaupt offen sind, klar sein, dass nur koordinierte massive staatliche und überstaatliche Maßnahmen – vielleicht – noch einen den Co₂-Anstieg begrenzenden Erfolg haben können. Um an dieser Stelle nicht missverstanden zu werden: Die Unterzeichner wollen damit nicht zum Ausdruck bringen, dass regionale Klimaschutzmaßnahmen anlässlich des Ausmaßes der Klimakrise gänzlich wirkungslos sind. Immerhin höhlt jeder stete Tropfen den Stein. Allerdings dürfte auch klar sein, dass das Amt Achterwehr, der Kreis Rendsburg-Eckernförde oder auch das Bundesland Schleswig-Holstein diese Klima selbst bei größten Anstrengungen nicht werden stoppen oder signifikant mindern können. Insoweit kann es also nicht angehen, dass unter dem Deckmantel der Bekämpfung einer überregionalen Klimakrise das übrige natürliche Umfeld ganzer Regionen zerstört wird. Aber genau letzteres erfolgt bei der beabsichtigten Projektplanung mit der Region Bredenbek und Umgebung.

Dabei gilt es sich zu vergegenwärtigen, dass in den letzten zehn Jahren gerade hier in Schleswig-Holstein, im Kreis Rendsburg-Eckernförde und in der näheren Region Bredenbek sehr viel in Punkto Ausbau erneuerbarer Energien passiert ist. Ich denke da an den massiven Ausbau von Windkraft und Photovoltaik in Schleswig-Holstein und ganz besonders im Kreis Rendsburg-Eckernförde, der ja – wie unlängst in den KN zu lesen war - geradezu eine Spitzenposition in Punkto erneuerbarer Energien in ganz Deutschland einnimmt. Man muss sich nur umschaun, um diesen Befund in einem weiteren Schritt bestätigt zu finden. Überall in der unmittelbaren und mittelbaren Nähe (A 210, A7, Schülldorf etc.) sind zum Teil gewaltige Flächen mit entsprechenden Photovoltaik und Windkraftanlagen übersät worden. Man muss wahrlich von Bredenbek aus nicht weit fahren, um kontinuierlich auf diese Klimaschutzanlagen zu stoßen, zumal zumindest die Windkraftanlagen angesichts ihrer riesigen Ausmaße ohnehin schon von weitem nicht zu übersehen sind. Die Menschen und die Natur in dieser Region sind förmlich eingekesselt von den angeblich heilbringenden Klimaschutzanlagen und werden von ihnen – fast wörtlich zu verstehen – regional erschlagen. Da Klimaschutz, Landschaftsschutz und insbesondere Artenschutz aber – wie gezeigt - gerade keine „Einheit“ darstellen, sondern zum Teil diametral gegenläufig sind (wo sich Windkraftträder drehen, sollten sich keine Vögel aufhalten, in Photovoltaikgelände lebt kein Damm-, Reh- oder Schwarzwild), hat dieser enorme Zuwachs an „Klimaschutzanlagen“ bereits jetzt zu einem deutlichen Zurückdrängen aller anderer Naturschutzteilbereiche geführt. Ein weiterer Zuwachs auch und gerade in unserer Region verschiebt daher das Gleichgewicht nicht nur weiter, sondern treibt die Situation von vor 10 Jahren nunmehr sogar ins Extreme. Eine sachgerechte Abwägung dieser Werte kann daher nach Auffassung der Unterzeichner in keinem Fall zu Gunsten des beabsichtigten Projekts ausschlagen, will man die betroffene Region zumindest noch auf dem verbliebenen niedrigen Niveau lebenswert und „natürlich“ erhalten. Bredenbek/Kronsborg darf sein eigentliches Wesen, sein „Ich“, seine

Identität nicht zu Gunsten eines Projekts verlieren, das die Krise nicht lindert oder gar behebt und das aktuell nur dazu dient, den Geldbeutel einiger weniger zum Nachteil der großen Masse der Betroffenen zu bedienen. Die Bundesrepublik Deutschland hat bereits Ende der 60er Jahre bei der Konzeption der diversen Atomkraftwerke erlebt, welche Auswirkungen es hat, wenn sich das Kapital einiger weniger Organisationen gegen die Interessen der Allgemeinheit durchsetzt. Gorleben und Brokdorf zeugen noch heute davon. Derselbe Fehler sollte sich nun in der Gestalt der regionalen Massierung von Windkraftanlagen unter Inkaufnahme der Zerstörung der übrigen natürlichen Grundlagen in einer Region wie dieser nicht wiederholen.

Und in diesem Zusammenhang ist es sehr wichtig, darauf hinzuweisen, dass es bekanntermaßen bereits vor der beabsichtigten Verwirklichung des Bredenbeker Projekts schon nicht mehr möglich ist, den hier produzierten Strom „weiterzuleiten“, da die bestehende Infrastruktur des Stromterrassennetzes über Jahre nicht ausreichen wird, den hier produzierten – und für Schleswig-Holstein im Regelfall ausreichenden – Strom in die Teile West- und Süddeutschlands weiterzuleiten, wo er deswegen benötigt wird, weil die dortigen Regionen sich im Ergebnis weigern, ihr Landschaftsbild, ihre Umwelt und ihre Natur durch die Errichtung von Windkraftanlagen zerstören zu lassen. Letzteres soll dann lieber im Norden geschehen, wo aufgrund der jüngeren erheblichen Anstrengungen beim Aufbau einer klimaneutralen Stromerzeugung die Natur ja ohnehin schon beeinträchtigt ist. Da kommt es auf ein weiteres Projekt ja nicht an, zumal sich hier ersichtlich ausreichende Personen und Organisationen finden, um aus dieser Situation finanzielle Vorteile für sich zu ziehen. „Dös passt scho“ – würden die Bayern sagen. Würde man es mathematischer umschreiben wollen, führt der hier geplante Ausbau der Windkraft in Bredenbek aufgrund der ständigen Netzauslastung in der Addition der einzelnen Anlagen über die Jahre gerade nicht zu der angeblichen 100%igen Zunahme des Klimaschutzes, wohl aber zu einer in der Summe in der Region 100prozentigen Zurückdrängung der weiteren Naturschutzziele – für die Unterzeichner angesichts der dargestellten Folgen für die hier lebenden Menschen und Tiere weder zu diesem Zeitpunkt noch in dieser Region ein hinzunehmender Zustand.

Wir beantragen daher, dem Vorhaben planerisch nicht zum Erfolg zu verhelfen.



Westensee 14.02.2025



Amtsverwaltung Achterwehr
Inspektor-Weimar-Weg 17
24239 Achterwehr

Amt Achterwehr		
Eing.: 18. Feb. 2025		
Abt.	Gym.	B.R.

Westensee, 7.01.2025

Ministerium für Inneres Kommunales,
Wohnen und Sport
Abt. IV 6 Landesplanung

Düsternbrooker Weg 92
24105 Kiel

*Amtsverwaltung Fichterweh
Inspektor-Weinar-Weg 17
24239 Fichterweh*

Meine Stellungnahme zum Planungsraum II Vorrangsgebiet PR2_RDE_060
Bredenk-Kronsburg, Bebauungsplan Nr.13

Sehr geehrte Damen und Herrn,

Ich wohne seit 1991 an der Schönhagener Str.22. Hier habe ich einen ehemaligen Bauernhof gekauft und zu vermietbaren Wohnungen ausgebaut. Das Vorhaben wurde mit Fördermitteln des Landes Schleswig-Holstein unterstützt. Neben unserer Familienwohnung sind noch weitere 5 Wohneinheiten entstanden, die alle zur Zeit vermietet sind. Durch die Errichtung der geplanten WKA ist eine konstante Vermietung nicht mehr sichergestellt, da die WKA in einem Abstand von nur 450 Metern geplant sind. So die Aussage der derzeitigen Mieter. Die zu erwartende Wertminderung der Immobilie und Minderung der Mieteinnahmen sollten vom Betreiber übernommen werden. Die entsprechende gesetzliche Regelung erwarte ich vom Gesetzgeber. In dem Zusammenhang verweise ich auf eine Einschätzung von Prof. DR. Erwin Quambusch, Bielefeld (als Anlage dem Schreiben beigelegt).

Hinzu kommt, dass nach neueren Untersuchungen des Fraunhofer Institut, die im Auftrag des wissenschaftlichen Dienstes des Bundestags durchgeführt wurde, ergeben hat, dass der Abrieb von Kunststoffen zu einer erheblichen Belastung der Umwelt durch Mikroplastik führt (liegt als Anlage bei). Es handelt sich dabei um PFAS und BPA Kunststoffe in Mikrogröße. Sie gelangen in die Atemluft der Anwohner und der Nutztiere, sowie in die Nahrungskette der Anpflanzungen im Garten.

Eine zusätzliche Gefährdung entsteht im Brandfall einer WKA. Nach Erfahrungen der Feuerwehr ist in diesem Fall ein Mindestabstand zum Brandherd von 600 Metern einzuhalten.

Bei den uns vorliegenden Planungsunterlagen befinden sich die Abstände der WKA zu den vielen anliegenden Wohngebäude an der kilometerlangen Schönhagener Str. bei ca. 450 Metern. Auch Reetdachhäuser unterliegen somit einer besonderen Gefährdung. Zum Wald- und Knickbereich sind die Abstände noch erheblich geringer. Eine entsprechende Änderung der Abstände zur Wohnbebauung, Wald- und Knickbereich zur Erhöhung der Sicherheit wird gefordert.

Eine weitere Abstandslehreplanung zeigt sich aufgrund des Gutachtens der Fa. Veanker (liegt als Anlage bei). Das Gutachten setzt sich mit der Frage eines Mindestabstandes zu Schutzgütern im allgemeinen und im Besonderen zu Wohneinheiten auseinander. Dieses Gutachten wurde, neben einem Auftragsgebern auch vom Bundesverband WindEnergie e.V. in Auftrag gegeben (Das Gutachten vom 15.12.2020 liegt uns vor, ist aber auch über www.veanker-gmbh.de einzusehen, -Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten-).

Als abschließendes Ergebnis kommt das Gutachten zu der Auffassung, dass ein Mindestabstand zu Wohngebäuden von 990 Metern zwingend einzuhalten ist. Eine Bewertung dieses Gutachtens liegt

den Planungsunterlagen nicht bei. Somit ist ein Mangel in der Planung erkennbar. Ich bitte um Berücksichtigung der Ergebnisse des Gutachtens und damit einen Mindestabstand der WKA zu Wohngebäuden von 996 Metern.

An dieser Stelle möchte ich auf das Wort des Umweltministers des Landes Schleswig-Holstein, Herrn Goldschmidt zurückgreifen und ihn zitieren „Ich bin kein Bremsklotz, ich bin ein Kämpfer für unsere natürlichen Lebensgrundlagen. Ich bin der Umwelt- und Naturschutzminister dieses Landes“, dann helfen Sie uns bitte und schützen unseren Naturpark Westensee vor den Eingriffen der WKA.



Ministerium für Inneres, Kommunales,
Wohnen und Sport | Postfach 71 25 | 24171 Kiel



Ihr Zeichen: /
Ihre Nachricht vom: 07.01.2025
Mein Zeichen: /
Meine Nachricht vom: /



28. Januar 2025

**Ihre Stellungnahme zum Vorranggebiet Windenergie PR2_RDE_060 und zum
Bebauungsplan Nr. 13 der Gemeinde Bredenbek, Kreis Rendsburg-Eckernförde
hier: Ihr Schreiben vom 07.01.2025**



mit dem im Betreff bezeichneten Schreiben haben Sie sich an die Landesplanungs-
behörde gewandt und eine Stellungnahme bezüglich der geplanten Windenergienutzung
innerhalb des Vorranggebietes Windenergie PR2_RDE_060 abgegeben.

Im Rahmen der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum II, Sachthema
Windenergie an Land, wurde das in Rede stehende Vorranggebiet festgelegt. Der ge-
nannte Regionalplan ist rechtskräftig, so dass das festgelegte Vorranggebiet in der ent-
sprechenden Abgrenzung Bestand hat.

Gleichwohl erfolgt derzeit aufgrund der geänderten bundesgesetzlichen Rahmenbe-
dingungen eine erneute Teilaufstellung des oben bezeichneten Raumordnungsplanes. In
dieser werden erneut Vorranggebiete Windenergie festgelegt. Hierzu wird es wieder ein
Beteiligungsverfahren geben. Insofern können Sie Ihre Stellungnahme in das genannte
Verfahren einbringen. Über den Zeitpunkt wird im Amtsblatt für Schleswig-Holstein sowie
über die Internetseiten der Landesplanungsbehörde informiert.

Bezüglich des Bebauungsplans Nr. 13 wenden Sie sich bitte direkt an die Gemeinde bzw.
das Amt Achterwehr.

Mit freundlichen Grüßen

