

Faktencheck Sicherheit von Windenergieanlagen Themenblock IV: Eiswurf

F2E GmbH & Co. KG
Dr. Thomas Hahm



Eiswurf von WEA findet statt:

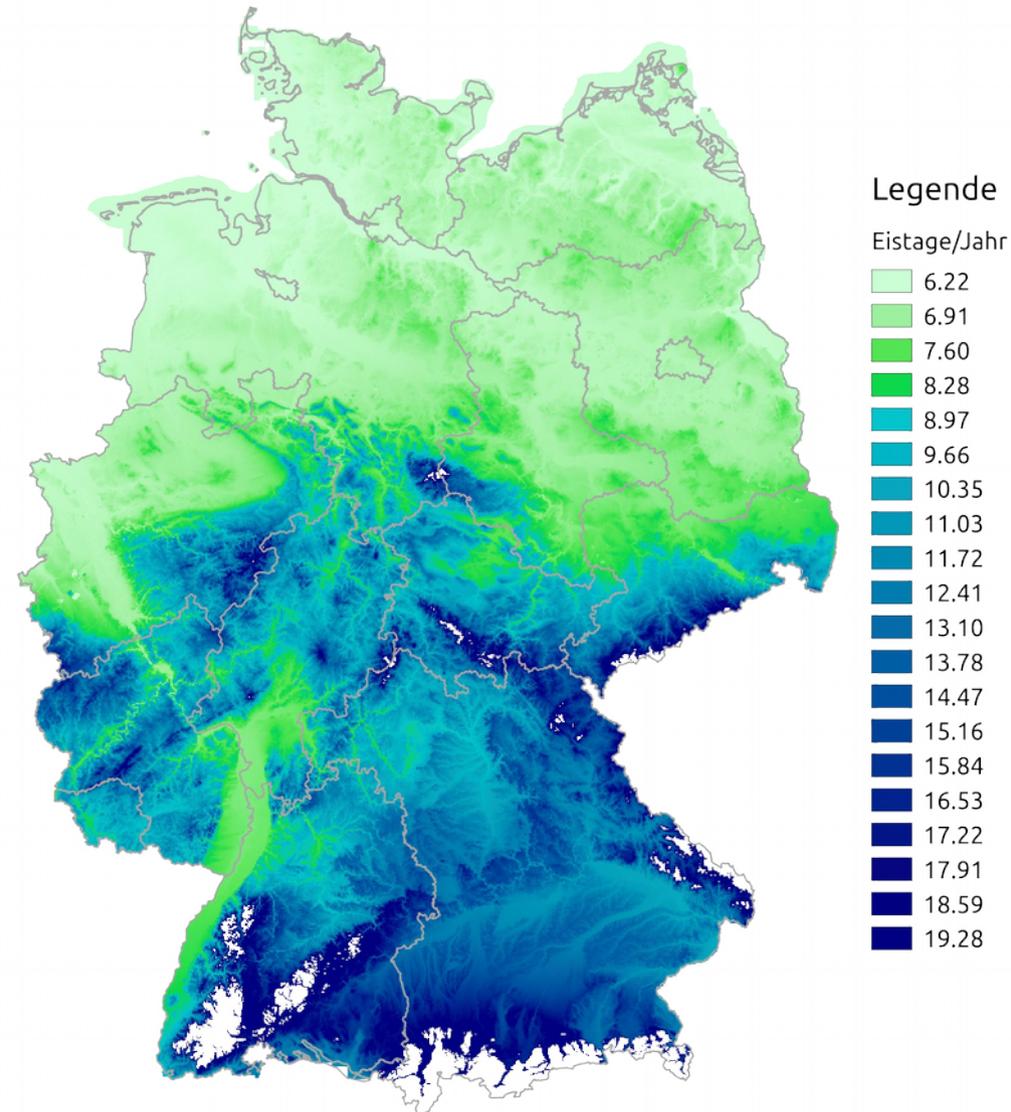


Eisbildung an WEA:

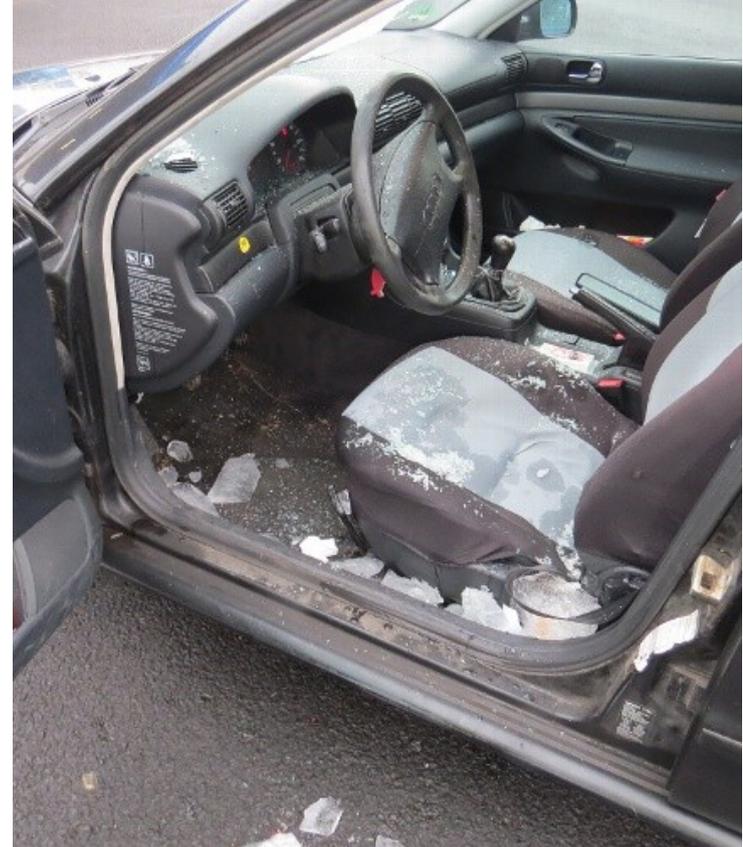
Vereisungsmechanismen:

- Vereisung tritt ein, wenn entweder unterkühlte Wassertropfen auf das Rotorblatt auftreffen oder die Oberflächentemperatur des Rotorblattes unterhalb des Reifpunktes liegt und Wasserdampf auf der Oberfläche sublimiert.
- Temperaturbereich $\sim 0^\circ$ bis -20°C
 - Klareis
 - Raueis
 - Reif(eis)
- Niederschlagsbedingte Vereisung
 - dominiert in niedrigen Höhen
- In-Cloud-Vereisung
 - dominiert in großen Höhen

DWD 2013: Studie zur räumlichen Verteilung der atmosphärischen Vereisung in Deutschland



Mögliche Schäden durch Eiswurf:



Quelle: Polizei Hessen, <https://www.presseportal.de/blaulicht/pm/44143/3532663>



Mögliche Schäden durch Eiswurf von WEA:

- Fotobeispiel:
 - Kassel - A 49 Januar 2017: Eine von einem Sattelzug herabstürzende Eisscholle durchschlägt die Windschutzscheibe
- Personenschäden durch Eiswurf/Eisfall von WEA sind bei knapp 29.000 WEA in Deutschland (Stand Ende 2017) bislang nicht bekannt.



Muster-Verwaltungsvorschrift

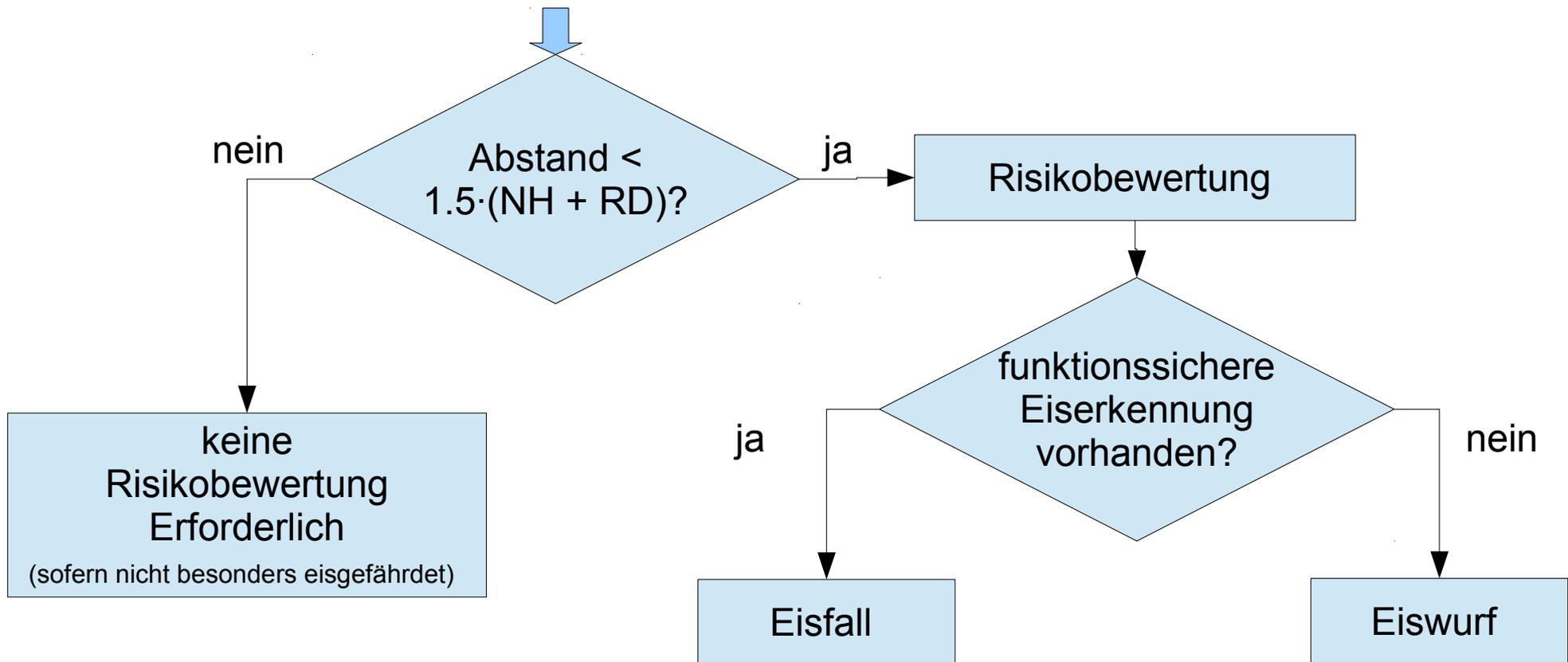
Technische Baubestimmungen - MVV TB

- Anlage A 1.2.8/6 zur „Richtlinie für Windenergieanlagen“
 - **Punkt 2:** Abstände zu Verkehrswegen und Gebäuden sind unbeschadet der Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen wegen der Gefahr des Eisabwurfs einzuhalten, soweit eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit nicht auszuschließen ist. Abstände, gemessen von der Turmachse, größer als **1.5·(NH + RD)** gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. In anderen Fällen ist die Stellungnahme eines Sachverständigen erforderlich.
 - **Punkt 3** Ergänzende Unterlagen zu den im Abschnitt 3, Buchstaben A bis L der Richtlinie aufgeführten bautechnischen Unterlagen:
 - **Punkt 3.2:** die gutachterliche Stellungnahme eines Sachverständigen zur Funktionssicherheit von Einrichtungen, durch die der Betrieb der Windenergieanlage bei Eisansatz sicher ausgeschlossen werden kann oder durch die ein Eisansatz verhindert werden kann (z.B. Rotorblattheizung), soweit erforderliche Abstände wegen der Gefahr des Eisabwurfes nicht eingehalten werden



Eiswurf ↔ Eisfall

- **Eiswurf:** Ablösung von Eisstücken während des Betriebes
- **Eisfall:** Ablösung von der trudelnden / stillstehenden WEA



Übersicht Eiserkennung:

- Systeme ohne Zertifizierung:
 - Leistungskurvenverfahren: Abweichung von der Soll-Kennlinie aufgrund verschlechterter Aerodynamik
 - Anemometer-Messung: Differenz zwischen Schalensternanemometer- und Ultraschallanemometer-Messung aufgrund vereister Anemometerschalen
 - Schwingungsüberwachung der WEA: Vibrationen infolge ungleichmäßigen Eisansatzes
- Systeme mit Zertifizierung:
 - IDD.Blade der Firma Wölfel: Detektion veränderter bauteilcharakteristischer Kennwerte wie der Eigenfrequenz des Rotorblattes
 - BID (VID) BLADEcontrol der Firma Rexroth Bosch Group: Messung von zwei Eigenfrequenzen an den Blättern. Das System erkennt Eis auch im Trudelbetrieb, so dass die Anlage nach dem Abtauen selbstständig wieder in Betrieb genommen wird, soweit dies behördlich erlaubt ist.
 - Labkotec der Firma Labkotec Oy: Detektion mit einem Ultraschallverfahren



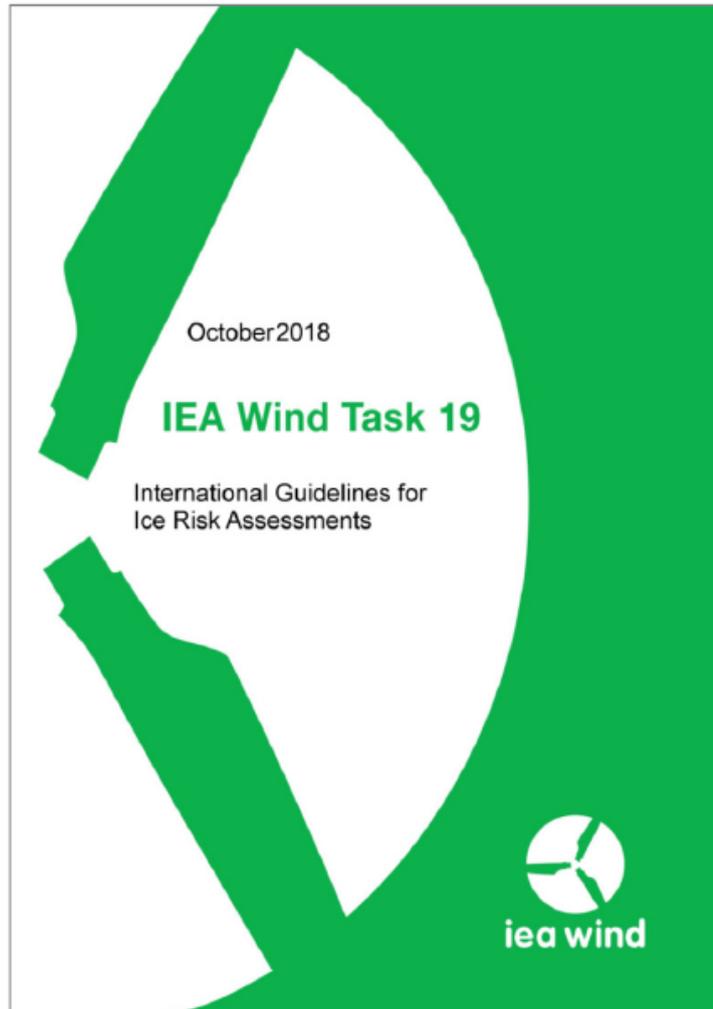
Bewertung des Risikos: Methodik

Arbeitsschritte:

1. Bestimmung der Anzahl der Vereisungsereignisse
2. Definition und Anzahl sich lösender Eisstücke
3. Berechnung der Flugbahnen
4. Ermittlung der Schadenshäufigkeiten und -höhen
5. Bewertung des Risikos



IEA Wind Task 19:



<https://community.ieawind.org/task19/icethrow>

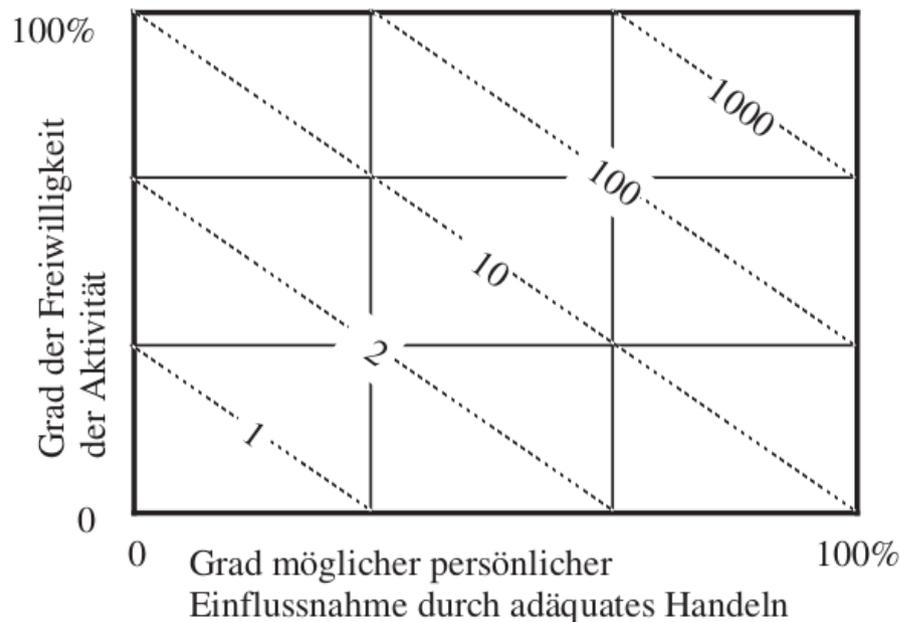
International Guidelines for the Elaboration of Ice-fall / Ice-throw Risk Assessments

- 8 internationale Partner:
 - 4 Gutachterbüros
 - 2 Zertifizierungsstellen
 - 1 Windparkbetreiber
 - 1 WEA Hersteller



Risikobewertung:

- ALARP / MEM / LIRA (as low as reasonably practicable / Minimal Endogenous Mortality / Localized individual risk)
- Personenrisiko (individuell)
 - MEM-Kriterium:
 - Minimale endogene Sterblichkeit. Erfasst das Sterberisiko durch technologische Faktoren → **10^{-5} Todesfälle pro Person und Jahr**
 - Akzeptiertes Todesfallrisiko pro 100 000 Personen und Jahr:



Quelle: Schneider, Schlatter, Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen; Teubner 1994.



Risikominimierung

- Quantitative Risikoreduzierung
 - Fixierung der Azimut-Position des Rotors nach Eisabschaltung
 - Kleinere WEA
 - Standortverschiebung der WEA
 - Verlegung des Schutzobjektes (z.B. des Verkehrsweges)
- Qualitative Maßnahmen
 - Warnzeichen (evtl. gekoppelt mit dem Eiserkennungssystem der WEA)
 - Schranken
 - Aufklärung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit
- Rotorblattheizung
 - System zur Reduzierung der Stillstandszeiten. Kein Sicherheitssystem. Betrachtung im Rahmen der Risikobewertung ist zurzeit nicht gesichert möglich.

