

Schäden durch schlechte Montage und falschen Transport

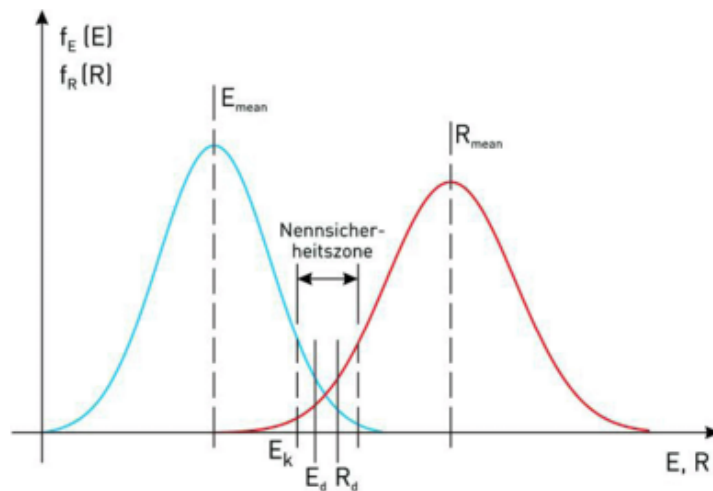
Dr.-Ing. Florian Biehl
8.2 Consulting AG

» Warum können „kleine“
handwerkliche Fehler einen großen
Schaden zur Folge haben?

(Wozu gibt es Sicherheitsfaktoren?)

Exkurs: Sicherheitskonzept

Definition der Ausfallwahrscheinlichkeit



Geltende Grenzwerte (p.a.)

» GL-Wind, DNV: 10^{-4}

» DIN-Normen (Bau): 10^{-6}

» Bei einem Park mit 500 WEA und 25 Jahren Betriebsdauer, 10^{-4} : 1,25 Fälle von strukturellem Versagen „ohne Grund“ erlaubt.

Projektphasen / Fehlerquellen



Projektphasen / Fehlerquellen

Design/
Konstruktion

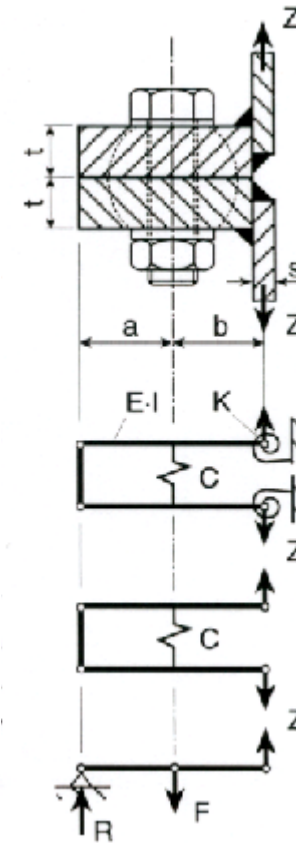
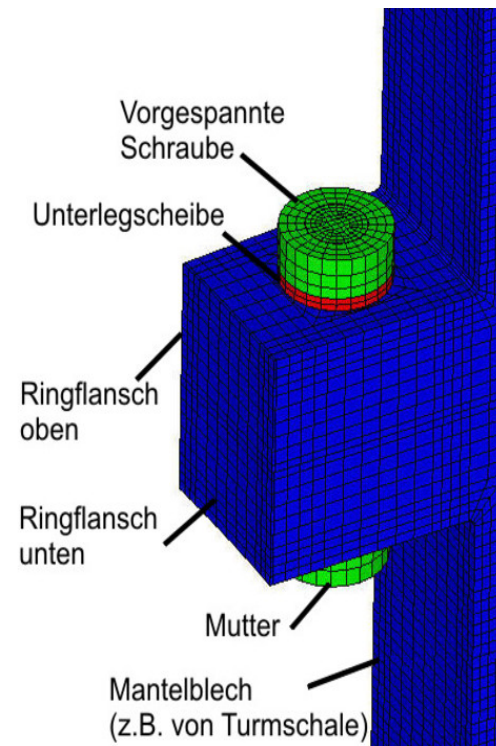
Fertigung

Transport

Montage

Betrieb

- » Fehlerquellen, die Kombination ist ausschlaggebend:
- » mechanische Randbedingungen
- » Lastfälle vergessen
- » „progressive“ Berechnungsmethoden, halb verstanden, falsch angewendet
- » bunte Bilder statt Hand-Überschlagsrechnung
- » Insgesamt: Prüfdichte hoch, Fehlerquote eher gering.



Projektphasen / Fehlerquellen



- » Unkontrollierte Verfahren
- » Schweißen ohne Vorwärmen
- » Fehlerhafter Korrosionsschutz
- » ...



Projektphasen / Fehlerquellen



- » Unzureichende Sicherungen
- » Ad-hoc-Maßnahmen
(Die Ladung passt nicht unter der Brücke durch)
- » Schäden durch unsachgemäßes Verladen, meist Oberflächenschäden

Projektphasen / Fehlerquellen



- » Montage der Turmsegmente
- » Bohrungen passen nicht,
- » Bolzen werden zu stark / zu schwach angezogen
- » ..

Un-Sicherheiten

- » Wo unterschreitet die rechnerische Lebensdauer die Zielgröße?
- » Wo sind die Sicherheiten aufgebraucht?
- » Bei nicht regelkonformen Fertigungsprozessen & Abweichungen im Design
- » Die zu erwartende Lebensdauer ist nicht mehr berechenbar – mit keiner Methode der Welt!
- » Jede weitere Schädigung durch unsachgemäßen Transport oder schlechte Montage ist nicht tolerierbar & kann „das Fass zum überlaufen bringen“.

Beispiele Transport

Transport

» 1

» 2

Transport

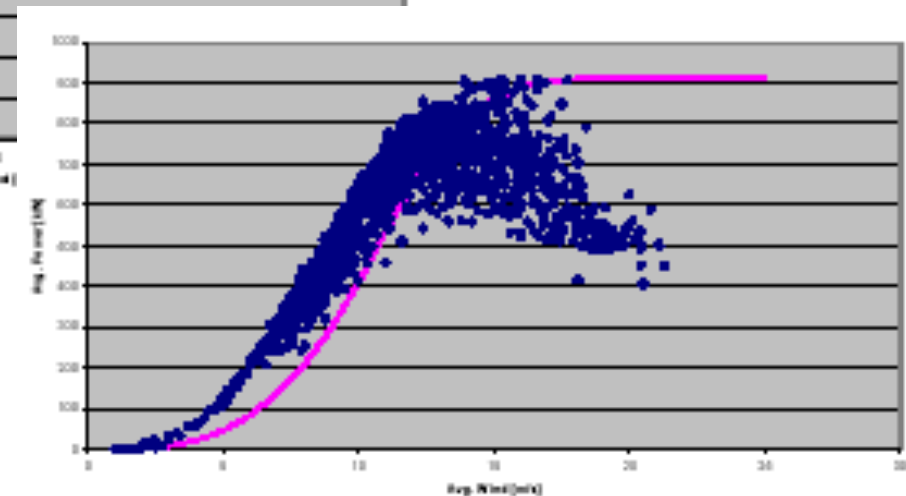
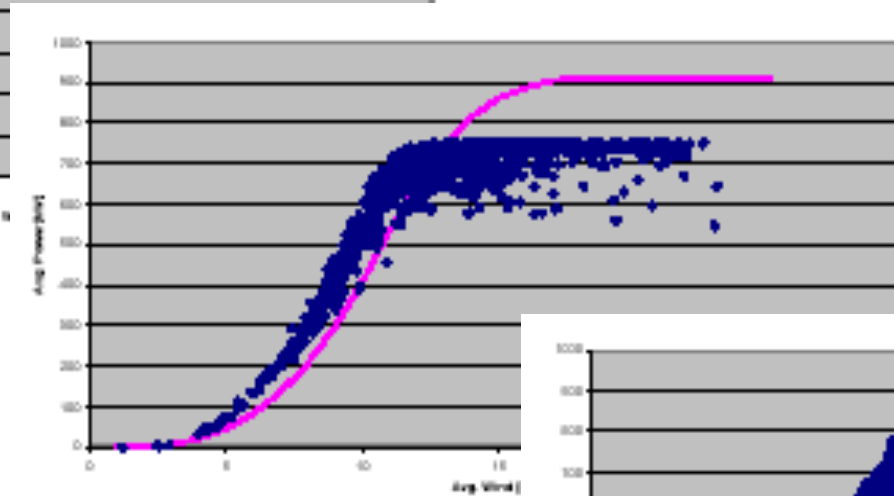
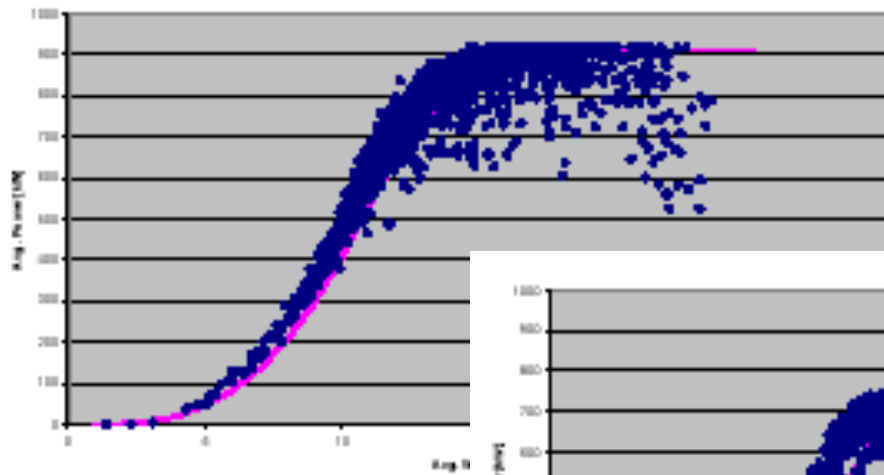
» 1

» 2

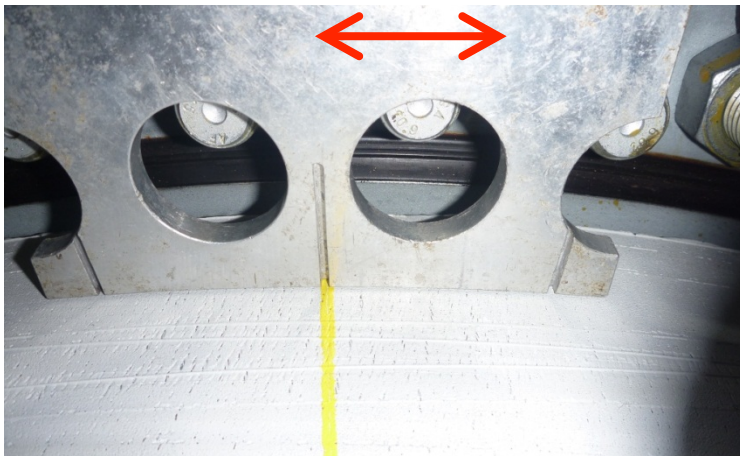
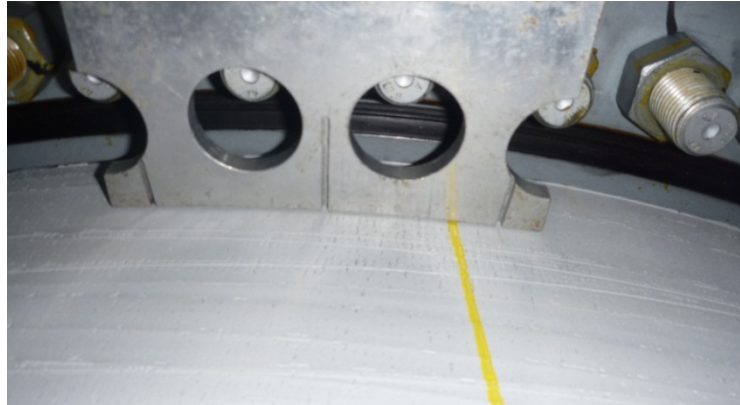
Montage (Mega $\leftarrow \rightarrow$ milli)

Kleiner Fehler – große Wirkung

Befund:
Verschiedene
Leistungskennlinien in einem
Windpark (SCADA-Daten)



Falsch angebrachte Rotorblätter



Ursache:

- falsch angebrachte Rotorblätter verursachen aerodynamische Unwucht
- Versatz eines Blattes um einen Bolzen während der Montage



Blatt LM 35.0P 41 : 0° (Ref)
Blatt LM 35.0P 32 : -0,8°
Blatt LM 35.0P 40 : -5,2°

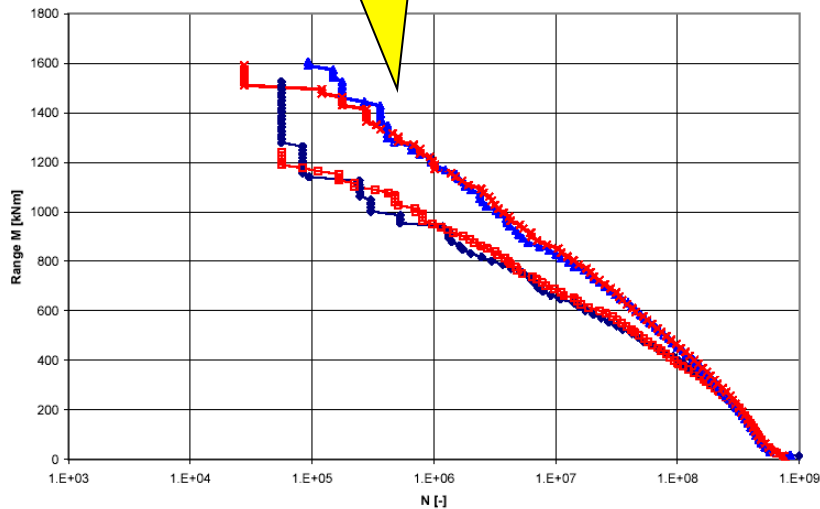
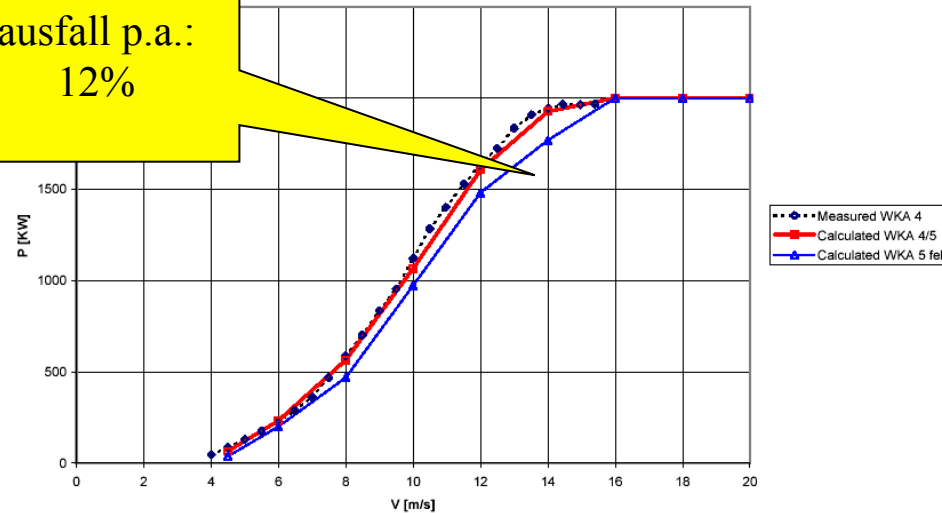
Abhilfe:

- Korrektur des Montagefehlers
- Neuberechnung der Lebensdauer

Technischer und finanzieller Schaden

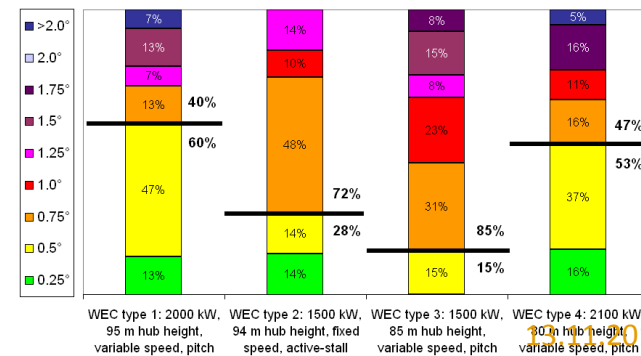
Produktionsausfall p.a.: 12%

Reduktion der Lebensdauer der Nabe: 70% (14 Jahre)



Typischer Fehler:
Statistiken zeigen, dass dieses Muster häufig auftritt (Quelle: Berlin Wind)

Distribution of measured pitch angle deviation



Critical limit value: 0.5°

Feuer

Feuer – vielfältige Gründe

Typischer Fehler:

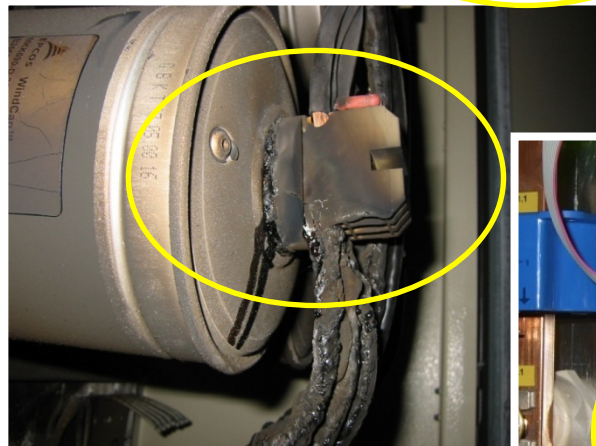
- Grund für die meisten Totalverluste von WEA (Zeitung; 5-10 Fälle p.a.)
- manchmal durch Blitzschlag verursacht
- meistens jedoch durch Defekte in der Elektrik

Hintergrund (nur mechanische Gründe):

- Elektroinstallation / Schaltschränke haben viele Schrauben/Bolzen
- Vorspannung kann nur schwer geprüft werden, da sehr kleine Kräfte eingetragen werden
- Kontrolle der Vorspannkraft bedingt komplette Abschaltung und Trennung vom Netz
- Schaltschränke vibrieren während des Betriebs (Schwingungen, Ventilatoren)

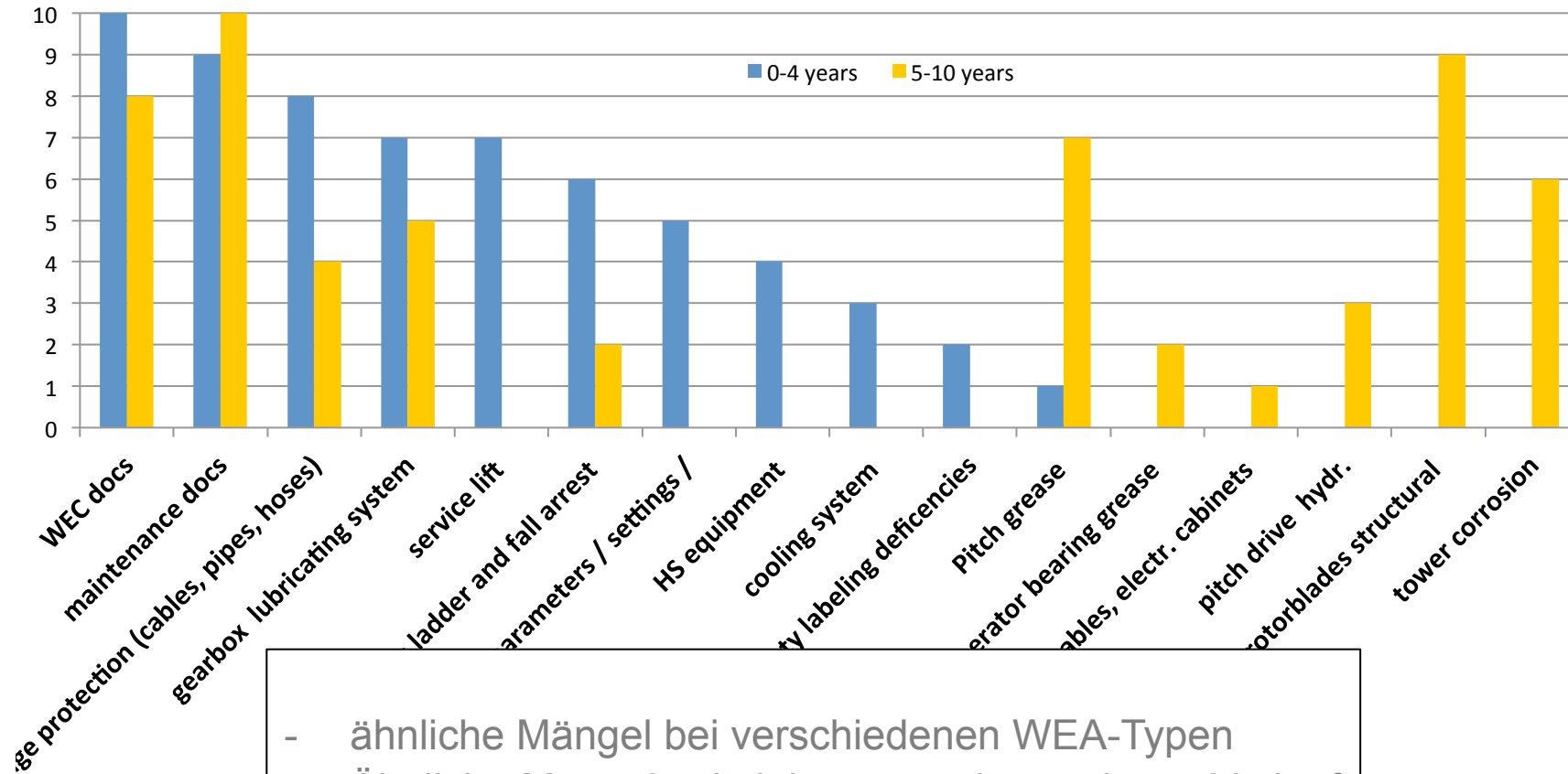


Feuer – vielfältige Gründe



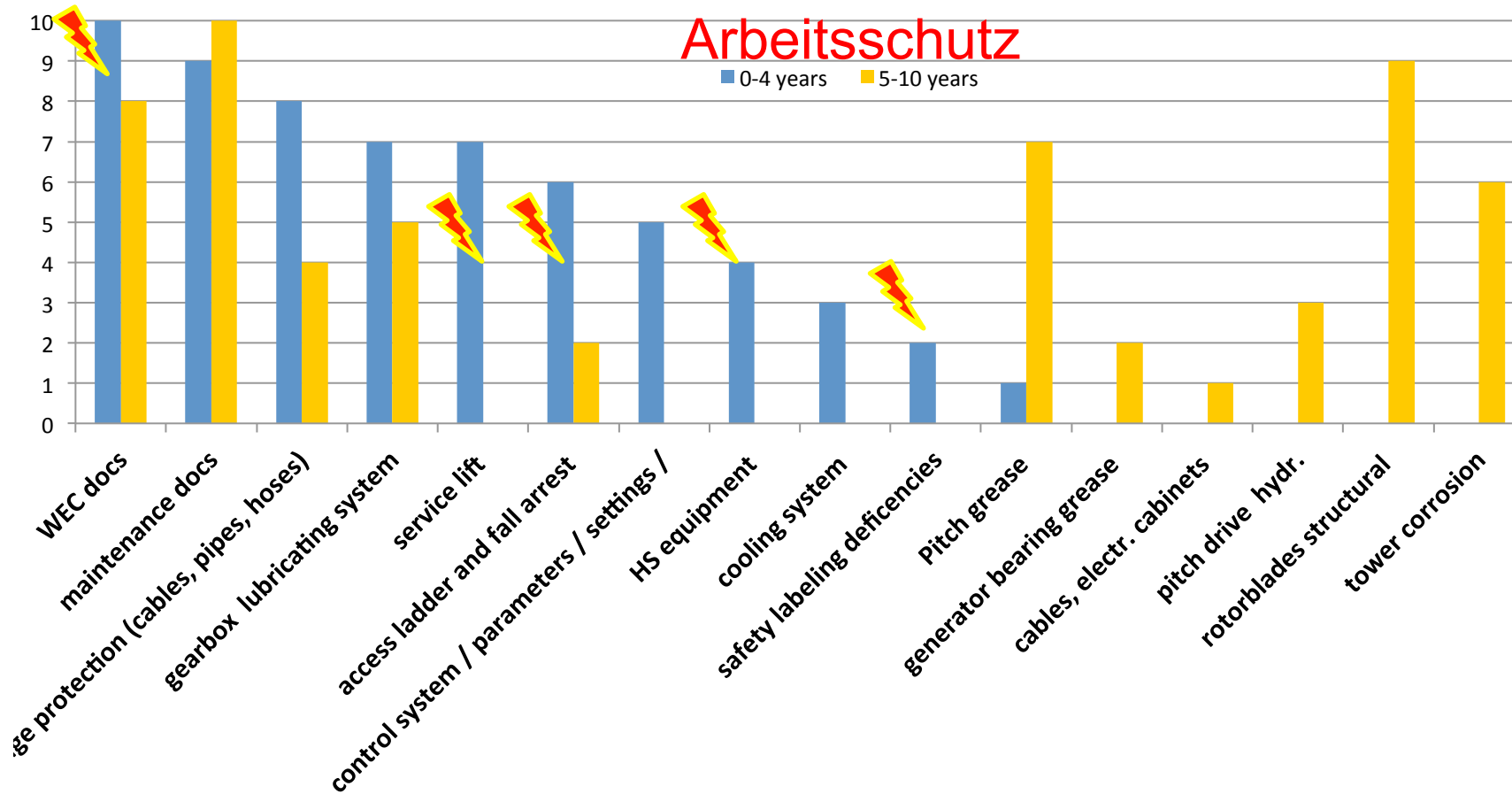
Inspektionsbefunde & mögliche Schäden

Top 10 – 8.2 Inspektionen (Mängel)

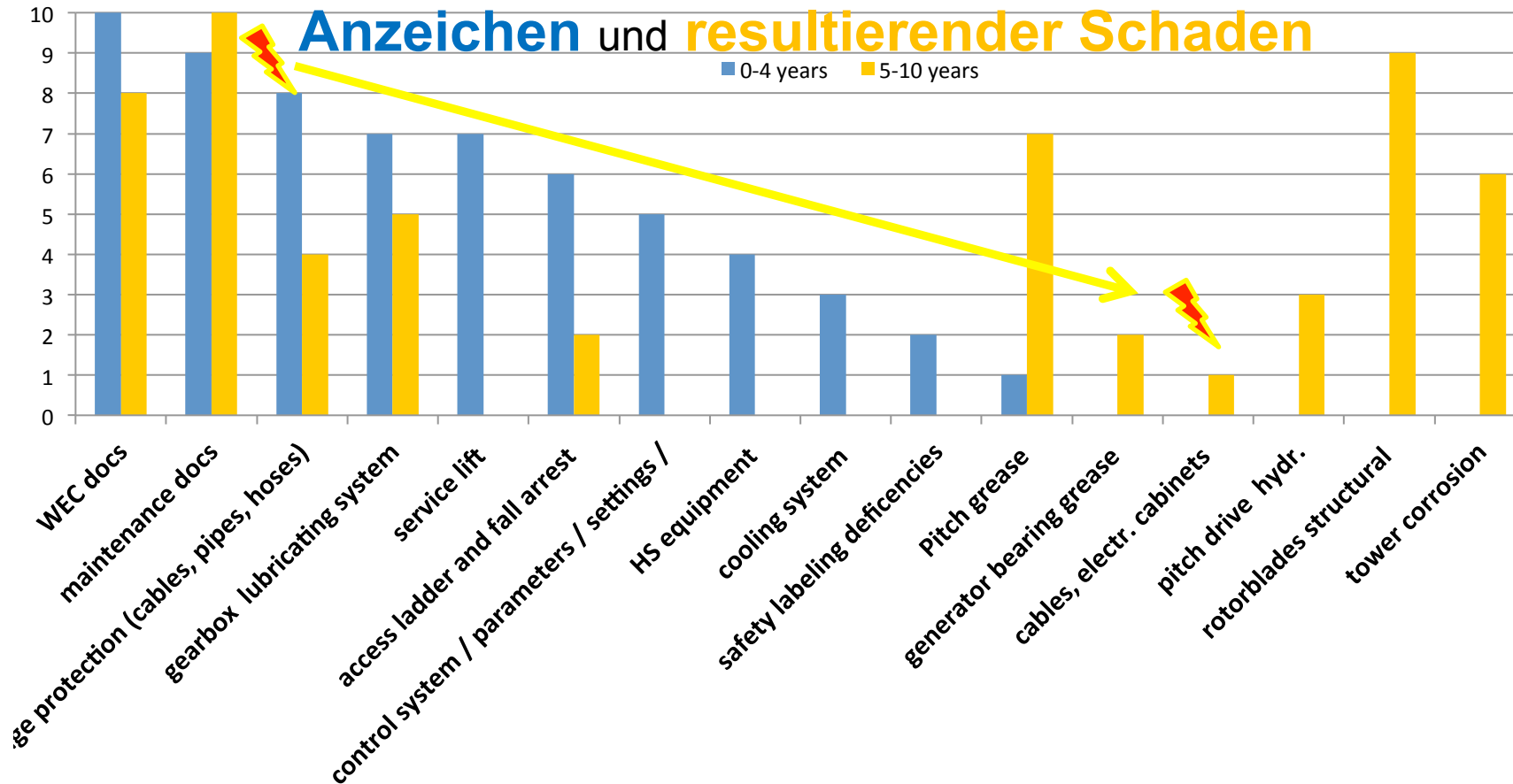


- ähnliche Mängel bei verschiedenen WEA-Typen
- Ähnliche Mängel seit Jahren – vorhersagbarer Verlauf
- Die Betreiber sind überrascht!!!

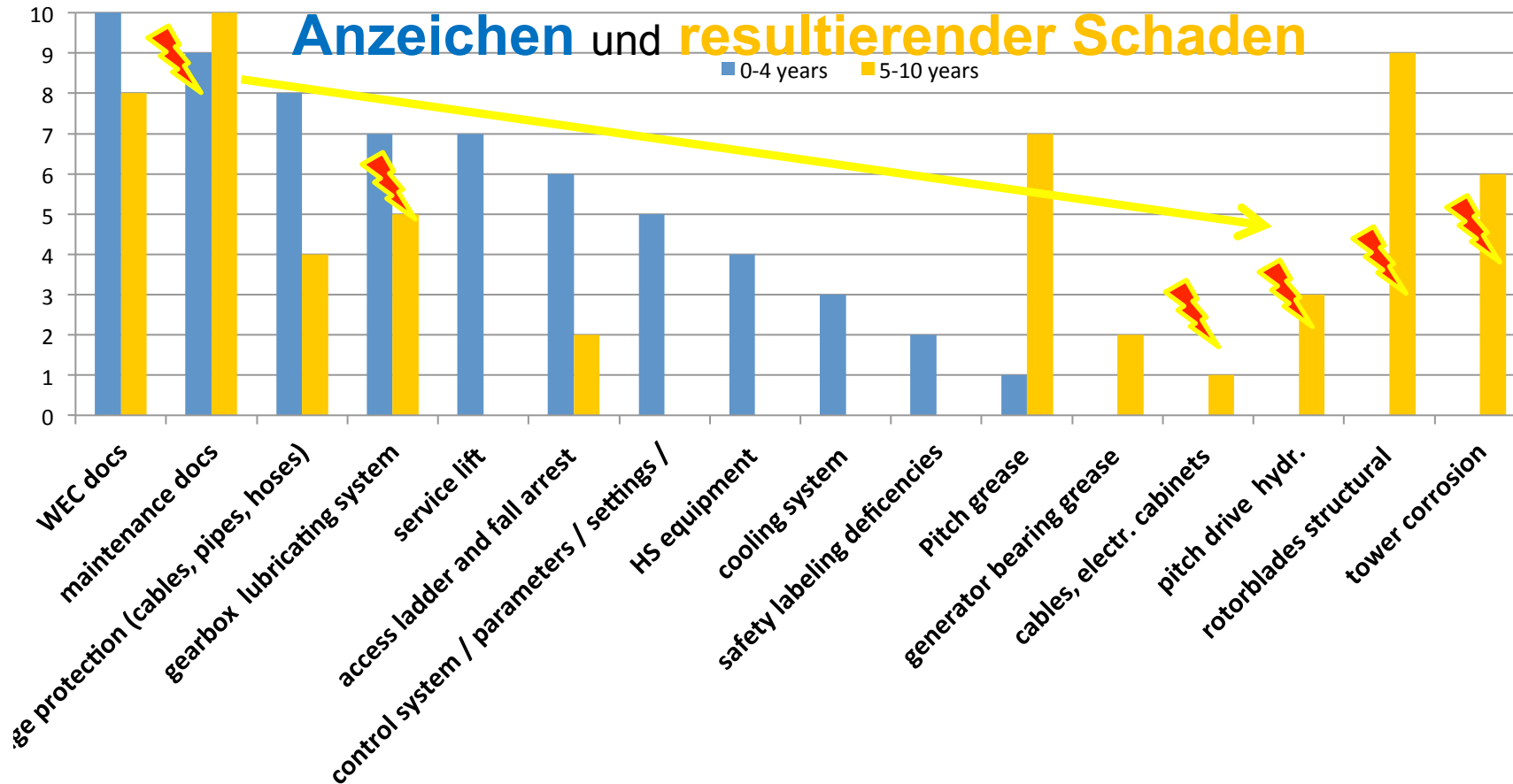
Top 10 – 8.2 Inspektionen (Mängel)



Top 10 – 8.2 Inspektionen (Mängel)



Top 10 – 8.2 Inspektionen (Mängel)



Ortsbestimmung

Zusammenfassung & Ausblick

- » Berechnungsmethoden sind **erprobt**. Lasten nach geltenden Regelwerken “sicher”.
- » Fehlerquellen während Fertigung, Transport Montage und Betrieb sind **bekannt und vorhersagbar!**
- » Die Fehlerquellen haben sich in den letzten 30 Jahren **kaum verändert!!**
- » Die meisten Schäden könnten **verhindert** oder durch Früherkennung minimiert werden.
- » Durch Nichtstun verstärken sich die Fehlerquellen jedoch gegenseitig!
- » **Wieso gibt es immer noch so viele bekannte Probleme?**

Vielen Dank!

8.2 Consulting AG
Dr. Florian Biehl
Brandstwiete 4
20457 Hamburg
Tel.: +49 40 - 3807 253-0

