



STANDSICHERHEIT, ROTORBLATTBRUCH UND TURMVERSAGEN

Dr. Monika Polster

TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG, Hamburg

STANDSICHERHEIT VON WEA - TYPENPRÜFUNG

- Typenprüfung oder Einzelprüfung nach DIBt
 - Prüfung der Lastannahmen
 - Standsicherheitsnachweis für Turm und Fundament
 - Extremlasten- und Betriebsfestigkeitsnachweise für alle sicherheitstechnisch relevanten Maschinenbauteile
 - Strukturnachweise für die Rotorblätter
 - Prüfung der Sicherheits- und Betriebsführungskonzepte
 - Auslegungs- und Eignungsprüfung der elektrischen Anlage

- Anlagenspezifische Typenprüfung wird in der Regel mit generischen, standortunabhängigen Wind- und Umgebungsbedingungen durchgeführt (z.B. für eine Windzone charakterisiert u.a. durch eine mittlere Jahreswindgeschwindigkeit, 50-Jahreswindgeschwindigkeit (Extremwind) etc.)

STANDSICHERHEIT VON WEA - STANDORT

- Nachweis der Standsicherheit und Standorteignung einer WEA durch Vergleich der standortspezifischen Parameter mit den generischen Bedingungen der Typenprüfung.
 - Boden- und Baugrundgutachten
 - Gutachten zur Standorteignung (Turbulenzgutachten)
 - effektive Turbulenzintensität (Umgebungsturbulenzintensität und Nachlaufeffekte an geplanter WEA und bestehenden in 8 D)
 - mittlere Jahreswindgeschwindigkeit v_m
 - WZ nach DIN EN 1991-4-1 NA bzw. 50-Jahres-Windgeschwindigkeit v_{50}
 - zusätzlich an orographisch komplexen Standorten: Windscherung α , Luftdichte ρ , Neigung der Anströmung.
- Bei Abdeckung der standortspezifischen Parameter durch die Annahmen der Typenprüfung ist die Standsicherheit und Standorteignung einer WEA gewährleistet.

STANDORTSPEZIFISCHE LASTVERGLEICHE

- Trotz Überschreitungen der Auslegungswerte der Turbulenzintensität bzw. der übrigen standortspezifischen Windparameter an WEA kann die Standorteignung ggf. durch einen standortspezifischen Lastvergleich nachgewiesen werden.
- Falls ein standortspezifischer Lastvergleich nicht möglich ist oder negativ ausfällt, können Überschreitungen der Auslegungswerte der Turbulenzintensität durch sektorielle Abschaltregelungen bzw. durch sektorielle Leistungsreduzierungen vermieden werden. Hersteller bieten dabei vermehrt eine Vielzahl unterschiedlicher Betriebsmodi an.
- WEA werden zunehmend nach S-Class in WZ und/oder TK ausgelegt, so dass tendenziell mehr Lastvergleiche erforderlich sind.

RELEVANZ DER RISIKOBEURTEILUNG

- BImSchG §5 Abs. 1 „...schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können.

- **Verdichtung der WEA-Standorte mit bestehender Infrastruktur**
- Örtliche Nähe zu z. B.
 - Verkehrswegen (Straße und Wege / Bahn / Flughäfen / Schifffahrt)
 - Siedlungen
 - Störfallbetrieben gemäß Störfall-Verordnung (12. BImSchV)
 - Industriegebieten
 - Pipelines
 - Hochspannungsleitungen
 - Deichen

GEFÄHRDUNGEN AUSGEHEND VON DER WEA

- Mögliche Gefährdungen sind:
- Eisabwurf/Eisabfall
- Rotorblattbruch
- Turmversagen/Gondelabwurf
- Brand/Blitzschlag



TÜV NORD 2014

RISIKOBEURTEILUNG (DIN EN ISO 12100)

■ Risikoanalyse

- Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung (z.B. Rotorblattbruch)
- Darstellung der Gefährdung (z.B. Gefährdungsbereiche Rotorblattbruch)
- Ermittlung des Risikos (z.B. Personenschaden, Individualrisiko, Kollektivrisiko, Gefährdung des Straßenverkehrs)

■ Risikobewertung

- Bewertung der Ergebnisse aus der Risikoanalyse
- Bewertungsmaßstäbe u.a. Arbeitsunfälle (Statistiken DGUV), Verkehrsstatistik (Statistisches Bundesamt), Empfehlungen des VdTÜV's
- Wenn erforderlich, Maßnahmen zur Risikominderung (z.B. Warnschilder, erhöhte Prüfungsintervalle (WKP), technische Maßnahmen wie Condition Monitoring Systeme (CMS) usw.)

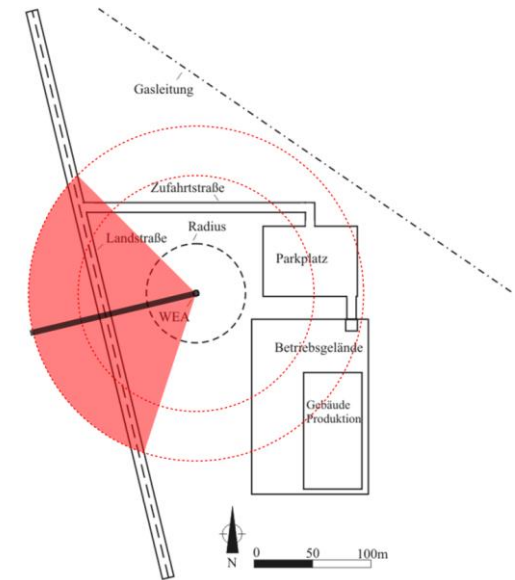
ROTORBLATTBRUCH

- Bruch des gesamten Rotorblattes an der Nabe oder Bruch an beliebiger Stelle
- Ein Rotorblattbruch kann vielfältige mögliche Ursachen haben wie z.B.
 - Überlast (unzulässige Rotordrehzahl) oder Unwucht
 - Unzulässige Durchbiegung, vorgeschädigte Querschnitte
 - Transport-, Montageschäden oder Instandsetzungsfehler
 - Fertigungs- oder Konstruktionsfehler
- Eintrittshäufigkeit Rotorblattbruch ca. $1,0E-03$ pro WEA und Jahr
- Erfahrungsgemäß ist mit einer Gefährdung durch Rotorblattbruch bis zu einer Entfernung von ca. $1,5 \times$ (Nabenhöhe + Durchmesser) zu rechnen, je nach Anlagentyp und standortspezifischen Bedingungen sind Wurfweiten von mehr als 300m möglich.



TURMVERSAGEN

- Ein spontanes Turmversagen kann z.B. bei Versagen des Bremssystems auftreten.
- Erfahrungsgemäß ist mit einer Gefährdung durch Turmversagen bis zu einer Entfernung von ca. $(NH + D/2)$ zu rechnen.
- Ereignishäufigkeit Turmversagen ca. $1,0E-04$ pro WEA und Jahr.



TÜV NORD
2018

MAßNAHMEN ZUR VERHINDERUNG VON ROTORBLATTBRUCH UND TURMVERSAGEN - BEISPIELE

- Schwingungsüberwachung: Unzulässige Turm- oder Triebstrangschwingungen werden vom Steuerungssystem der WEA erkannt.
- Maßnahmen zur permanenten Zustandsüberwachung der Rotorblätter (Condition Monitoring System (CMS)).
- Erhöhte Wartungsintervalle an relevanten Standorten
- Unabhängige Fertigungsüberwachung
- Unabhängige Bauüberwachung

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen und Rückmeldungen gerne an:

TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG

Dr. rer. nat. Monika Polster

Sachverständige Wind Site Assessment Renewables

Große Bahnstraße 31

22525 Hamburg, Germany

Phone +49 40 8557 2091

Email: mopolster@tuev-nord.de