

Windkraftanlagen

Schulungsunterlagen für Feuerwehren

Dr.-Ing. Markus Bartram, PicoLAS GmbH

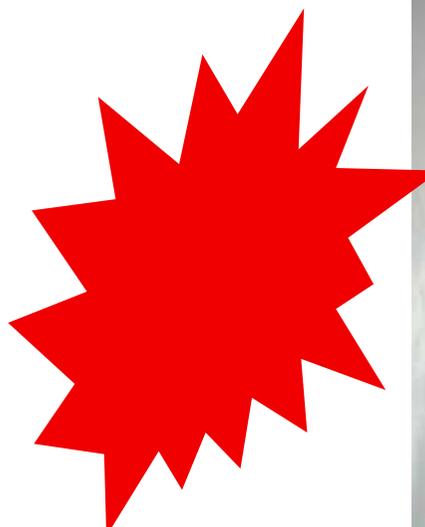


- Hintergrundinformationen
- Bau einer Windkraftanlage
- Gefahren durch Windkraftanlagen
- Planspiele
- Zusammenfassung

Windkraftanlagen der N-ERGIE

In Betrieb

- Außerhalb Bayerns:
Esperstedt-Obhausen
Hochstätten ?
- In Nordbayern:
Alfeld
Burgsalach
Denkendorf
Illschwang
Schauenstein
Stadelhofen-Titting



Hintergrundinformationen

Die Große Windkraftanlage „GROWIAN“

3 MW Versuchsanlage

2 Rotorblätter, leeseitig, 100 m Durchmesser,
23 Tonnen je Blatt

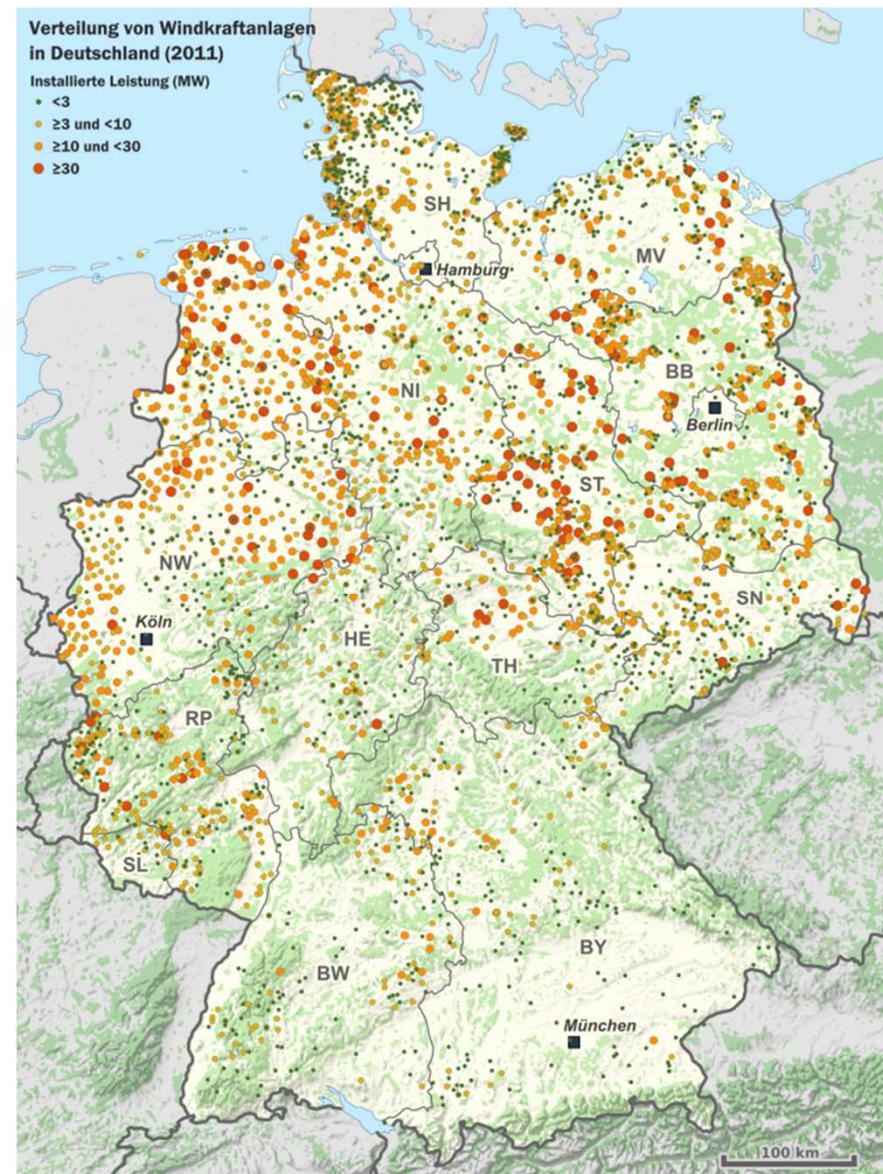
Maschinenhausmasse 375 Tonnen

Turm 100 Meter, 350 Tonnen

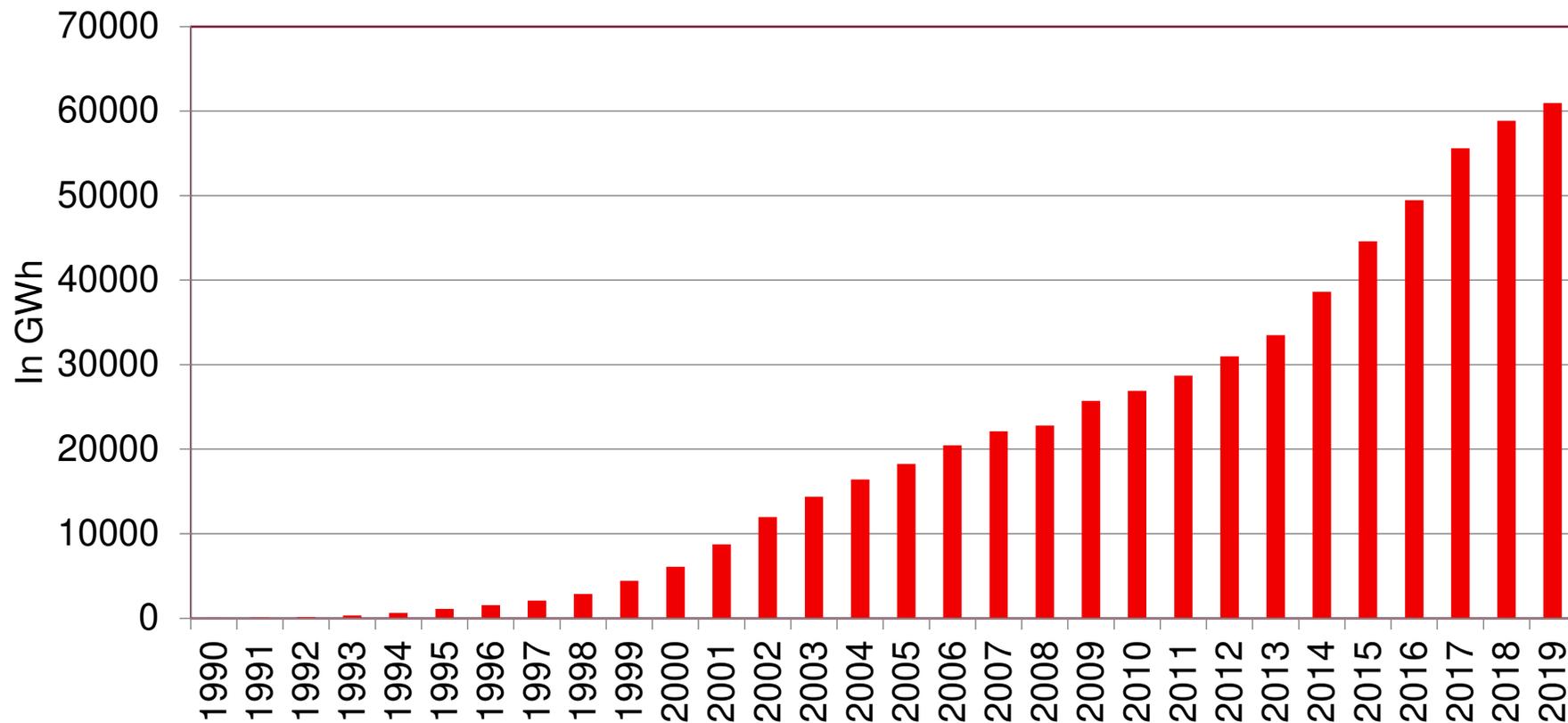
Projektbeginn 1976, Inbetriebnahme 1983,
Stilllegung 1987



Verteilung von Windkraftanlagen

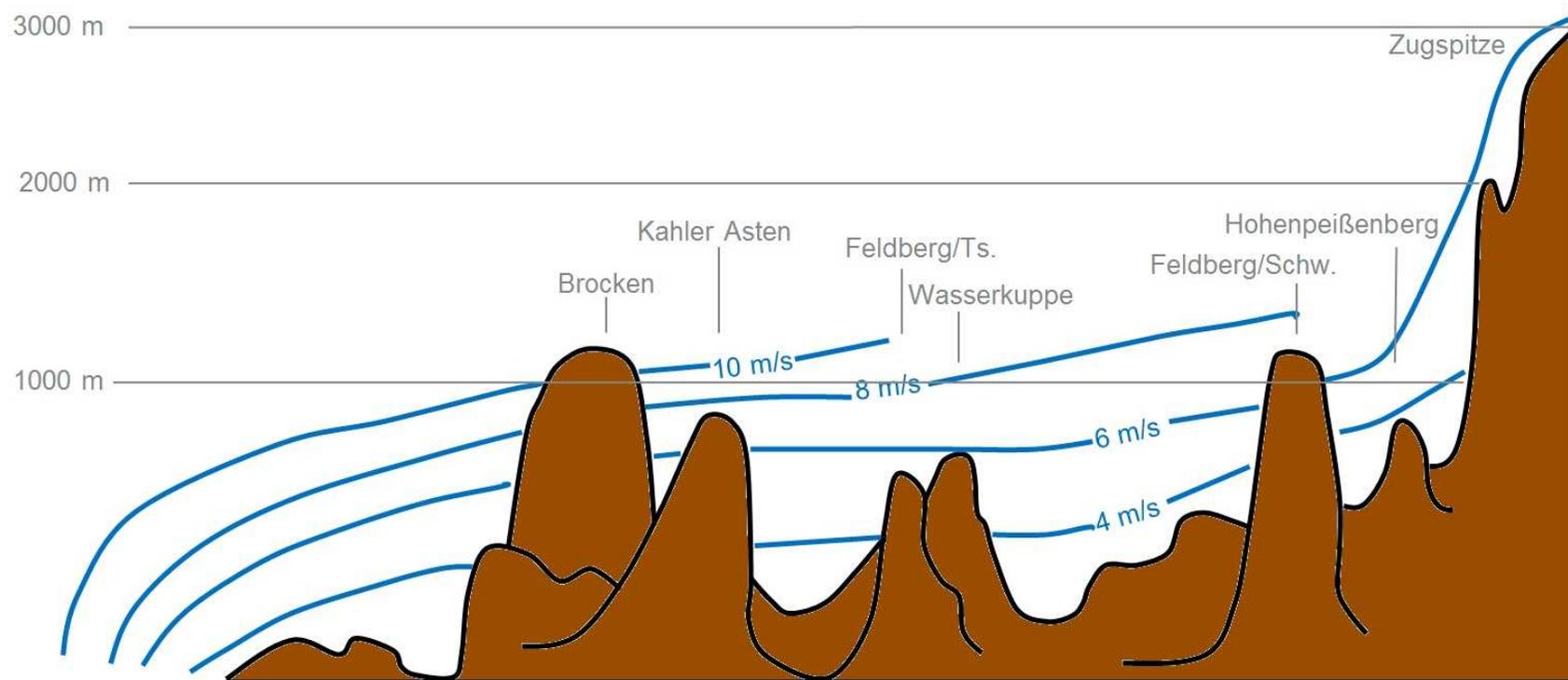


Strombereitstellung von Windkraftanlagen in Deutschland



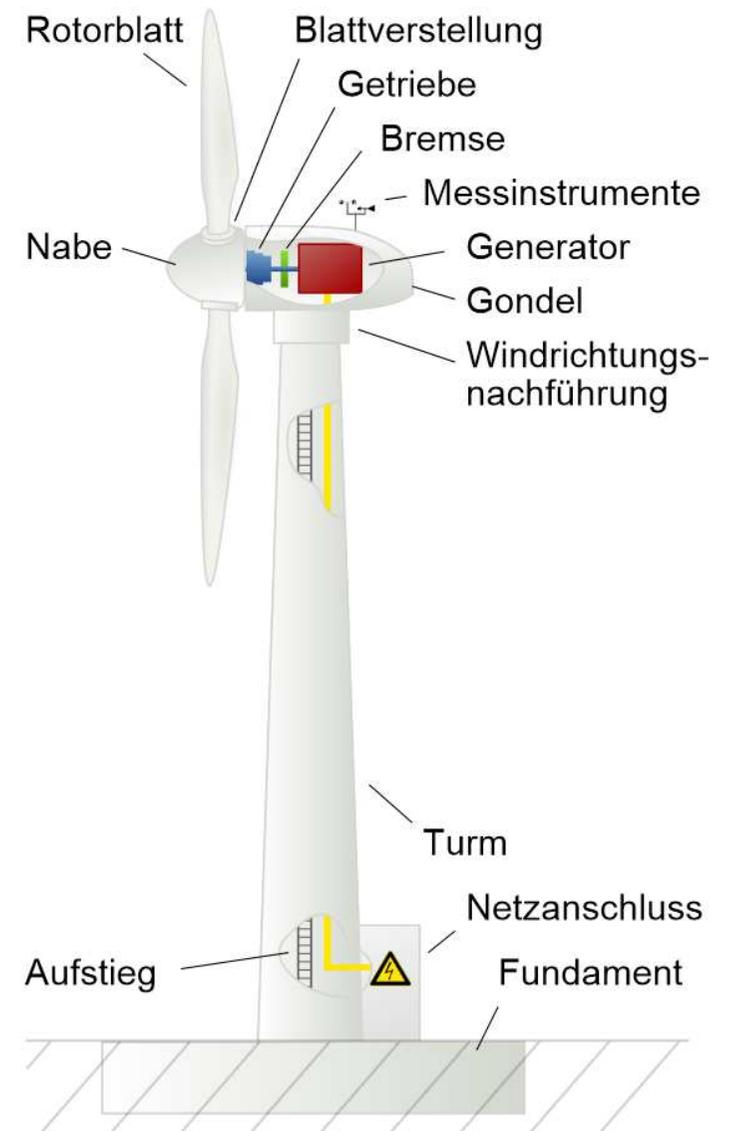
Nötige Masthöhen

Landeinwärts braucht man immer größere Höhen, um auf dieselbe Windstärke wie an der Küste zu kommen



Hintergrundinformationen

Schema einer Windkraftanlage



Windkraftanlagen der Megawatt-Klasse

Klassische Anlage (Vestas, Repower, ...)

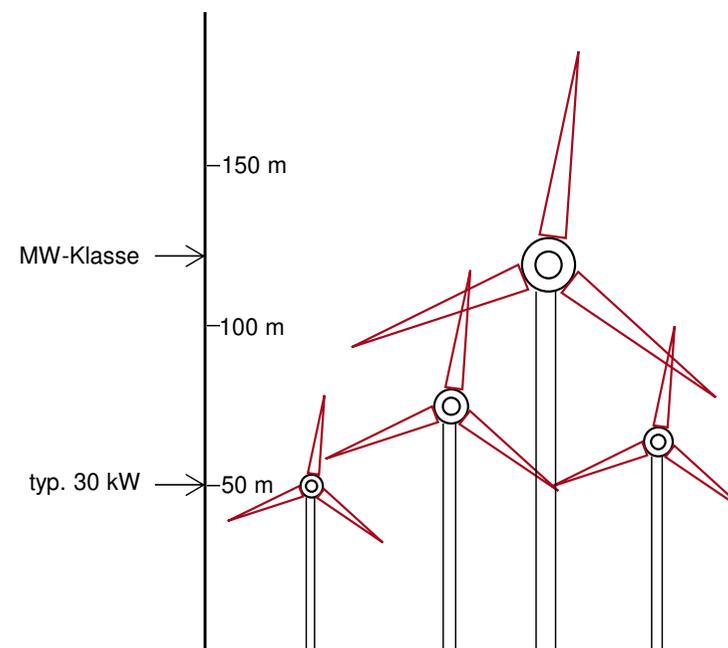
- Zweistufiges Getriebe
- Schnelllaufender Generator (1500 rpm)

Multibrid-Konzept (Alpha-Ventus)

- Einstufiges Getriebe
- Mittlere Generator Drehzahl

Anlage Typ „Enercon“

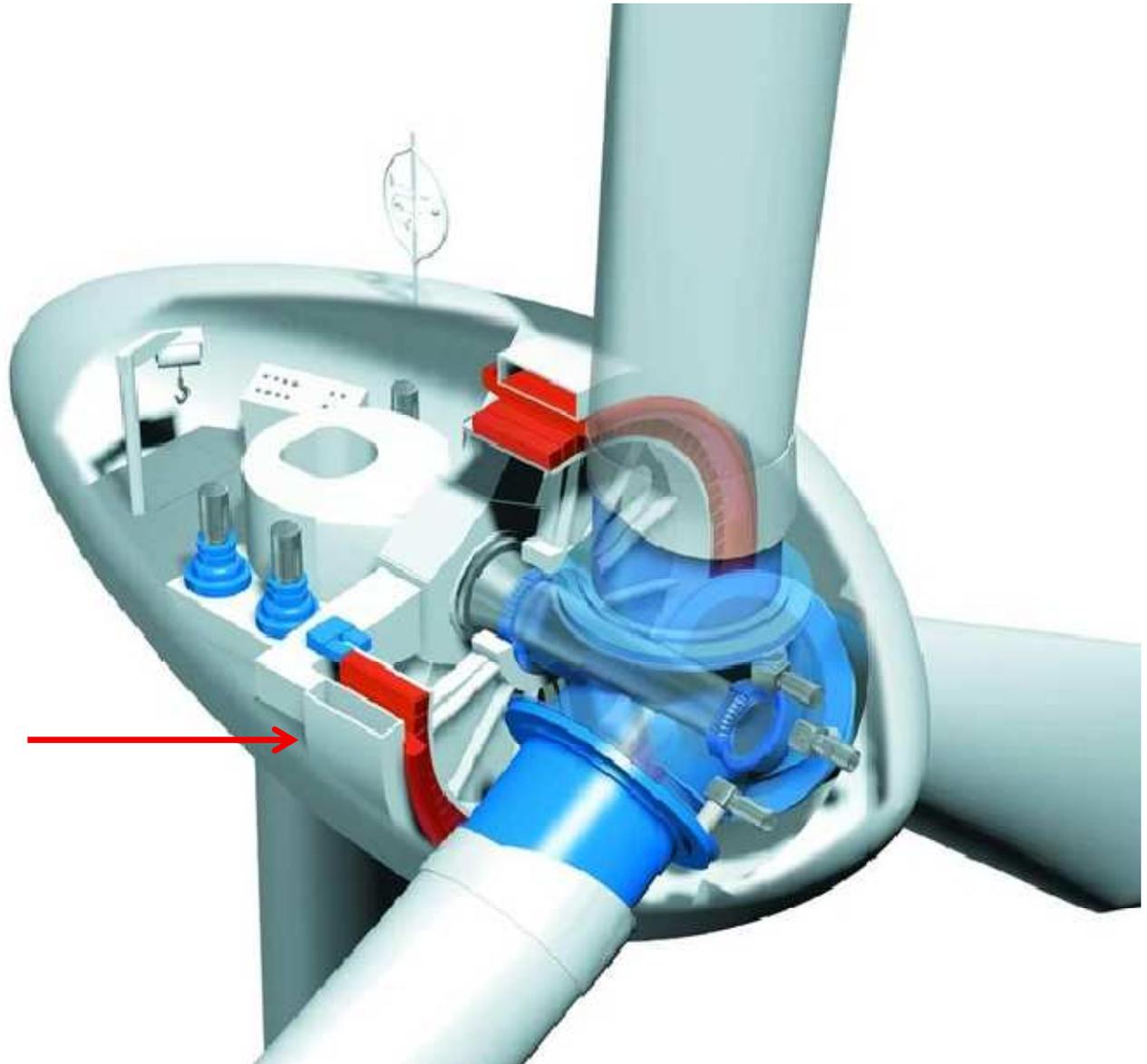
- Getriebelos
- Langsamlaufender Generator (7-18 rpm)



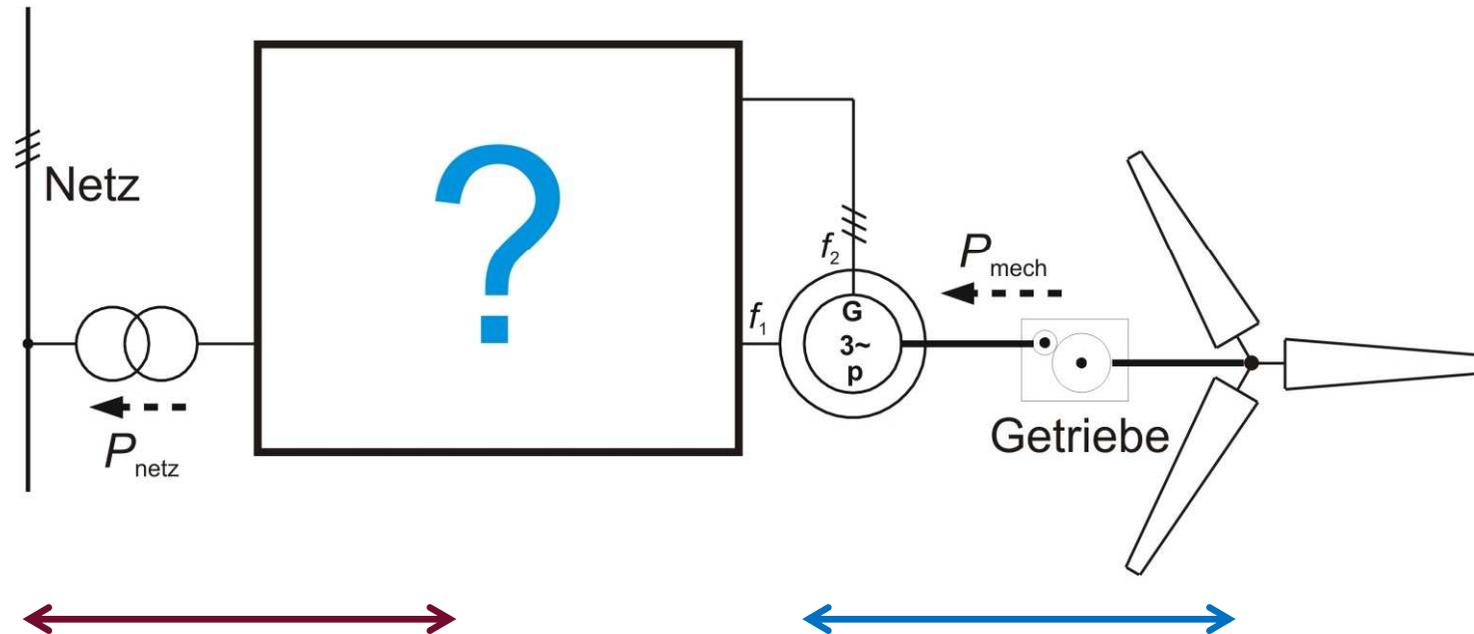
Hintergrundinformationen

Aufbau: Typ „Enercon“

Generator



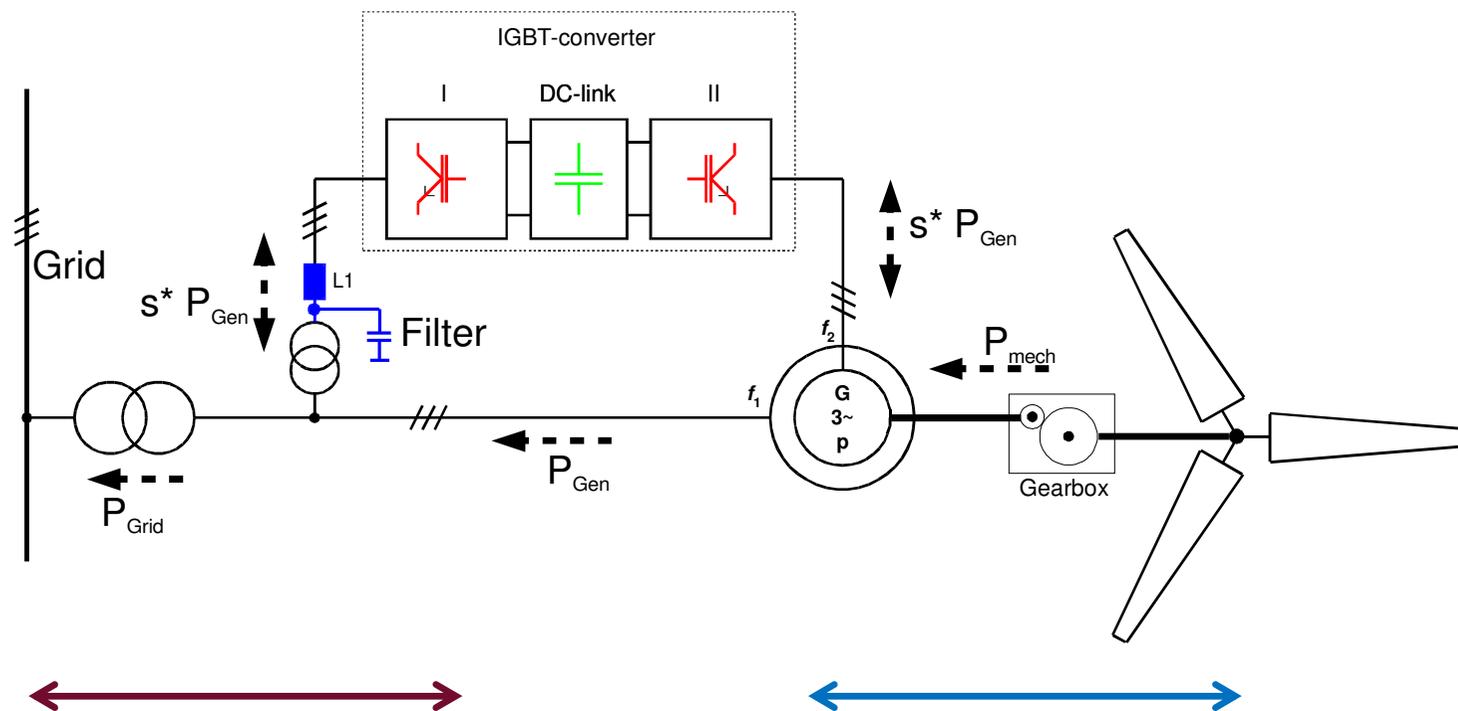
Leistungselektronik in WKA



Feste Frequenz
Definierte Phasenlage

Undefinierte Frequenz/Drehzahl
Nicht bestimmbar Phasenlage

Leistungselektronik in WKA



Feste Frequenz
Definierte Phasenlage

Undefinierte Frequenz/Drehzahl
Nicht bestimmbar Phasenlage

Hintergrundinformationen

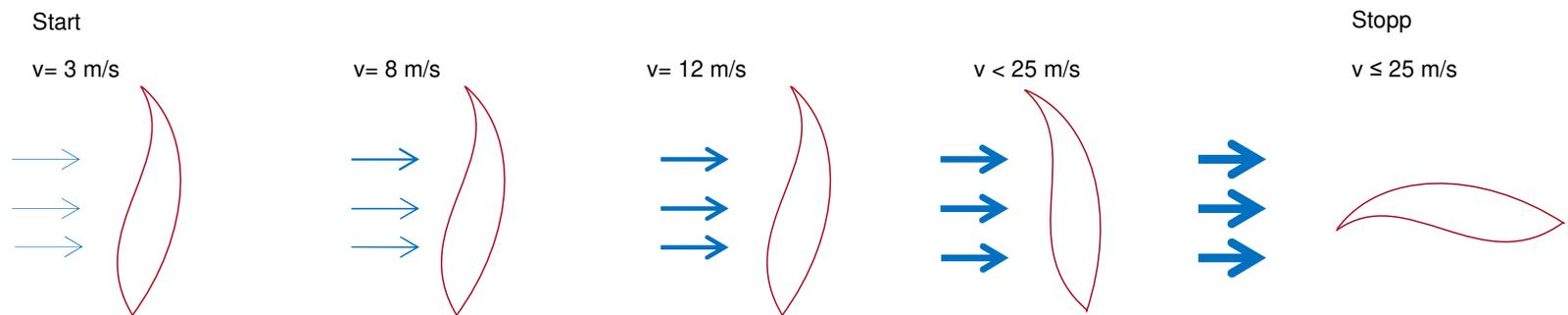
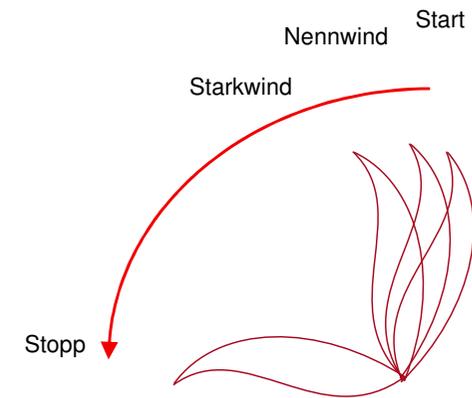
Regelung

Doppelte Windgeschwindigkeit = achtfache Energie

Pufferung in Drehzahl

Pitchverstellung

Zum Stillsetzen ist Hydraulikenergie nötig



Daten Windkraftanlagen in der Megawatt-Klasse

- Nabhöhe: 30 m (Küste) ... 60 m ... 120 m
- Durchmesser Rotor: 40 m ... typ. 100 ... 120 m
- Überstrichene Fläche: 5.000 → 10.000 m²
- Rotordrehzahl: 7,5 bis 19 rpm entspr. typ. 1/3 Hz
- Blattspitzengeschwindigkeit: bis 90 m/s entspr. 324 km/h
- Gewicht Rotor: 50 - 100 t
- Gewicht Gondel: 100 - 440 t
- Größe Gondel: typ. 10 x 3 x 3 m (L, B, H)

Kritische Faktoren von Megawatt-Windkraftanlagen

- Netzanschluss (typ. 690 V)
- El. Energiespeicher, Kurzschlussströme über 1 MA möglich
- Getriebeöl (typ. einige hundert Liter)
- Generator-Kühlöl (typ. einige hundert Liter)
- Druckspeicher für die Nothydraulik
- Hydrauliköl (einige hundert Liter)
- Freie rotierende Anlagenteile und Zahnräder, offene Bremse
- Absturzgefahr

Bau einer Windkraftanlage

Fundamentpfeiler einrammen / Erdreich entfernen



Bau einer Windkraftanlage

Fußsegment setzen



Bau einer Windkraftanlage

Kabel verlegen



Bau einer Windkraftanlage

Fundament gießen / ausschalen



Bau einer Windkraftanlage

Endmontage

Nabenhöhe in unserer Region:
i.d.R. > 100 m



Bau einer Windkraftanlage

Die Gondel

Gewicht Gondel:
100 - 440 t

Größe Gondel:
z.B. 10 x 3 x 3 m



Bau einer Windkraftanlage

Die Propeller

Gewicht Rotor:
50 - 100 t



Bau einer Windkraftanlage

Windkraftanlage von innen



Bau einer Windkraftanlage

Der Maschinenraum



Bau einer Windkraftanlage

Panoramablick



Bau einer Windkraftanlage

Durchbiegung der Blattspitzen bei Nennwind



Arten von Gefahren

- Lokale Stromausfälle
- Feuer
- Elektrischer Strom
- Herabstürzende Teile
- Eiswurf
- Druck- / Energiespeicher
- Umstürzen/Kollabieren

Hilfen der Hersteller (Handbuch NEG Micon)

„Eine Windkraftanlage enthält rotierende mechanische Teile, die u. U. gefährliche Situationen bewirken können.“

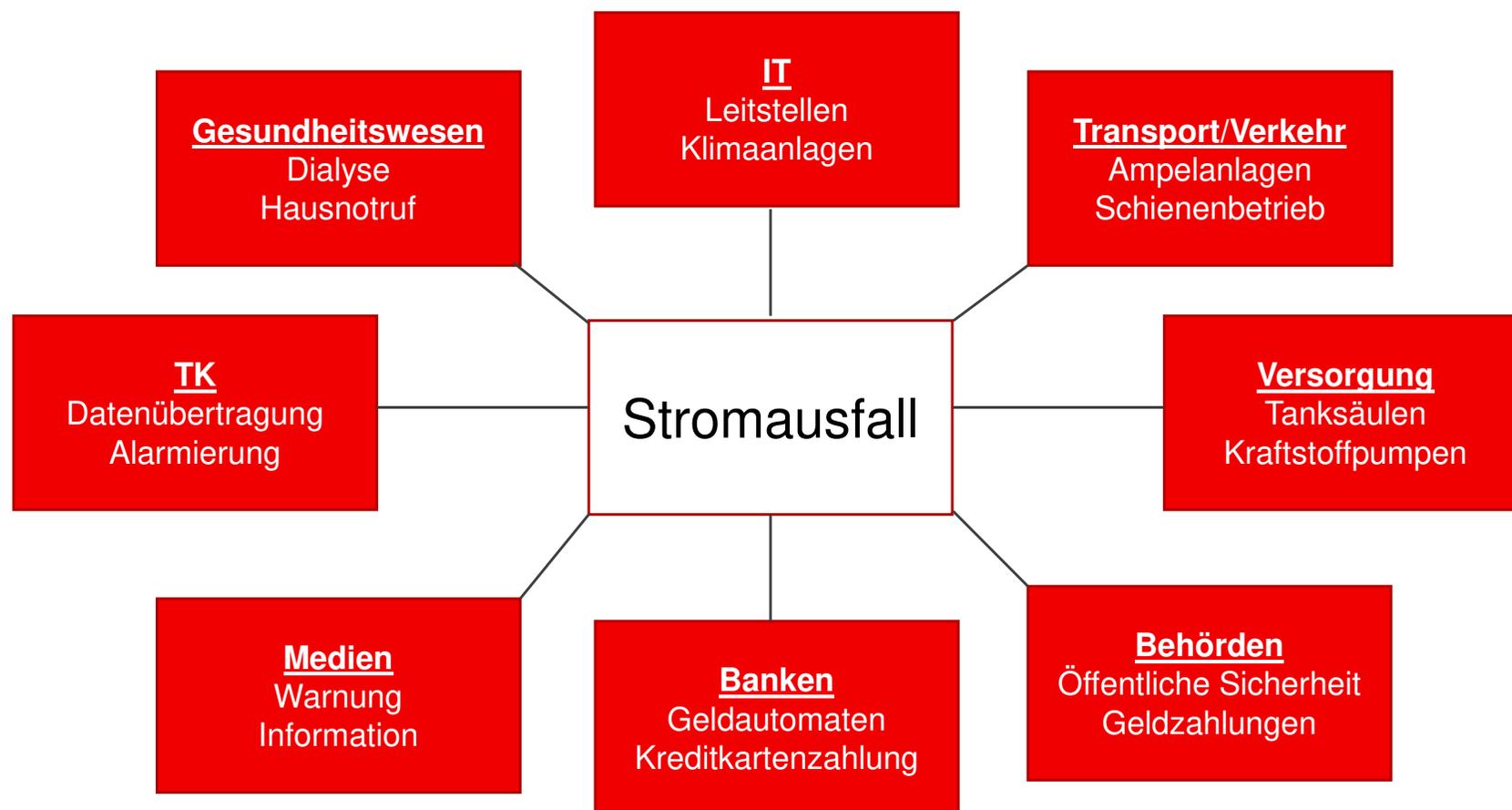
„Stehen Sie nicht unterhalb der Rotorblätter oder in der Nähe der WEA, wenn die Rotorblätter vereist sind.“

„Sollte es trotzdem zu einem Durchgehen des Rotors kommen, so ist die WEA umgehend zu evakuieren und eine Absperrung im Umkreis herzustellen. Innerhalb von 500 m von einer außer Kontrolle geratenen Windenergieanlage darf sich niemand aufhalten! Versuchen Sie nicht die WEA zu stoppen. Die WEA kann ersetzt werden, ein Menschenleben nicht!“

Hilfen der Hersteller (Handbuch NEG Micon)

„Im Falle eines Feuers in der Gondel oder im Stationsleitsystem ist die WEA umgehend zu evakuieren und die Spannungsversorgung so schnell wie möglich am Überstromschutzschalter in der WEA oder an der Trafostation zu unterbrechen. Wenn möglich das Feuer mit dem Pulverlöscher löschen (Option). Der Standortbetriebsleiter muss unverzüglich informiert werden, damit er die erforderlichen Schritte in Bezug auf das EVU-Netz unternehmen kann.“

Lokale Stromausfälle: Bedeutung der Stromversorgung



Einsatzvorbereitung: Informationen

Im Internet sind unter www.wea-nis.de zirka 50 % der deutschen Windkraftanlagen gelistet

Durch die Eingabe des Kennzeichen einer Windkraftanlage erhält man z. B. Informationen über deren Standort, Zufahrt, Nabenhöhe und Typ



WEA-NIS Europa Version 2.3
**NOTFALL -
INFORMATIONSSYSTEM**

FGW 

Öffentliche Auskunft für Windenergieanlagen (WEA)

Geben Sie das Kennzeichen der WEA wie folgt ein:
In das erste Feld den oder die Kennbuchstaben. In das zweite Feld die nachfolgende Ziffernkombination.

-

Interessantes über das WEA-NIS

- Das [WEA-NIS](#) Lesen Sie, was der Name WEA-NIS bedeutet
- Die [Förderer](#) Erfahren Sie mehr über die Förderer/Sponsoren des WEA-NIS
- Die [Rettungsleitstellen](#) Hier finden Sie die aktuelle Liste von Rettungsleitstellen mit Zugriff auf das Windenergie-Notfall-Informationssystem
- [WEA-NIS Gebührenordnung](#) Information zu den Gebühren für Einpflege und Änderungsarbeiten in WEA-NIS. (PDF-Download)

Störursache Nr. 1: Blitzschlag

„Kalter Schlag“ in Blitzableiter

- Blätterspitzen können durch Hitze aufplatzen

„Heißer Schlag“ in Rotorblätter oder Gondel

- Glasfaserepoxy oder Öle fangen Feuer



©Frederic Ch.Reuter, 65558 Eppenrod / [pixelio](#)

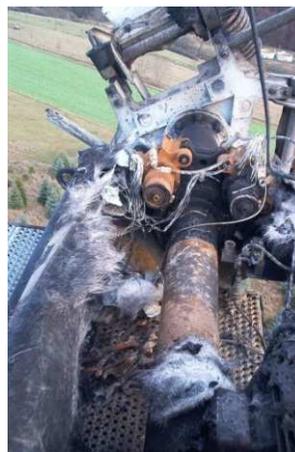
Störursache: Überhitzen

Getriebeschaden (Überhitzung und Brand durch Getriebeöl)

Generatorschaden (Überhitzung und Brand durch Generatoröl)

Technische Defekte in Leistungs- oder Steuerelektronik (Kabelbrände)

Technische Defekte in Bremse (Bremse alleine kann Anlage nicht stillsetzen)

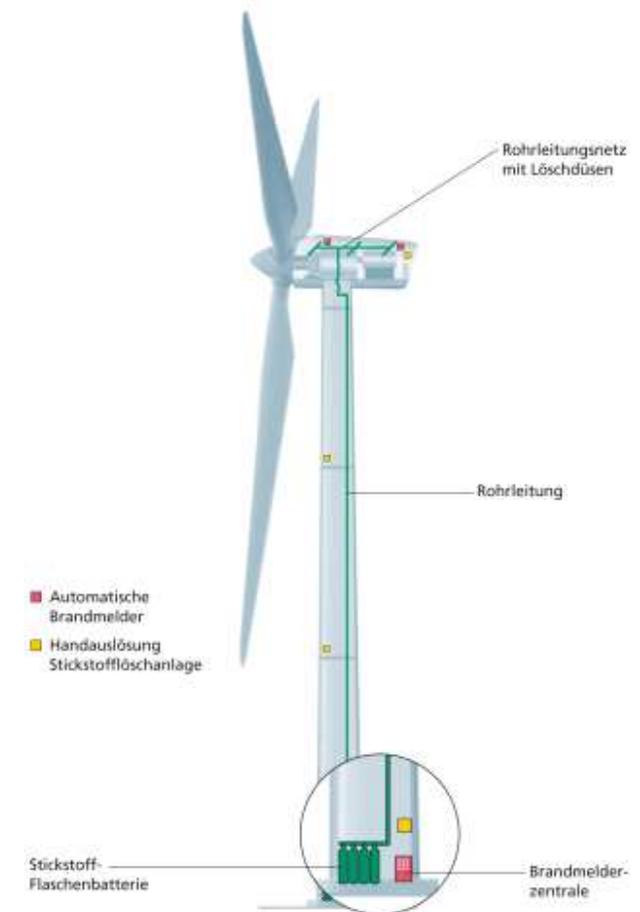
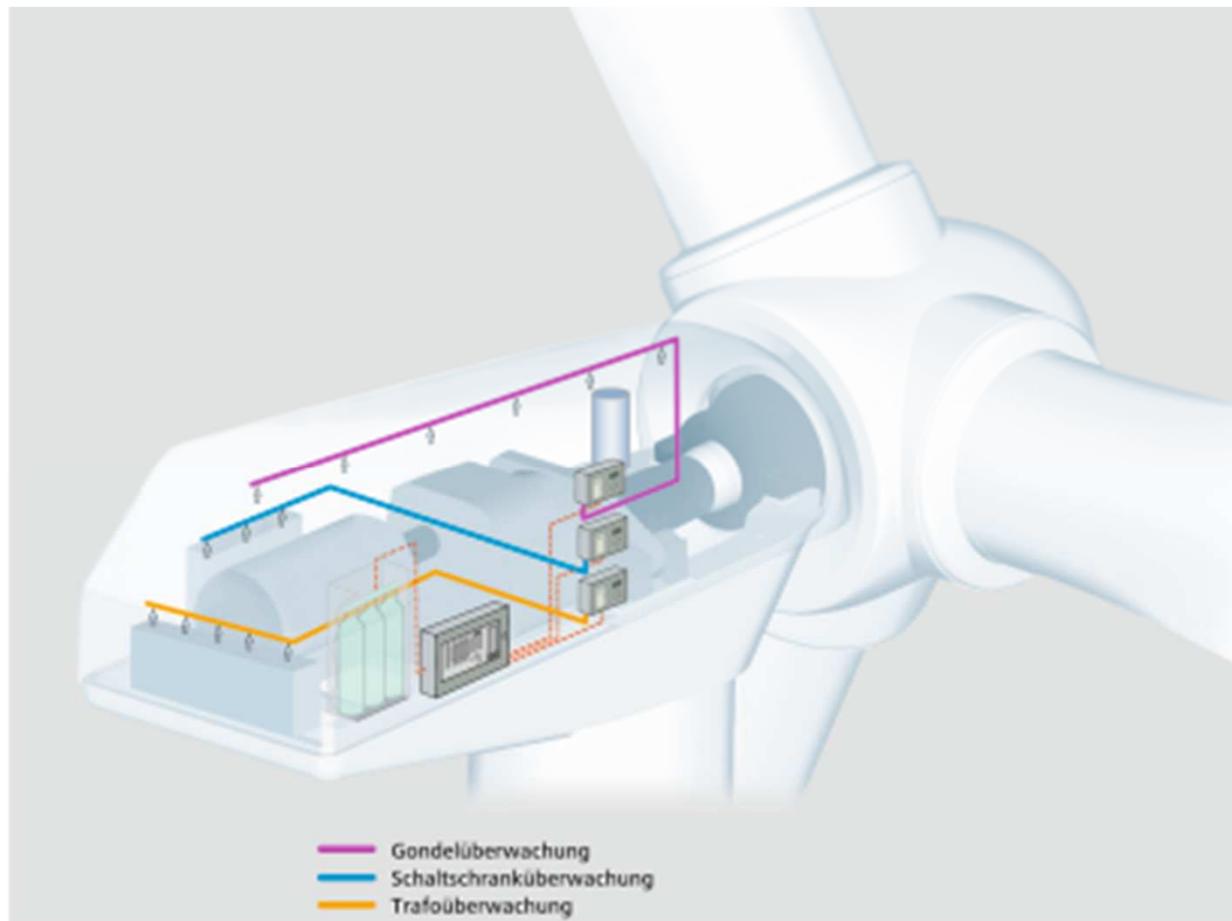


Feuer: Beispiel

Die Feuerwehr Walsrode sperrte 2012 bei dem Brand eines Windrads in Groß Eilstorf das Gebiet weiträumig ab



Feuer: Brandschutzsystem der Minimax Viking GmbH



Herabstürzende Teile: Reichweite von Wurfstücken > 300 m

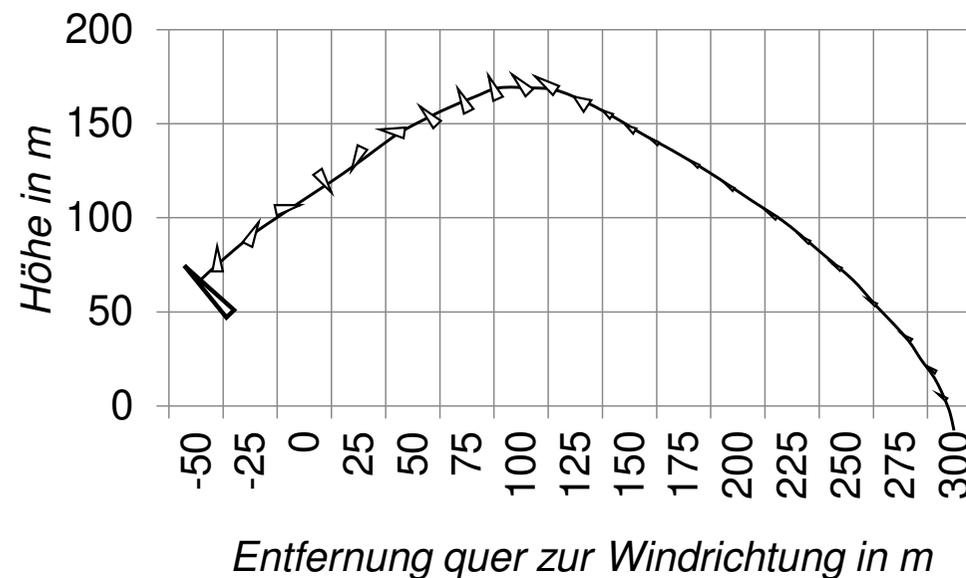
Anlage 60 m hoch, 60 m Rotordurchmesser

Blattgewicht 8 t

Anfangsgeschwindigkeit 100 m/s = 50% Überdrehzahl

Wurfweite 424 m diagonal

Wurfhöhe 170 m



Eiswurf



Umstürzen/Kollabieren

Mehrfachfehler aus:

- Sensorikfehler (Eisansatz, ...)
- Netzausfall
- Störung der Nothydraulik
- Blitzschlag
- Brand
- Wartungsfehler
- Eisansatz am Rotor
- Lagerschaden

Folgen

- Rotor dreht mit Überdrehzahl, bis Teile abreißen
- Durch Unwucht sofortiger Kollaps

Umstürzen/Kollabieren: Beispiel

Ein Fehler an der Steuerung der Rotoren hat 2011 zu dem Umsturz eines Windrads in Kirtorf im Vogelsbergkreis geführt



Nr. 1: Gleitschirmflieger hängt in Nabennähe im Rotorblatt fest

Maßnahmen:

- Anlage stillsetzen?
- Erstversorgung?
- Wie Bergung durchführen?
- Höhenrettungsgruppe?
- Hängetrauma?

Zeitfenster max. 25 Minuten



Nr. 2: Brand in der Windkraftanlage Vestas V80

Situation:

- Es sind keine Menschenleben unmittelbar in Gefahr
- Autobahn in 100 Meter Entfernung
- Windstärke 6 in Richtung Autobahn

Maßnahmen:

- Autobahn muss gesperrt werden
- Weiträumig absperren
- Faustformel: Blattspitzenhöhe = Sicherheitszone, Typ: 120 m, in Abwindrichtung und tangential zum Rotor das 5-fache

Nr. 3: Brand Windkraftanlage durch Kurzschluss

Situation:

- Eine schwerverletzte Person in der Gondel
- Anrufender ist der 2. Techniker unten am Fuß der Anlage
- Anlage ist durch 2. Techniker unten am Fuß der Anlage gut bekannt

Maßnahmen:

- Erstversorgung?
- Eigensicherung?

Nr. 4: Leichtverletzte Person in Gondel

Situation:

- Person hat sich möglicherweise den Arm gebrochen
- Anrufender ist der 2. Techniker unten am Fuß der Anlage
- Anlage ist durch 2. Techniker gut bekannt und stillgelegt

Maßnahmen:

- Wie wird die Bergung durchgeführt: Außen über Hilfskran?

Zusammenfassung

Genauere Bezeichnung der Anlage erkunden (besonders in Windparks wichtig)

Das Stilllegen einer Windkraftanlage erfordert Energie

Windkraftanlage im Zweifelsfall abbrennen lassen

Sicherheitsbereiche einhalten

Einsatzzeiten für das Besteigen der Anlage berücksichtigen

Lokale Kontakte von Windkraftanlagen-Betreibern und Energieversorgern

beschaffen, Stromausfallsicher aufbewahren

Zentrale Störungsannahme

N-ERGIE

24-Stunden-Service der N-ERGIE Netz GmbH

- Strom: 0800 234-2500
- Erdgas: 0800 234-3600
- Fernwärme: 0800 234-4500



- Servicetelefon: 0800 271-5000
(kostenlos innerhalb von Deutschland)



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.**

Kontakt für Feuerwehren

feuerwehren@n-ergie.de

[Mehr Informationen](#)

Folie 4: Uli Harder, Wikimedia Commons, lizenziert unter:
CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0-de, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

Folie 5: Alexrk2, Wikimedia Commons, lizenziert unter: CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0,
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

Folie 6: Eigene Darstellung nach www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente_PDFs/_hgp_d_ppt_2012_fin_bf.ppt

Folie 7: Eigene Darstellung nach <http://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB109-1.htm>

Folie 8: Arne Nordmann (norro), Wikimedia Commons, lizenziert unter: GFDL
<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>, CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0,
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

Folie 10: Enercon GmbH, enercon.de

Folie 30: Eigene Darstellung nach Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, http://www.bbk.bund.de/DE/Home/home_node.html

Folie 32: www.pixelio.de

Folie 33: Leo Emondts, 54578 Kerpen

Folie 34: FFW Walsrode, <http://www.feuerwehr-walsrode.org/base.php?site=einsatz&einsatzid=616>

Folie 35: Minimax Viking GmbH, <http://www.minimax.de/de/branchen/windanlagen/>

Folie 36: Eigene Darstellung nach Erich Hau: Windkraftanlagen. Springer, Berlin 2008

Folie 37: DB0HIR, <http://www.db0hir.de/news.html>

Folie 39: Evangelische Pfadfinder Vogelsberg, <http://www.evangelische-pfadfinder.de/notizen/fotos-vom-windradbruch/>

Folie 40: Berufsfeuerwehr Nürnberg, <http://www.nuernberg.de/internet/feuerwehr/>

N-ERGIE: Der kleine Einsatzhelfer. Ausgabe 2, 10/2013

Deutscher Feuerwehr Verband: Einsatzstrategien an Windenergieanlagen,
[http://www.dfv.org/fileadmin/dfv/Dateien/Fachthemen/FB Einsatz Loeschmittel und Umweltschutz/DFV-Fachempfehlung Einsatz Windenergieanlagen.pdf](http://www.dfv.org/fileadmin/dfv/Dateien/Fachthemen/FB_Einsatz_Loeschmittel_und_Umweltschutz/DFV-Fachempfehlung_Einsatz_Windenergieanlagen.pdf)

Landesschule und Technische Einrichtung für Brand- und Katastrophenschutz Brandenburg: Brandschutz an Windenergieanlagen, http://www.region-lausitz-spreewald.de/visioncontent/mediendatenbank/2013_04_16_Iste.pdf

Deutsche Versicherungswirtschaft e. V.: Windenergieanlagen,
http://vds.de/fileadmin/vds_publicationen/vds_3523_web.pdf

Der Anwender dieser Schulungsunterlagen muss die Anwendbarkeit und die Aktualität in eigener Verantwortung prüfen. Die N-ERGIE übernimmt keine Haftung.