

## Weiterbetrieb

### Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Bewertung & Prüfung zum Weiterbetrieb nach 20 Jahren

Torsten Ebbecke

09. November 2023



# Weiterbetrieb

## Agenda

- Vorstellung HD-Technic GmbH
- Hintergrund und rechtlicher / normativer Rahmen
- Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre
- Anregungen und Ideen für die Zeit > 20 Jahre
- Fazit

# Weiterbetrieb

## Agenda

- **Vorstellung HD-Technic GmbH**
- Hintergrund und rechtlicher / normativer Rahmen
- Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre
- Anregungen und Ideen für die Zeit > 20 Jahre
- Fazit

# DAS UNTERNEHMEN

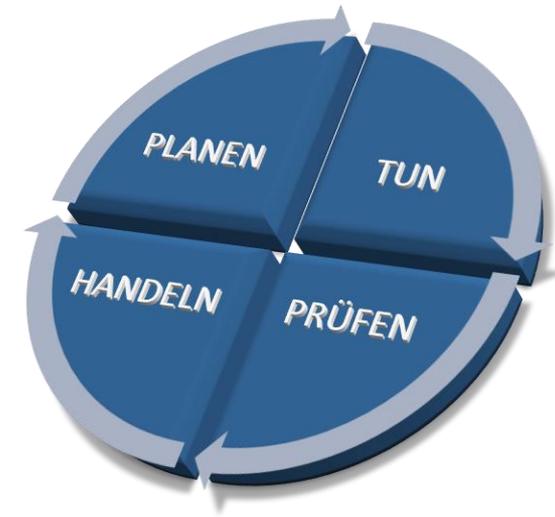
Kompetent und aktiv seit über 30 Jahren!

- 1992 gegründet als Ingenieurbüro von Hugo Dierkes in Ibbenbüren
- Erstellung von Maschinengutachten (Typgenehmigungsverfahren) / Prototypenbewertung namhafter nationaler und internationaler Hersteller
- 1. Sachverständige für Windenergie in Deutschland, ab 1995 auch als ö.b.v
- Durchführung aller wesentlichen Prüfungen und Gutachten
- Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb von WEA seit 2015
- Eröffnung der Büros in Hamburg (2016) und Braunschweig (2018)

# UNSERE LEISTUNGEN

für Ihren Erfolg!

- Prüfungen / Abnahmen / Gutachten
- Weiterbetrieb nach 20 Jahren
- Schadensbewertungen / -regulierungen
- Projektentwicklung und Repowering
- Projektbewertungen / -strukturierung / Due Diligence (DD)
- Projekt- und Risikomanagement
- Qualitätsmanagement, -sicherung und -überwachung sowie Bau- und Fertigungsüberwachung, Genehmigungsentwicklung
- Prototypenbewertung und technische Beratung
- Rückbau und Verwertung von Altanlagen



# Weiterbetrieb

## Agenda

- Vorstellung HD-Technic GmbH
- **Hintergrund und rechtlicher / normativer Rahmen**
- Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre
- Anregungen und Ideen für die Zeit > 20 Jahre
- Fazit

# Hintergrund & rechtlicher / normativer Rahmen

- Hintergrund:
  - › WEA sind i.d.R. auf eine theoretische Lebensdauer von 20 Jahren ausgelegt
  - › Diese Entwurfslebensdauer ist in der Typenprüfung beschrieben
  - › Baurechtliche Genehmigung i.d.R. unbefristet
  - › Kein Standsicherheitsnachweis für Betrieb über 20 Jahre im Rahmen der Typenprüfung
  
- Rechtlicher und normativer Rahmen
  - › Landesbauordnungen (WEA sind lt. Baurecht sog. Sonderbauten)
  - › DIBt – Richtlinie für Windenergieanlagen

# Normativer Rahmen / Grundlage

## DIBt-Richtlinie

Mitteilung des DIBt  
Technische Regel  
Referat I 8  
Bau technisches Prüfamt  
Grundlagen der Standsicherheit

### Richtlinie für Windenergieanlagen

#### Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung

Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

DIBt  
Königsplatz 31 B  
D-10249 Berlin  
www.dibt.de

### 17 Weiterbetrieb von Windenergieanlagen

#### 17.1 Anwendung der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen"<sup>12</sup> – Beurteilung von Turm und Gründung

Mit der „Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen“ besteht die Möglichkeit einer Bewertung von Windenergieanlagen hinsichtlich ihres Weiterbetriebs nach Ablauf der Entwurfslebensdauer, die im Rahmen dieser Richtlinie i. d. R. mit 20 Jahren angenommen wird.

Die in der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen" festgelegten Prüfmethode ermöglichen die Beurteilung für den Weiterbetrieb der Windenergieanlage gemäß dem aktuellen Stand der Technik. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Sicherheit bezüglich der Aussage zur Standsicherheit von Umfang und Auswahl der Prüfmethode und der mit der Probenahme, Durchführung und Bewertung beauftragten Sachverständigen abhängt.

Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensnachweise, die analytische und die praktische Methode.

Die analytische Methode ist eine Prüfung durch Neuberechnung der Windenergieanlage unter Berücksichtigung der standortspezifischen Anlage und deren lokalen Randbedingungen.

Die praktische Methode ist eine Prüfung durch Inspektion der Windenergieanlage, dies beinhaltet sowohl die visuelle Inspektion als auch zerstörungsfreie Prüfmethode und, falls erforderlich, auch eine Probenahme aus dem Tragwerk.

Abweichend von der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen" gilt:

<sup>12</sup> Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH: Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen, in : IV Vorschriften und Richtlinien Industriedienste, 1 Windenergie, Ausgabe 2009, Germanischer Lloyd, Hamburg

# Prüfung und Bewertung zum Weiterbetrieb

## Grundlagen der Bewertung

Deutsches  
Institut  
für  
Bautechnik

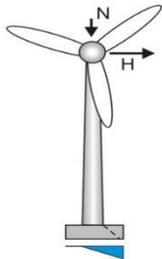
DIBt

### Richtlinie für Windenergieanlagen

Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise  
für Turm und Gründung

#### Status:

- bauaufsichtlich eingeführt seit 1993  
aktuell: VV TB Verwaltungsvorschrift  
Technische Baubestimmungen
- Fokus auf standsicherheitsrelevante Bauteile



Zukünftig:

DIN 18088 Tragstrukturen für WEA

Weiterbetrieb bisher nicht veröffentlicht

Verweis +  
Zusatzanforderungen aus

### Eurocodes

#### Status:

- bauaufsichtlich eingeführt
- Fokus auf das Bauwerk

#### Praxisempfehlungen für

- Interaktion Maschinenteknik und Tragwerk
- Analytische und praktische Untersuchungen
- Anforderung an Sachverständige
- Bauüberwachung und Bauwerksprüfungen



Bundesverband WindEnergie

#### BWE – Grundsätze:

- Wiederkehrende Prüfungen
- Weiterbetrieb von WEA
- Tragwerk – Turm und Fundament



Bau-Überwachungsverein e.V.

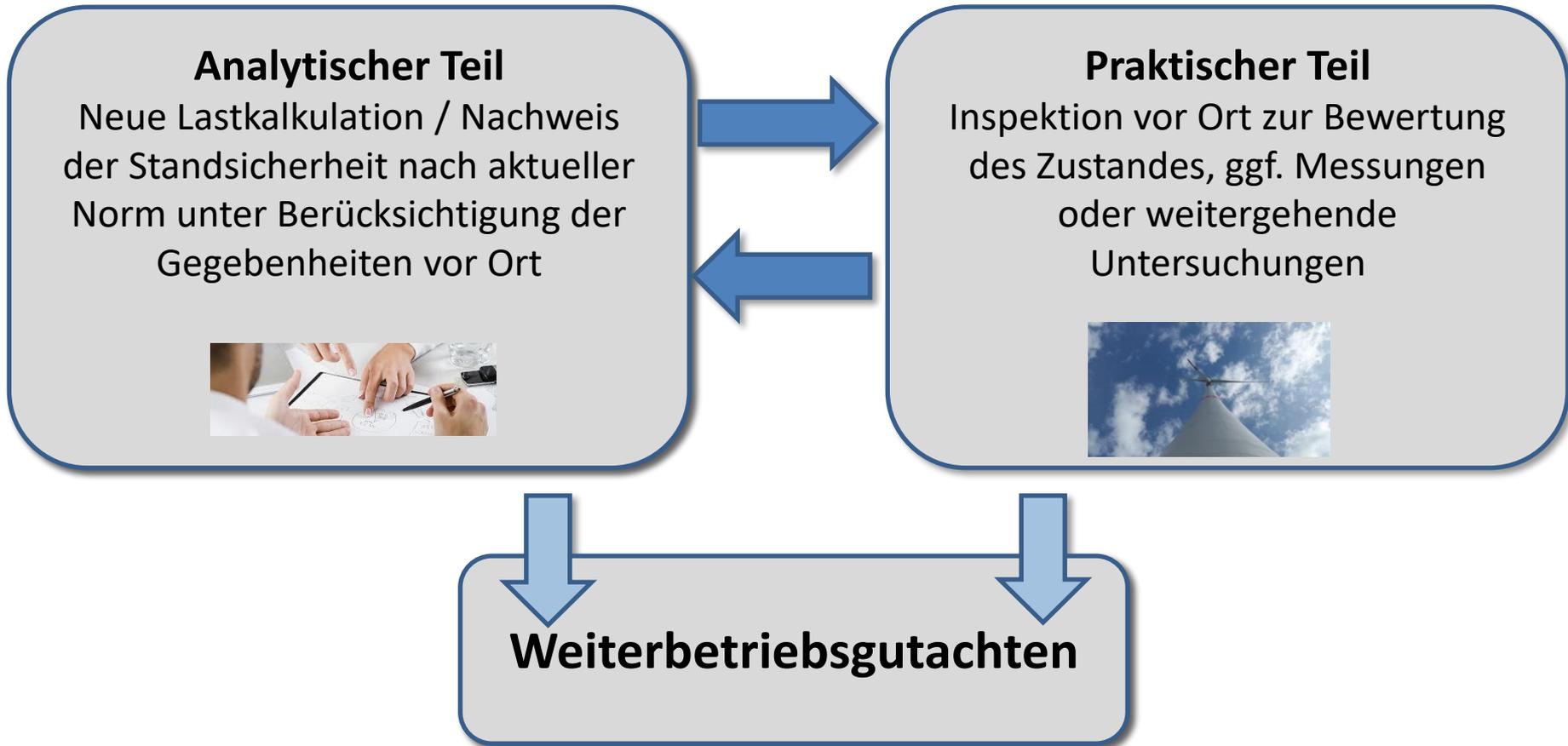
#### BÜV-Empfehlungen für die Überwachung von WEA

- Kontrollen der Bauausführung
- Wiederkehrende Prüfung

Status: Anwendungsempfehlungen

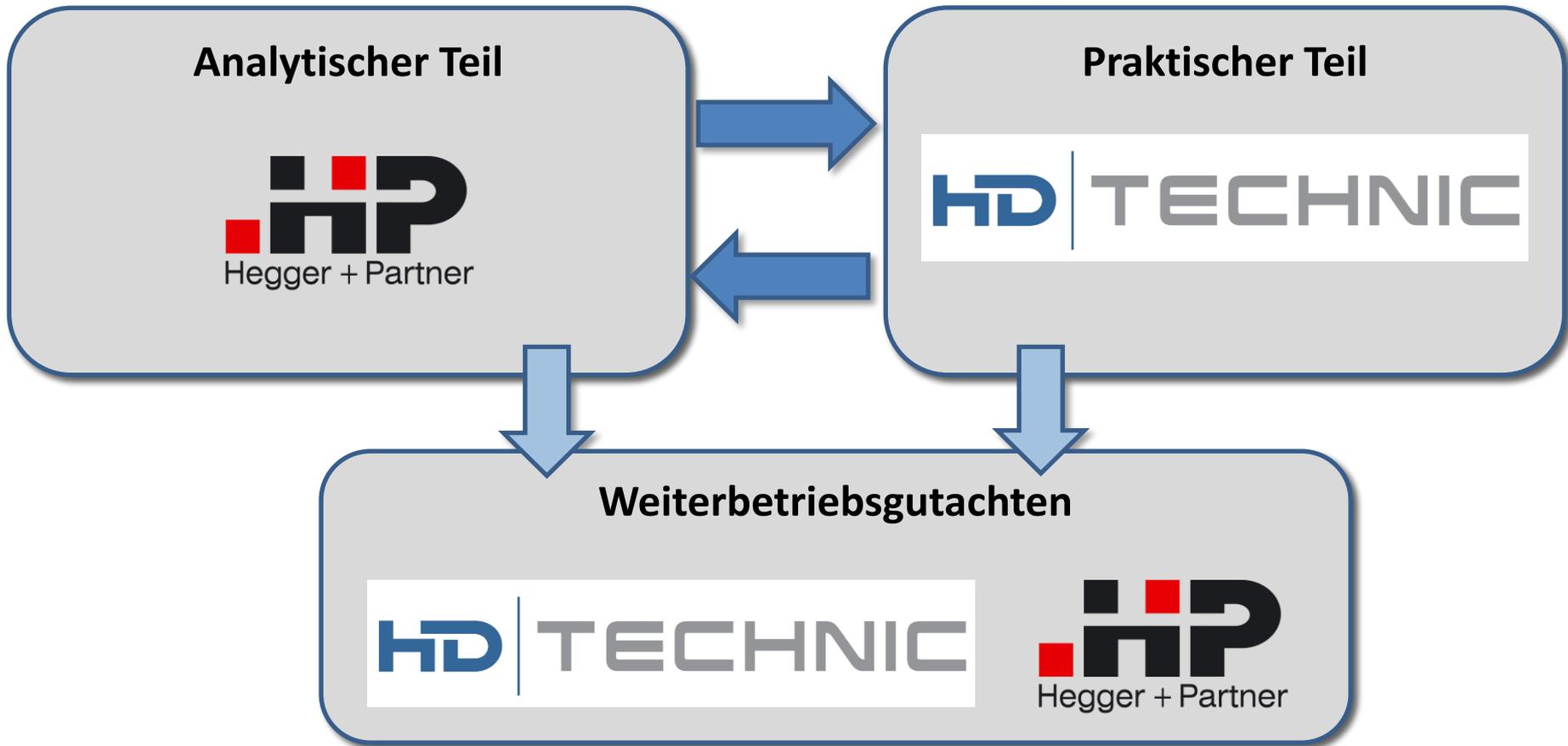
# Prüfung und Bewertung zum Weiterbetrieb

## Vorgehen



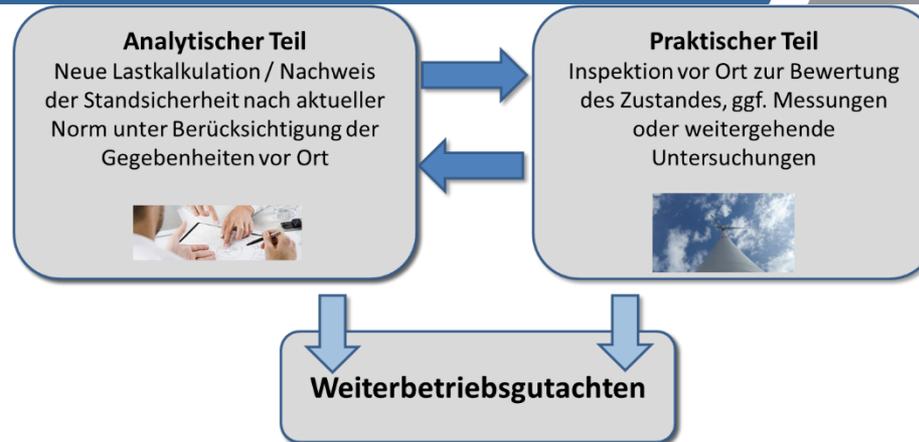
# Weiterbetriebsgutachten

HD-Technic und H+P



# Prüfung und Bewertung zum Weiterbetrieb

## Unterlagen / Dokumentation

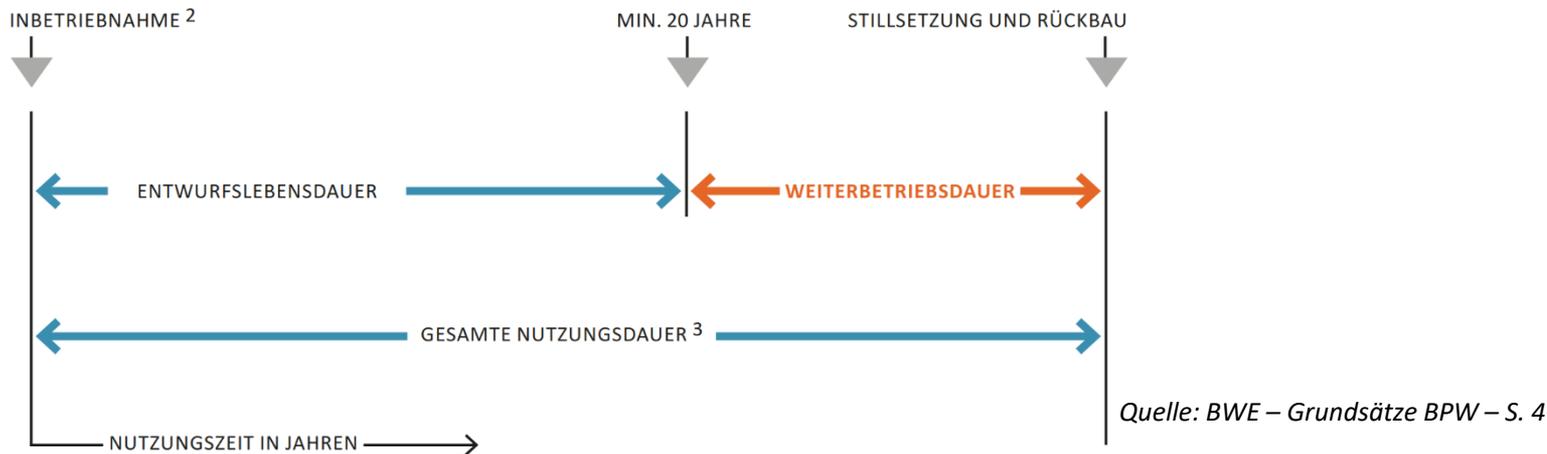


### Notwendige Unterlagen:

- Typenprüfung inkl. Lastberechnung
- Zeichnungen von Turm und Fundament
- Baugenehmigung
- Anlagen- und Betriebsdaten
- Standortdaten (Wind / Turbulenz / Veränderungen)
- Anlagenlogbuch, WKP- und Service Berichte

# Prüfung und Bewertung zum Weiterbetrieb

## Einflüsse auf den Weiterbetrieb



### Grundlegende Einflüsse:

- Qualität der Planung und Ausführung
- Service und Wartung
- Materialalterung, Ermüdung und Verschleiß
- Stat. und dyn. Beanspruchung

### Betriebliche Einflüsse (standortabhängig):

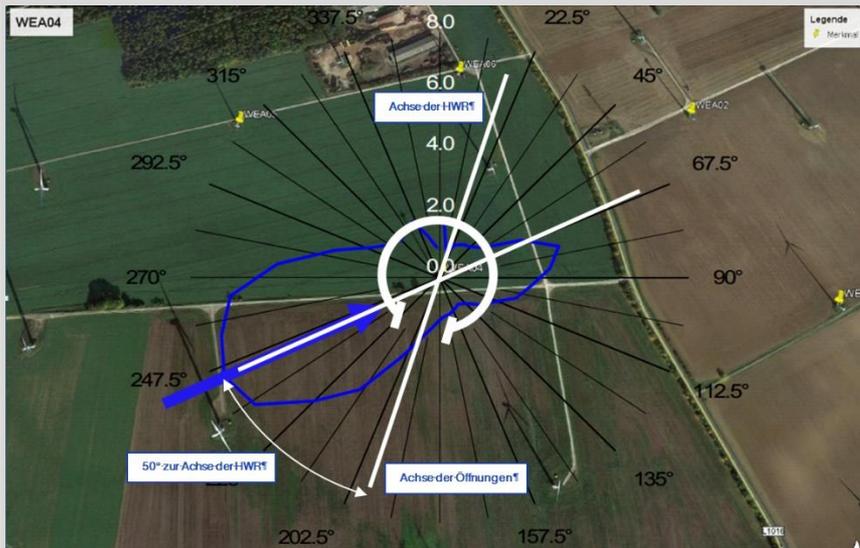
- Betriebsparameter
- Betriebsstunden
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung
- Turbulenz

# Prüfung und Bewertung zum Weiterbetrieb

## Potenziale auf der Einwirkungsseite

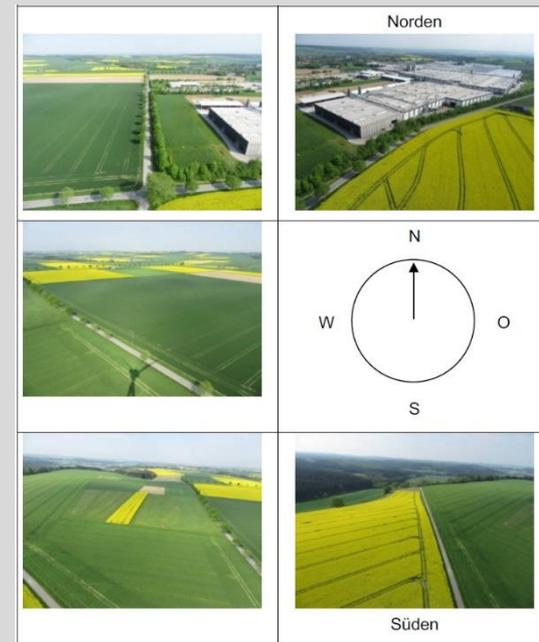
### Windbedingungen am Standort

- mittlere Windgeschwindigkeit
- Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung



### Turbulenzbedingungen

- Gelände
- Benachbarte WEA



# Weiterbetrieb

## Agenda

- Vorstellung HD-Technic GmbH
- Hintergrund und rechtlicher / normativer Rahmen
- **Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre**
- Anregungen und Ideen für die Zeit > 20 Jahre
- Fazit

# Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre

- (Betriebs-)Daten dokumentieren
- Technische Unterlagen frühzeitig prüfen und zusammentragen
- Wartungen, Service, Überprüfungen und Überwachungen konsequent durchführen
- Anlagenbetrieb und Datenaufzeichnung

# (Betriebs-)Daten dokumentieren

- Warum? Wieso? Weshalb?
  - › Für Betreiber ist die kWh meistens wichtiger als die Betriebsstunden
  - › Häufig wird der Datenspeicher der Anlagensteuerung durch ein Softwareupdate oder Austausch von Bauteilen resetet.
  - **Für den Weiterbetrieb sind die Daten essentiell**
  
- Was tun?
  - › Service-/Wartungsunternehmen instruieren, die Daten bei den Aufträgen zu dokumentieren
  - › Über eine Betriebsführungssoftware die Daten abrufen und/oder die Daten regelmäßig dokumentieren; oft reicht auch eine kürzere Spanne
  
- Was kann passieren? / Welche Folgen können auftreten?
  - › Im analytischen Teil muss über einen Faktor gerechnet werden, d.h. Abschätzen der Stunden, was immer schlechter sein wird, als der tatsächliche Wert

# Unterlagen

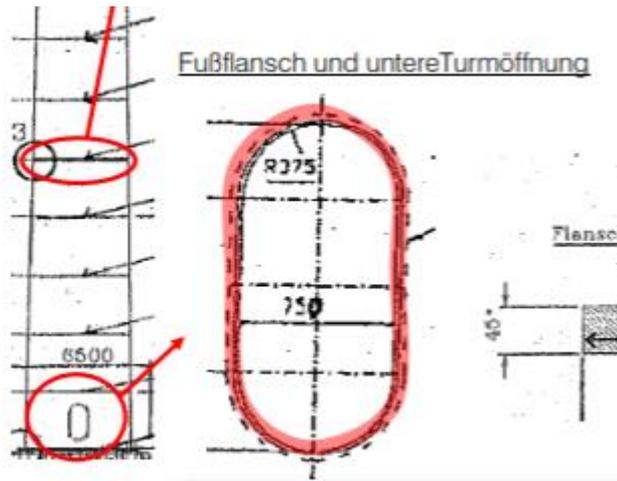
## Errichtung, Verstärkungen, Sanierungen

- Warum? Wieso? Weshalb?
  - › Betreiber hat häufig keine vollständigen oder die falschen Typenprüfungsunterlagen
  - › Umbauten, Verstärkungen, Sanierungen sind nicht richtig dokumentiert
  - **Für den Weiterbetrieb sind die Daten essentiell**
  
- Was tun?
  - › Unterlagen zusammentragen, z.B. über Netzwerke, Hersteller, Wartungsunternehmen
    - Typenprüfung samt Anlagen / Lastberechnungen
    - Zeichnungen von Turm und Fundament
    - Fotos aus der Bauphase, insbesondere vom Fundament
  - › Abgleichen, ob die vorliegenden Unterlagen zu dem passen, was vor Ort steht
  - › Beteiligte Firmen, Statiker, Gutachter etc. kontaktieren und Unterlagen anfragen
    - Zeichnungen einholen, Einbauzeitpunkt und Betriebsdaten dokumentieren
  
- Was kann passieren? / Welche Folgen können auftreten?
  - › Worstcase-Betrachtungen in der analytischen Berechnung
  - › Es kann keine Bewertung & Prüfung zum Weiterbetrieb erfolgen.

# Unterlagen

Abweichungen zur Typenprüfung innerhalb eines WP

- Beispiel Nordex N60: Unterschiedliche Türen



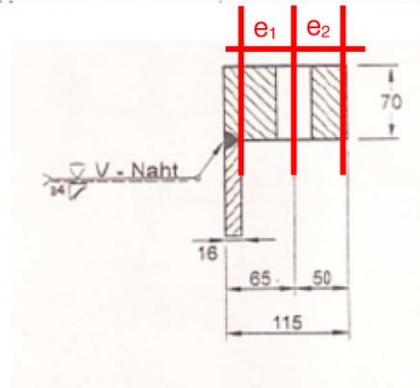
# Unterlagen

Abweichungen zur Typenprüfung innerhalb eines WP

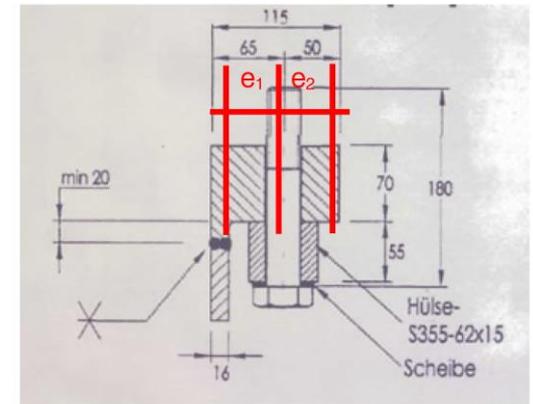
- Beispiel An Bonus – Kopfflansch: Schweißnähte & Hülse
  - › AN Bonus, 90m 2,3 MW, IB 2003,



Zugehöriger  
Stahlbauplan aus 2003:



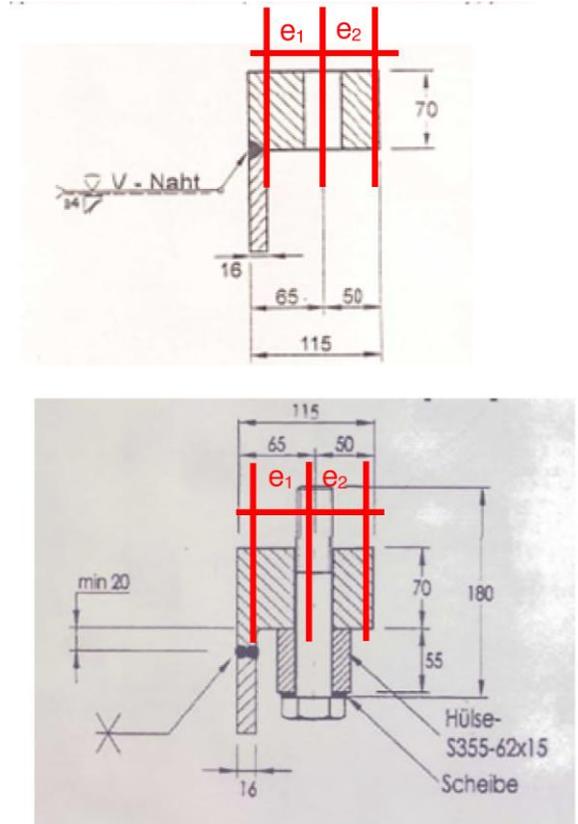
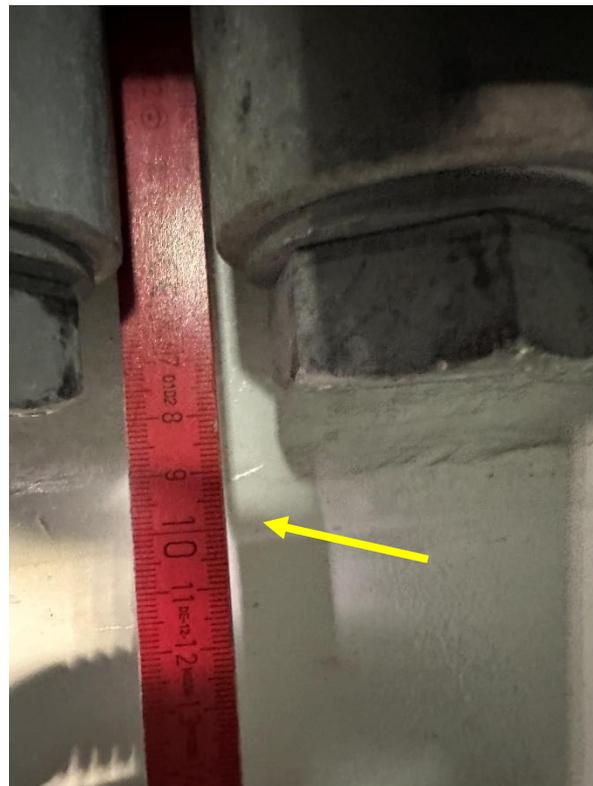
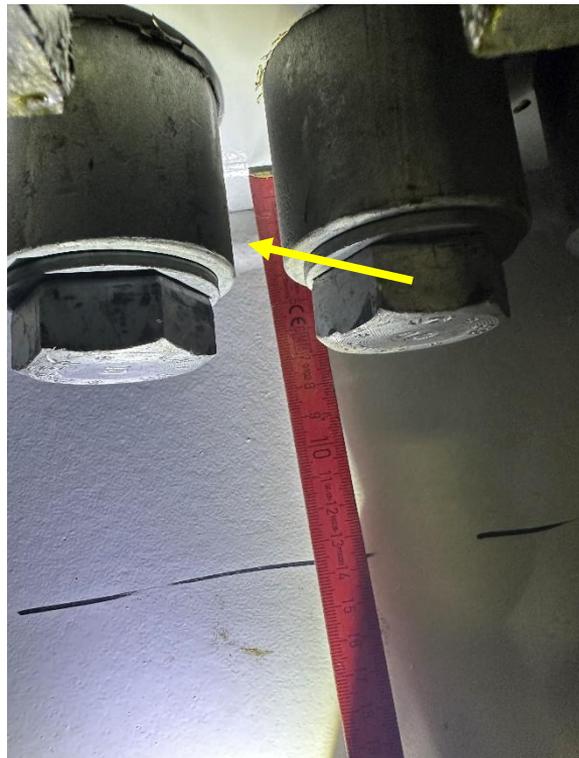
Stahlbauplan aus 2005:



# Unterlagen

Abweichungen zur Typenprüfung innerhalb eines WP

- Kopfflansch: Schweißnähte & Hülse



# Unterlagen

Nachträgliche Umbauten/Verstärkungen/Sanierungen

- Beispiel Enercon E-40: K-Profil – nachträgliche Einbaudokumentation



# Unterlagen

Nachträgliche Umbauten/Verstärkungen/Sanierungen

- Beispiel Tacke / GE 1.5: Türsteife – nachträgliche Einbaudokumentation



# Unterlagen

## Nachträgliche Umbauten/Verstärkungen/Sanierungen

- Beispiel Vestas V80 – Fundament / Sanierungsmaßnahmen



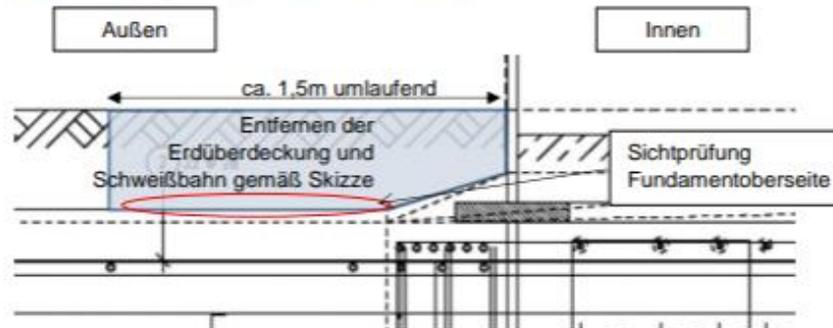
### Inspektionsöffnung Bitumen-Schweißbahn

Festlegung Öffnungen der Schweißbahn zur Inspizierbarkeit der Betonoberflächen in Abhängigkeit der Hauptwindrichtung (HWR)

### Obere Biegezugbewehrung Bauteil BT 1:

Regelmäßige halbjährliche Sichtprüfung der Fundamentoberseite im Bereich der Turmanbindung und am Anschnitt zum Tragbalken hinsichtlich Rissbildung (Ermüdung obere Biegezugbewehrung).

Zur Inspizierbarkeit der Fundamentoberseite im Bereich der Turmanbindung und am Anschnitt zum Tragbalken ist die Erdüberdeckung im Turmanschlussbereich auf einer Länge von ca. 1,5 m zu entfernen.

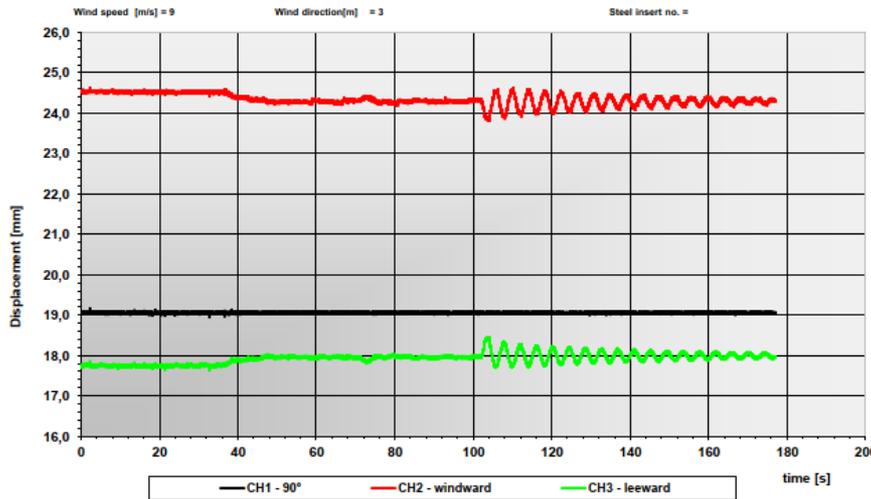


# Unterlagen

## Nachträgliche Umbauten/Verstärkungen/Sanierungen

- Bewegungsmessungen und spätere Kontrolle oder Sanierung

### Bewegungsmessungen



### Vorbereitungen für die Kontrolle



# Unterlagen

Nachträgliche Umbauten/Verstärkungen/Sanierungen

- Beispiel Turmsanierungen: Enercon & Bögl-Türme
  - › Anpassung / Ergänzung der Typenprüfung notwendig
  - **Der Betreiber benötigt die vollständigen Unterlagen!**



# Unterlagen frühzeitig zusammentragen

## Windparkerweiterungen, Teil-Repowering

- Warum? Wieso? Weshalb?
  - › Repowering und Zubau im Windpark ist nicht richtig dokumentiert, teilweise sind Abstände zu gering
  - › Verschiedene Betreiber / Projektierer in einem Windfeld, so dass nicht alle Unterlagen vorliegen

→ **Für den Weiterbetrieb sind die Daten essentiell**
  
- Was tun?
  - › Repowering und Erweiterungen frühzeitig mit allen Beteiligten abstimmen, nachweisen und dokumentieren
    - Turbulenzberechnungen über Projektierer, Gutachter einholen
  - › Nachweis einholen, dass die Anlagen entsprechend betrieben werden können
  
- Was kann passieren? / Welche Folgen können auftreten?
  - › Wesentliche Verschlechterungen eines möglichen Weiterbetriebs

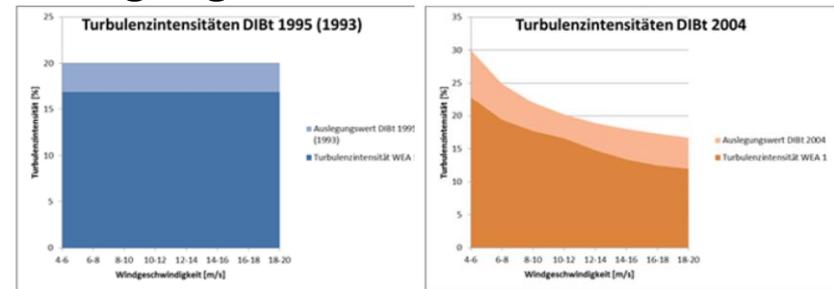
## Unterlagen

### Windparkerweiterungen, Teil-Repowering

#### ■ Turbulenz und Windbedingungen & Abstände

##### › Richtlinien und Normen bei der Auslegung

- DIBt-Richtlinie
- DIN EN 61400-1
- DIN EN 1991-1-4



##### › Abstände

- Min. 5x Rotordurchmesser (5D) der größten Anlage zwischen den einzelnen WEA

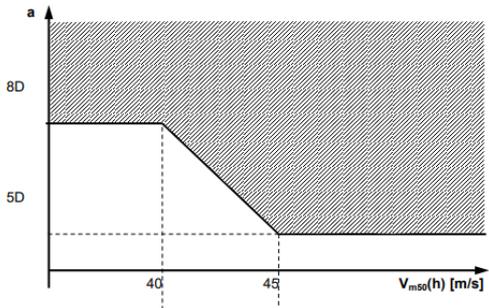


Bild 1: Schematische Darstellung der erforderlichen Abstände (schraffierter Bereich)

Dabei ist:

- a Abstand zwischen den Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen
- D der jeweils größere Rotordurchmesser
- $V_{m50}(h)$  Mittlerer 50-Jahreswind in Nabenhöhe



# Wartungen, Service und Überprüfungen

- Warum? Wieso? Weshalb?
  - › Schäden an Getrieben, Lagern, Rotorblättern etc. entstehen häufig schleichend und werden nicht direkt erkannt
  - › Korrosionsmängel werden nicht frühzeitig angegangen
  
- Was tun?
  - › Vertragsumfänge eindeutig definieren und nachhalten
  - › Regelmäßige technische Überprüfung der WEA, spätestens bevor Verträge auslaufen; je nach Anlagentyp und Wartungsvertrag ggf. Schwingungsmessungen, Getriebeendoskopien, Unwucht- und Blattwinkelvermessung durchführen
  - › Klären, dass bspw. auch Korrosion an Flanschen / Turm rechtzeitig beseitigt wird und im Wartungsvertrag abgedeckt ist
  
- Was kann passieren? / Welche Folgen können auftreten?
  - › Ggf. hohe Folgekosten ohne Wartungsvertragsabdeckung bei Austausch / Reparatur von Bauteilen
  - › Gesamtkosten, beispielsweise für umfangreichere Sanierungsmaßnahmen sind teurer als frühzeitige Beseitigungen

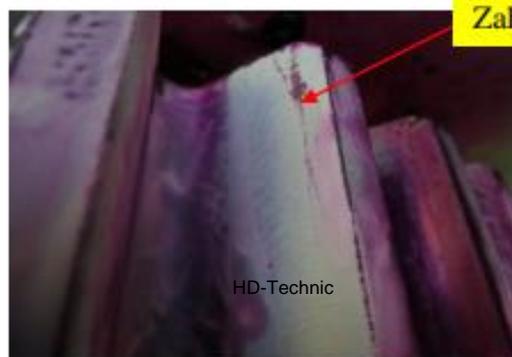
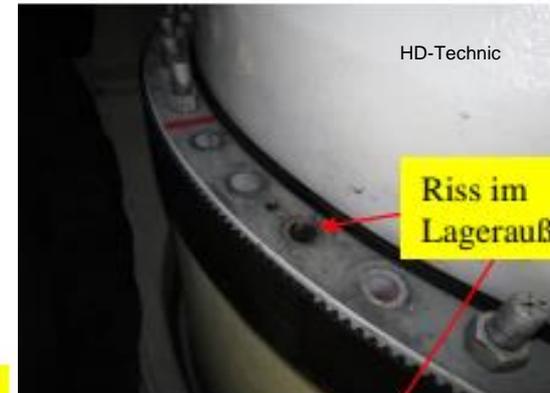
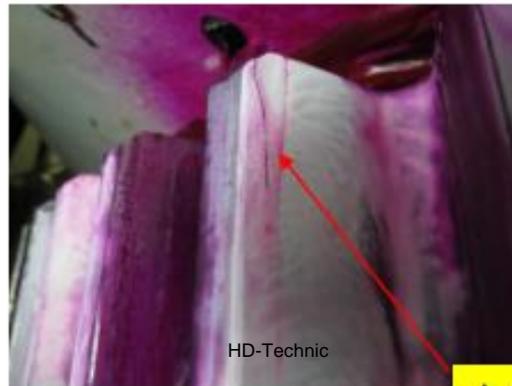
## Wartungen, Service und Überprüfungen

- Spät entdeckte Schäden können teuer werden

Getriebelager

Azimutzahnkranz

Blattlager



## Wartungen, Service und Überprüfungen

- Überprüfungen können frühzeitig Auffälligkeiten identifizieren.



HD-Technic

# Wartungen, Service und Überprüfungen

- (zu) späte Beseitigung und Instandsetzung von beispielsweise Korrosionsschäden kann hohe Kosten mit sich bringen



# Anlagenbetrieb und Datenaufzeichnung

- Hintergrund
  - › Es existieren i.d.R. keine detaillierten Daten über das tatsächliche Verhalten der Anlage im Betrieb.
  - › Neuere Anlagen haben weniger „Puffer“ (neuere Normen, Richtlinien, genauere Rechenverfahren)
  
- Empfehlungen / Aufgaben
  - › Installation einer Messtechnik für die Aufzeichnung relevanter Informationen
  - › Ggf. angepasster Betrieb („Spitzen kappen“)
  
- Folge
  - › Genaue Daten für den Weiterbetrieb
  - › Längerer Betrieb der Anlage möglich

# Weiterbetrieb

## Agenda

- Vorstellung HD-Technic GmbH
- Hintergrund und rechtlicher / normativer Rahmen
- Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre
- **Anregungen und Ideen für die Zeit > 20 Jahre**
- Fazit

# die Zeit > 20 Jahre

im Zusammenhang mit dem Weiterbetriebsgutachten

- Einhaltung der Betriebsspezifikationen des Herstellers
- regelmäßige Wartung und Instandhaltung
- WKP sind weiterhin durchzuführen
- Ggf. Realisierung notwendiger Instandsetzungs- oder Austauschmaßnahmen (z.B. Schrauben)
- Installation einer Dauerüberwachung, beispielsweise einer Rissüberwachung eines bestimmten Bereichs
- Ggf. angepasster Betrieb („Spitzen kappen“)

# die Zeit > 20 Jahre

## relevante Themen

- Möglichkeiten der Vermarktung
    - › Eigenverbrauch
    - › Wasserstoff / Speicher
    - › Nahwärme/-kältenetze
    - › PPA
  - Angepasste Versicherungsverträge
  - Angepasste Wartungsverträge
  - Bei größeren Windparks oder unter mehreren Betreibern ggf. Ersatzteile oder eine Ersatzturbine kaufen und einlagern (bspw. aus Repowering)
  - Rückbau(kosten) im Hinterkopf haben
- => wir beraten und unterstützen gerne**

# Weiterbetrieb

## Agenda

- Vorstellung HD-Technic GmbH
- Hintergrund und rechtlicher / normativer Rahmen
- Lessons Learned - Vorbereitungen und Empfehlungen für die Zeit < 20 Jahre
- Anregungen und Ideen für die Zeit > 20 Jahre
- **Fazit**

# Fazit

- Denken Sie früh über einen möglichen Weiterbetrieb nach!!!
- Viel hilft viel!!!
  - › Daten und Dokumente zusammentragen
- Wartungsverträge / -umfänge anpassen
- Frühzeitig Berechnung durchführen lassen, um eine bessere Planungsgrundlage zu bekommen
  - › Weiterbetrieb vs. Repowering (wo möglich)
  - › Angepasster Betrieb

## Referenzen und Erfahrung

### WEA-Typen / Anzahl

- Über 400 WEA wurden bisher untersucht
- WEA-Typen, neben anderen:
  - › Nordtank/NEG Micon: NTK 300; 500; 600; 1500; M 530
  - › Tacke/GE: TW 80; 300; 500; 600; 600e; 1.5
  - › AnBonus: 1,3MW; 2,3MW
  - › Nordex: N60; N62
  - › Enercon: E-17; E-30; E-32; E-40; E-58; E-66; E-70
  - › Repower/Senvion: MD/MM70, MM82
  - › DeWind D4; D6
  - › Lagerwey: LW18/80
  - › Vestas: V-39; V80
  - › WindWorld: 2700

	1995	2000-2005	2016	2020
Nabenhöhe	~70m	~100m	~140m	> 160m
Rotor	~50m	~80m	~120m	~150m



# Referenzen

Auswahl an Unternehmen und Herstellern



# Kontaktinformationen

Hauptsitz

Venesch 6a  
49477 Ibbenbüren

Telefon: +49 5451 3591  
Fax: +49 5451 745 540  
E-Mail: info@HD-Technic.com

Geschäftsstelle Hamburg

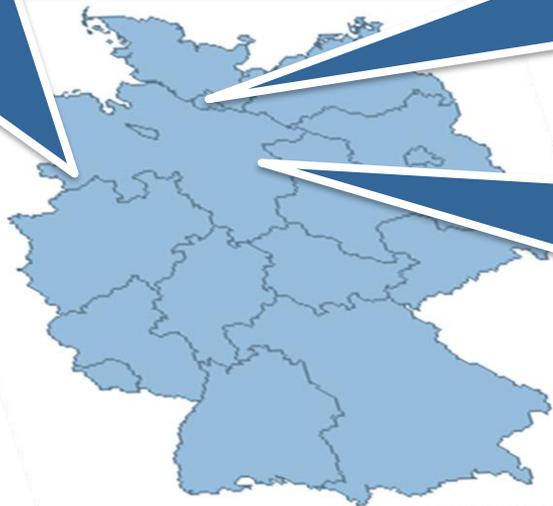
Am Sandtorkai 39  
20457 Hamburg

E-Mail: info@HD-Technic.com

Geschäftsstelle Braunschweig:

Heidekoppel 30  
383527 Meine

E-Mail: info@HD-Technic.com



# HD | TECHNICAL

bedankt sich für  
Ihr Interesse!



**Kontakt Daten:**  
**Torsten Ebbecke**  
*Geschäftsführer*

*Zertifizierter Sachverständiger für Zustands- und Schadensbewertungen von  
Windenergieanlagen nach DIN EN ISO / IEC 17024*

[t.ebbecke@hd-technic.com](mailto:t.ebbecke@hd-technic.com)

**0176 103 687 41**

