Schadensdatenbanken

Fehlerhäufigkeitsanalyse und Prognose von technischen Problemen

BWE-Fachtagung „Service, Wartung und Betrieb“

29./30. September 2009

Hamburg

Dipl.-Ing. M.Sc. Stefan Faulstich
Dipl.-Ing. Berthold Hahn

Fraunhofer IWES

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Schadensdatenbanken

- Vorstellung
- Motivation
- Instandhaltungsstrategien
- Schadensdatenbanken
- Datenstruktur
- Schwachstellen
- Trends
- Ausblick

Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Institut für Solare Energieversorgungstechnik
Verein an der Universität Kassel e. V.

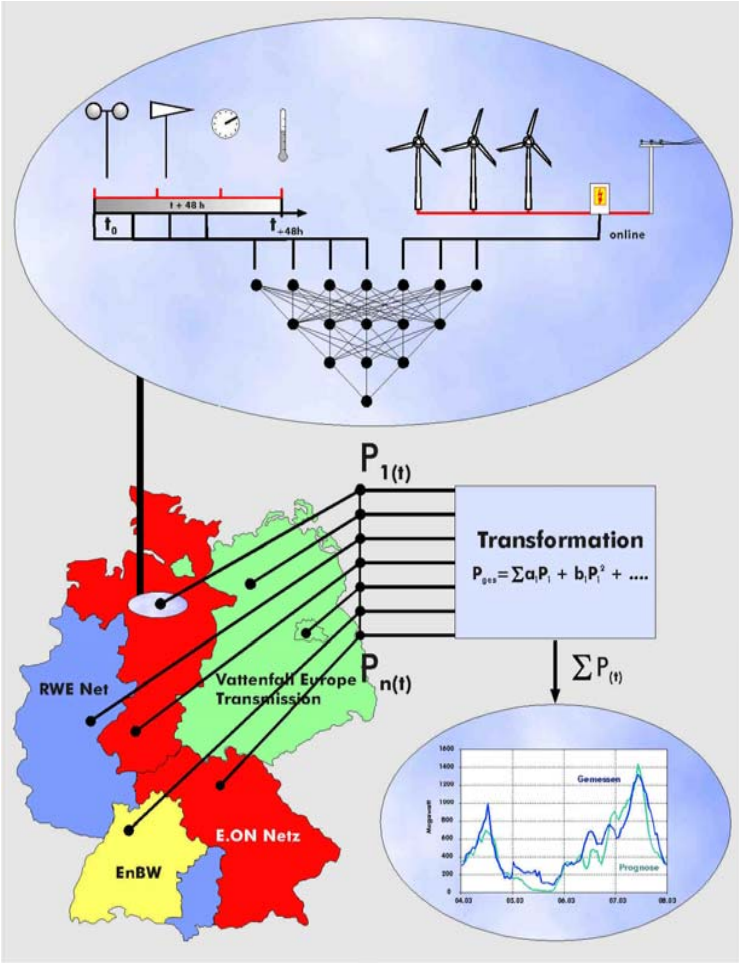
Gründung 1988 als „An-Institut“ der Universität Kassel
seit 1995 zweiter Standort in Hanau

Fraunhofer Center für Windenergie und Meerestechnik
in Bremerhaven

Gründung 2006 als gemeinsame Forschungseinrichtung der beiden Fraunhofer-Institute IFAM und LBF
um die Kompetenzen auf dem Gebiet der Windenergie zu bündeln

In 2009 ist aus ISET und Fraunhofer CWMT das neue
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik,
das Fraunhofer IWES entstanden

Abteilung Energiewirtschaft und Netzbetrieb



- Zuverlässigkeit und Instandhaltungsstrategien
- Energiemeteorologie und Windleistungsmanagement
- Kombikraftwerke
- Übertragungsnetz
- Großräumige Energieverbünde
- Energie-Informatik
- Energiewirtschaft und Systemanalyse

Fraunhofer IWES

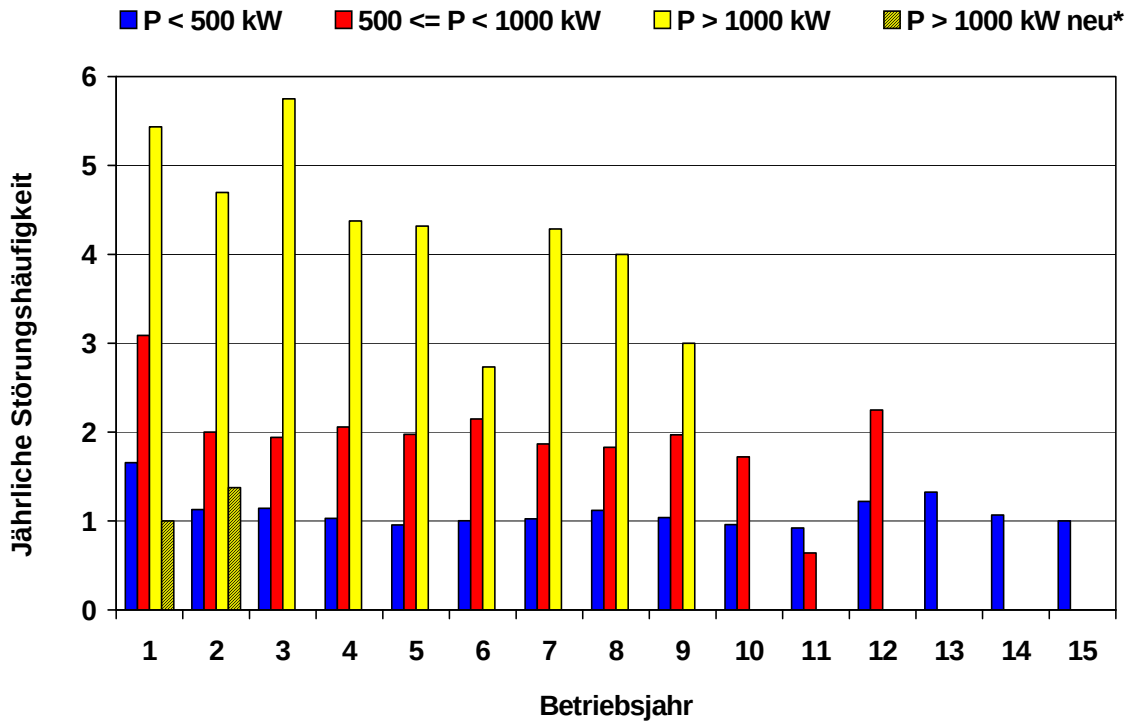
Motivation

Ausgangslage:

Moderne WEA erreichen hohe Verfügbarkeit

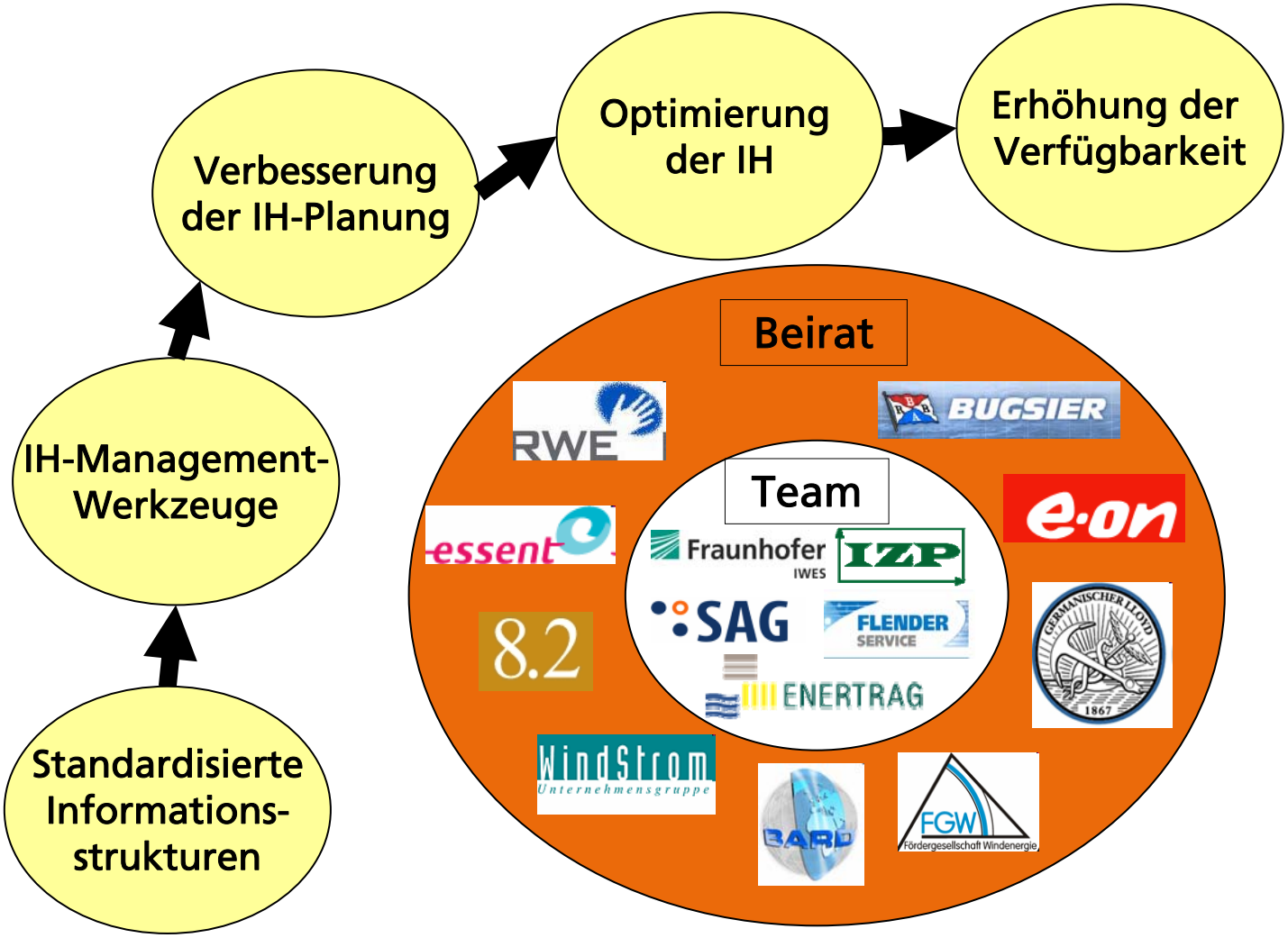
Mehrere ungeplante Ausfälle pro Jahr

➔ Hoher W&I-Aufwand und hohe Kosten



Fraunhofer IWES

Forschungsprojekt
„Erhöhung der Verfügbarkeit von WEA“

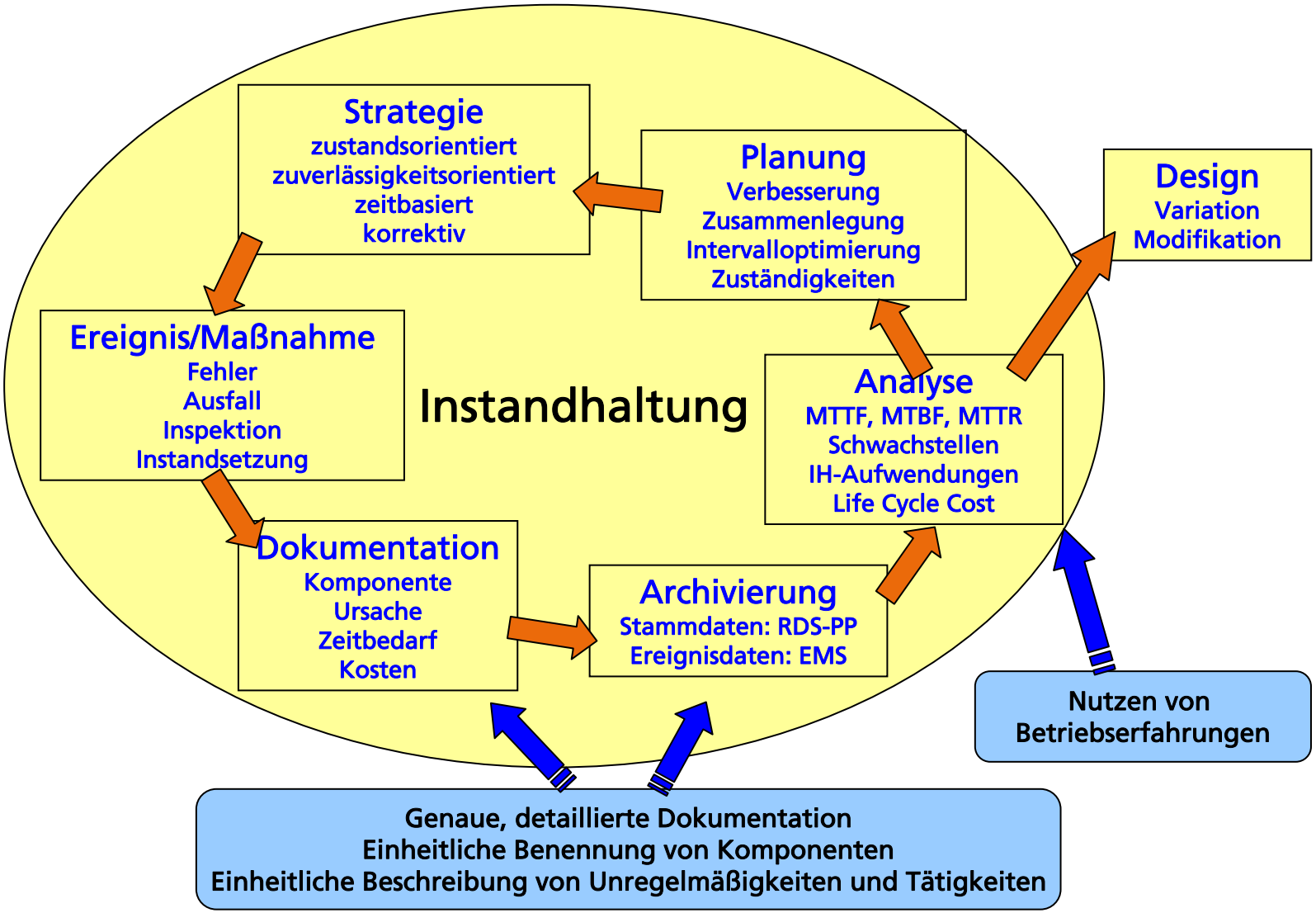


Fraunhofer IWES

Unterscheidungsmerkmale zu konventionellen Kraftwerken

	Windenergie	Konventionelle Kraftwerke
Allgemein		
Struktur	dezentral	geordnet, zentral
Erfahrungshorizont	gering	Jahrzehnte
Betriebsbedingungen		
Betrieb	unbemannt, vollautomatisch	bemannt, teilautomatisch
Zustandserfassung	ausschließlich über Sensorik	Sinne und die Erfahrungen des Personals
Externe Bedingungen	wechselnde teils extreme Bedingungen	Konstante Bedingungen durch Einhausung
Lastverlauf	Fluktuierende abgegebene Leistung und auferlegte Lasten	Quasi-stationärer Betrieb
Instandhaltungsorganisation		
Personal	Oft wenig eigenes qualifiziertes Personal	Geschultes eingewiesenes Service-Personal
Wartungsunterlagen	mangelhaft, je nach good will des Herstellers	vertraglich vereinbarter Bestandteil des Lieferumfangs
Instandhaltungsprozess	auf Gewinnmaximierung beim Hersteller optimiert	auf LCC optimiert
Dokumentation	mangelhaft	entsprechend Konzern-interner Vorgaben
Normenwesen	ungenügend, Rad wird oft neu erfunden	Etablierte Normenkultur
Informationsfluss	Keine Rückkopplung von Erfahrungen	Auswertung langjähriger Erkenntnisse

Kreisprozess von Informationen in der Instandhaltung

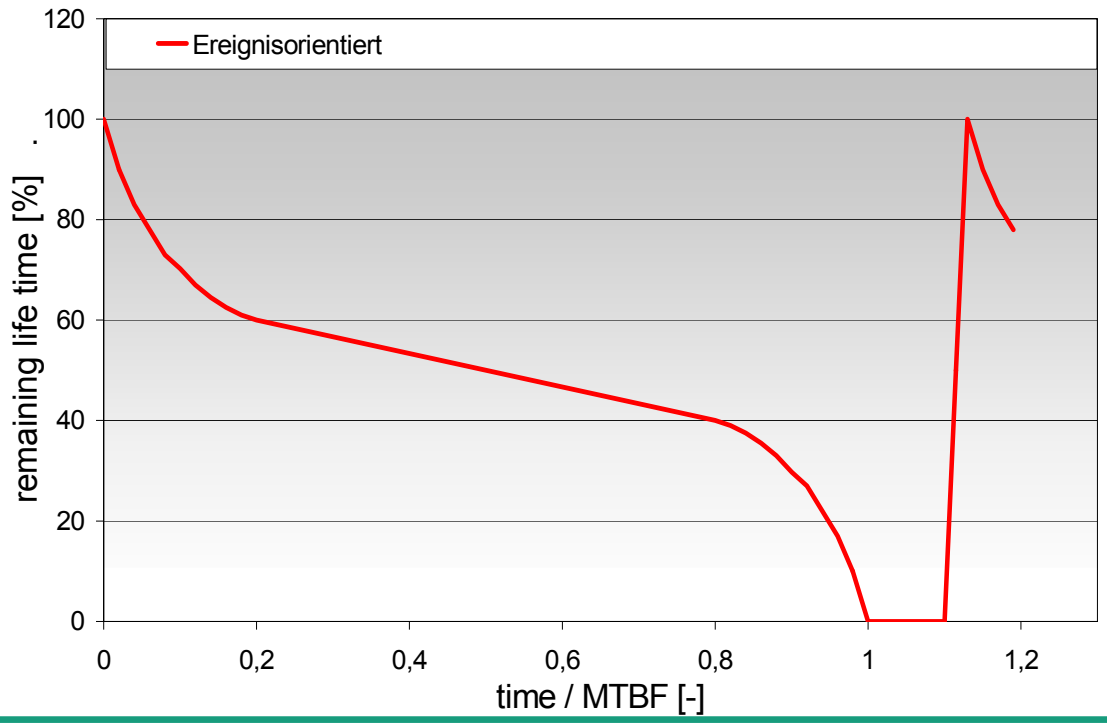


Fraunhofer IWES

Instandhaltungsstrategien

Es wird zwischen reaktiver und präventiver Instandhaltungsstrategie unterschieden.

Bei der reaktiven, ereignisbasierten Instandhaltung wird eine Komponente bis zum Ausfall betrieben, um anschließend instand gesetzt oder getauscht zu werden.

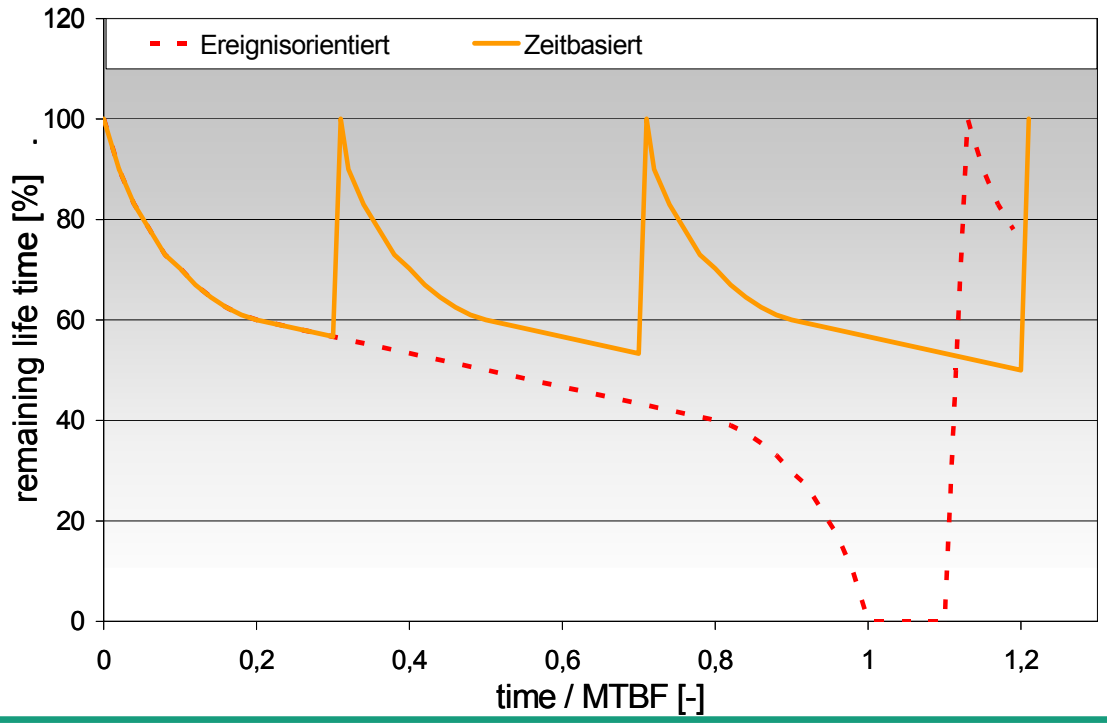


Fraunhofer IWES

Instandhaltungsstrategien

Die präventive Instandhaltung strebt rechtzeitige Maßnahmen an, mit denen der Ausfall der Komponenten vermieden wird.

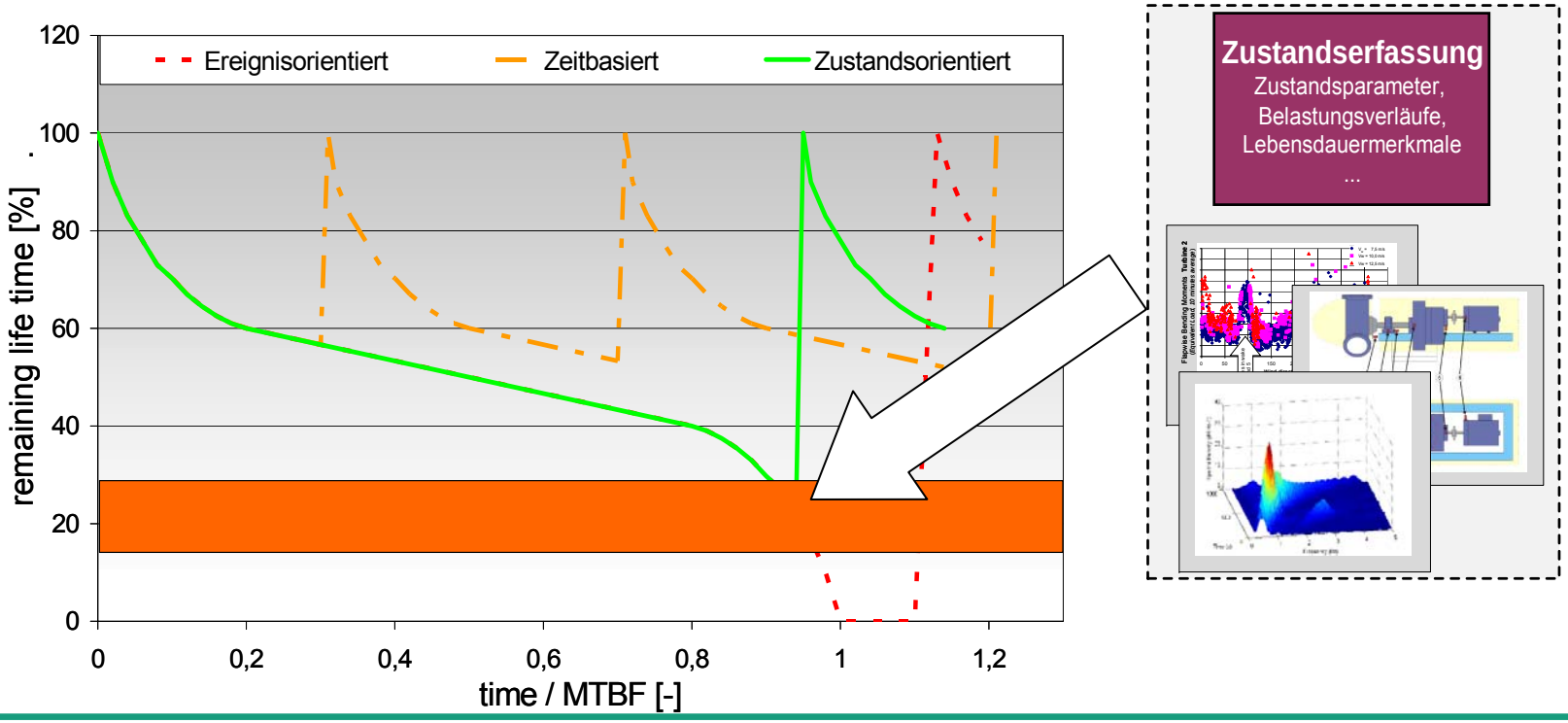
Bei der zeitbasierten Instandhaltung werden die Komponenten nach einem festen Zeitplan instand gesetzt oder getauscht.



Fraunhofer IWES

Instandhaltungsstrategien

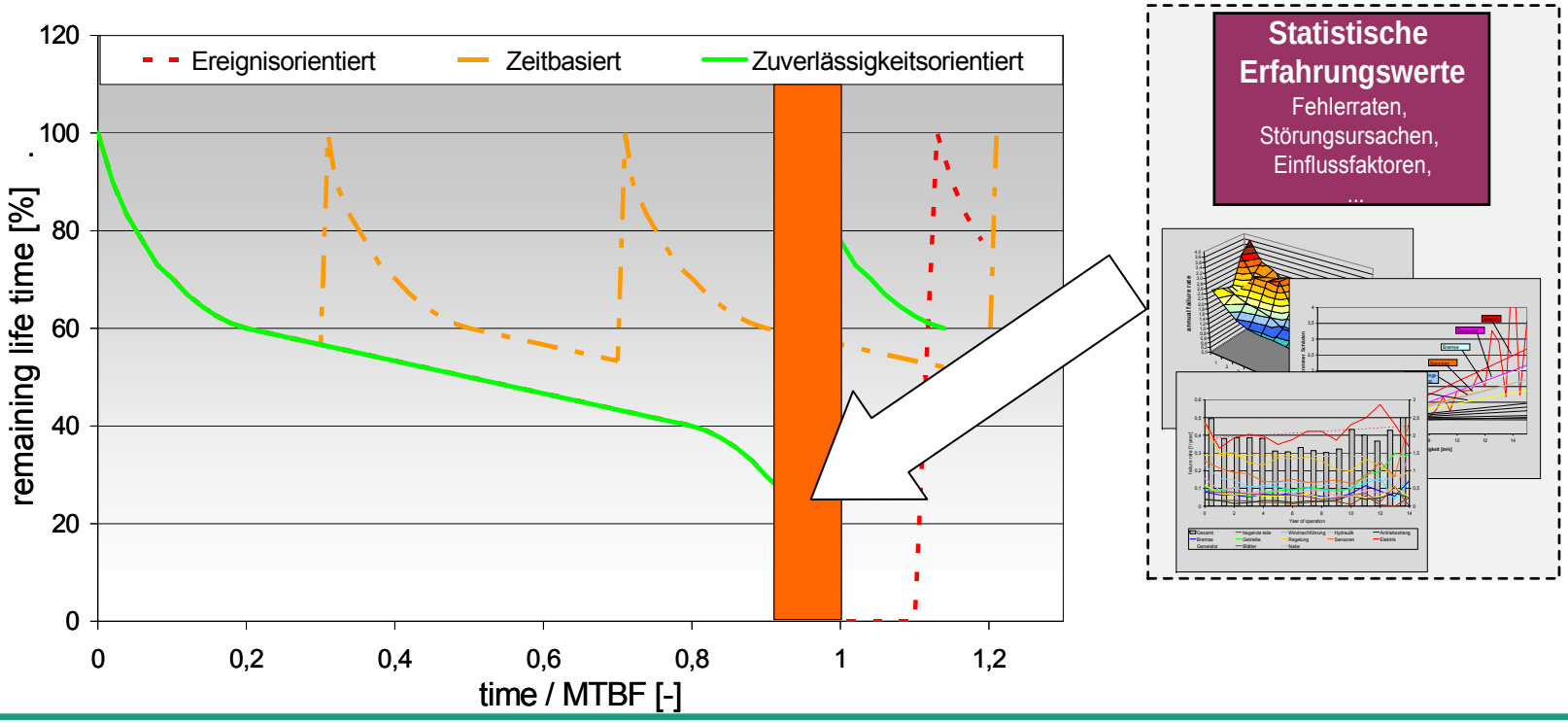
Bei der zustandsabhängigen Instandhaltung wird der Zustand der konkreten Komponente bewertet, um den optimalen Zeitpunkt der Instandsetzung zu finden.



Fraunhofer IWES

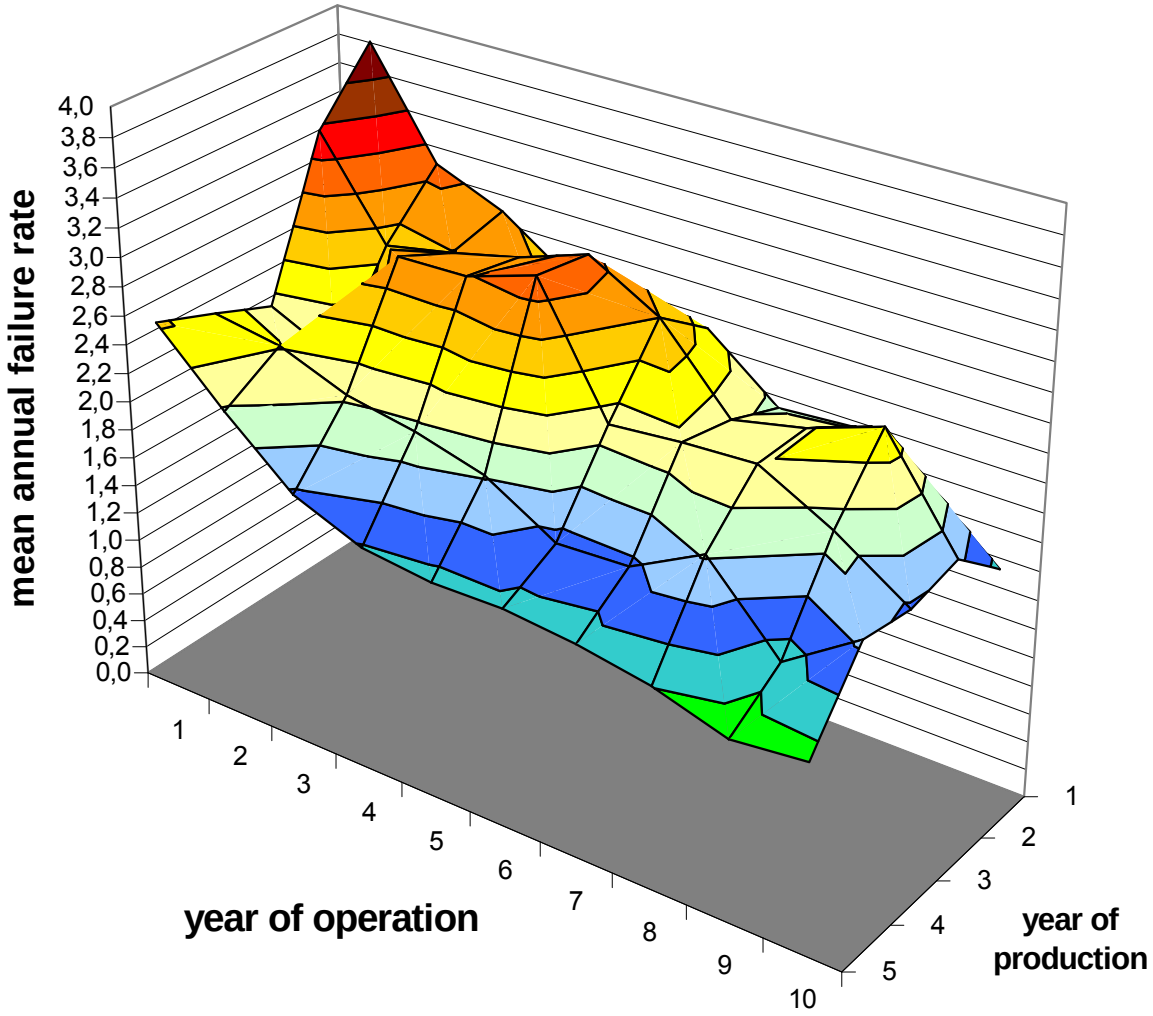
Instandhaltungsstrategien

Bei der zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung wird die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls einer Komponente auf der Basis statistisch analysierter Erfahrungen geschätzt.



Fraunhofer IWES

Erfahrungsgewinn

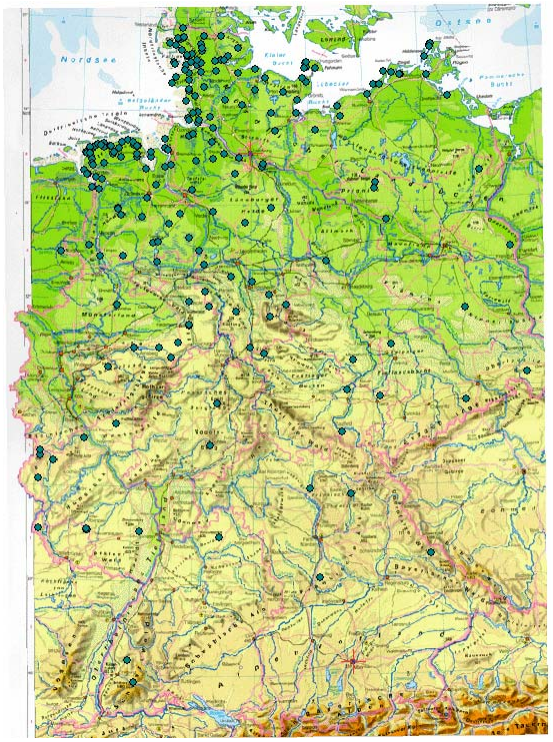


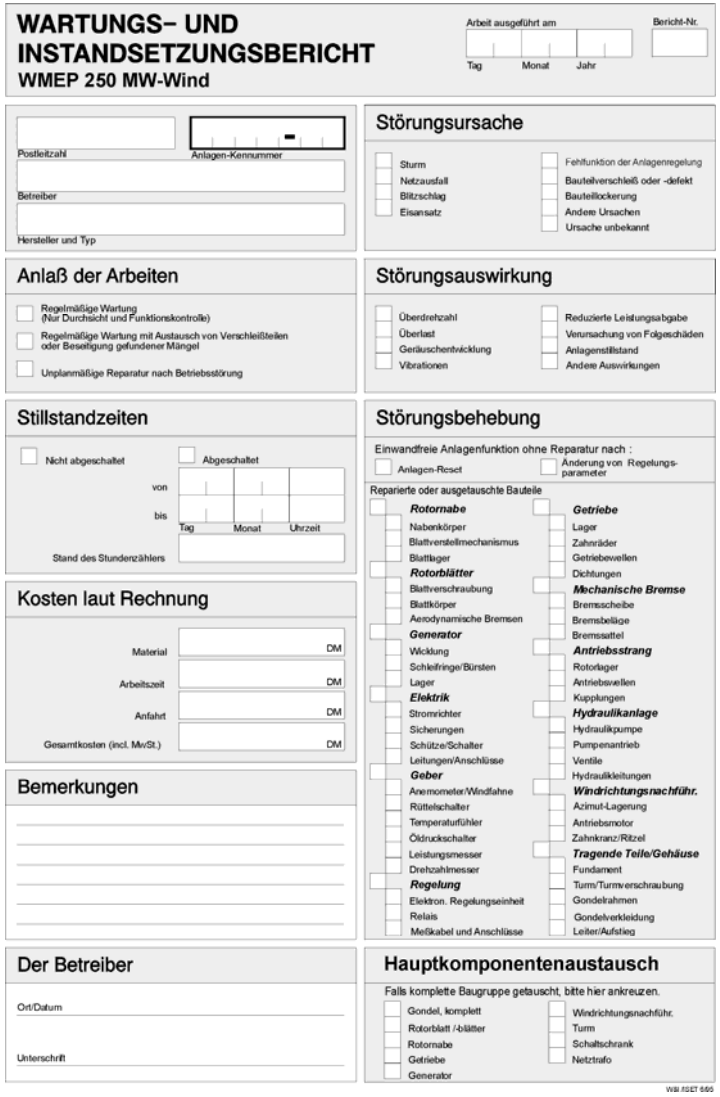
Fraunhofer IWES

Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm WMEP

„250 MW Wind“ (1989-2006)

193.000 monatliche Energielieferberichte und **64.000** Wartungs- und Instandsetzungsberichte von **1.500** WEA





WARTUNGS– UND INSTANDSETZUNGSBERICHT
WMEP 250 MW-Wind

Arbeit ausgeführt am: Tag / Monat / Jahr
Bericht-Nr.

Postleitzahl
Anlagen-Kennummer
Betreiber
Hersteller und Typ

Störungsursache
- Sturm
- Netzausfall
- Blitzschlag
- Eisansatz
- Fehlfunktion der Anlagenregelung
- Bauteilverschleiß oder -defekt
- Bauteillockerung
- Andere Ursachen
- Ursache unbekannt

Anlaß der Arbeiten
- Regelmäßige Wartung (Nur Durchsicht und Funktionskontrolle)
- Regelmäßige Wartung mit Austausch von Verschleißteilen oder Beseitigung gefundener Mängel
- Unplanmäßige Reparatur nach Betriebsstörung

Störungsauswirkung
- Überdrehzahl
- Überlast
- Geräuschentwicklung
- Vibrationen
- Reduzierte Leistungsabgabe
- Verursachung von Folgeschäden
- Anlagenstillstand
- Andere Auswirkungen

Stillstandzeiten
- Nicht abgeschaltet
- Abgeschaltet

von / bis: Tag, Monat, Uhrzeit
Stand des Stundenzählers

Störungsbehebung
Einwandfreie Anlagenfunktion ohne Reparatur nach :
- Anlagen-Reset
- Änderung von Regelungs-parameter

Reparierte oder ausgetauschte Bauteile
- ***Rotornabe***
  - Nabenkörper
  - Blattverstellmechanismus
  - Blattlager
- ***Rotorblätter***
  - Blattverschraubung
  - Blattkörper
  - Aerodynamische Bremsen
- ***Generator***
  - Wicklung
  - Schleifringe/Bürsten
  - Lager
- ***Elektrik***
  - Stromrichter
  - Sicherungen
  - Schütze/Schalter
  - Leitungen/Anschlüsse
- ***Geber***
  - Anemometer/Windfahne
  - Rüttelschalter
  - Temperaturfühler
  - Öldruckschalter
  - Leistungsmesser
  - Drehzahlmesser
- ***Regelung***
  - Elektron. Regelungseinheit
  - Relais
  - Meßkabel und Anschlüsse
- ***Getriebe***
  - Lager
  - Zahnräder
  - Getriebewellen
  - Dichtungen
- ***Mechanische Bremse***
  - Bremsscheibe
  - Bremsbeläge
  - Bremssattel
- ***Antriebsstrang***
  - Rotorlager
  - Antriebswellen
  - Kupplungen
- ***Hydraulikanlage***
  - Hydraulikpumpe
  - Pumpenantrieb
  - Ventile
  - Hydraulikleitungen
- ***Windrichtungsnachführ.***
  - Azimut-Lagerung
  - Antriebsmotor
  - Zahnkranz/Ritzel
- ***Tragende Teile/Gehäuse***
  - Fundament
  - Turm/Turmverschraubung
  - Gondelrahmen
  - Gondelverkleidung
  - Leiter/Aufstieg

Kosten laut Rechnung

Material	DM
Arbeitszeit	DM
Anfahrt	DM
Gesamtkosten (incl. MwSt.)	DM

Bemerkungen

Der Betreiber
Ort/Datum
Unterschrift

Hauptkomponentenaustausch
Falls komplette Baugruppe getauscht, bitte hier ankreuzen.
- Gondel, komplett
- Rotorblatt /-blätter
- Rotornabe
- Getriebe
- Generator
- Windrichtungsnachführ.
- Turm
- Schaltschrank
- Netztrafo

WM ASET 5/95

Fraunhofer IWES

Schadensdatenbanken

	Country	*Time span*	*Number of turbines*	*Turbine-Years of experience*
WMEP	Germany	1989 – 2006	1468	~15.000
LWK	Germany	1993 – 2006	241	5.719
Windstats	Germany	1995 – 2004	4285	27.700
Windstats	Denmark	1994 – 2003	904	18.700
VTT	Finnland	2000 – 2004	92	356
Elforsk	Sweden	1997 – 2004	723	4.378

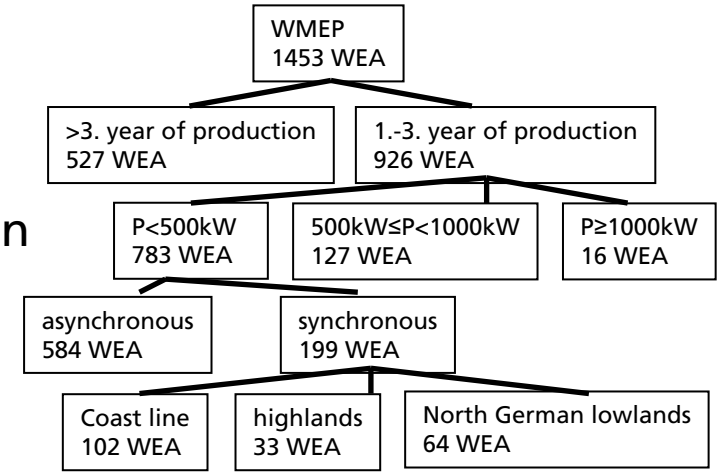
Schadensdatenbanken

	Average failure rate [failures/turbine/year]over whole survey period	*Annual downtime [hours/turbine/year] over whole survey period*
WMEP	2,4	156
LWK	1,9	27
Windstats	1,8	93
Windstats	0,7	-
VTT	1,5	237
Elforsk	0,9	58

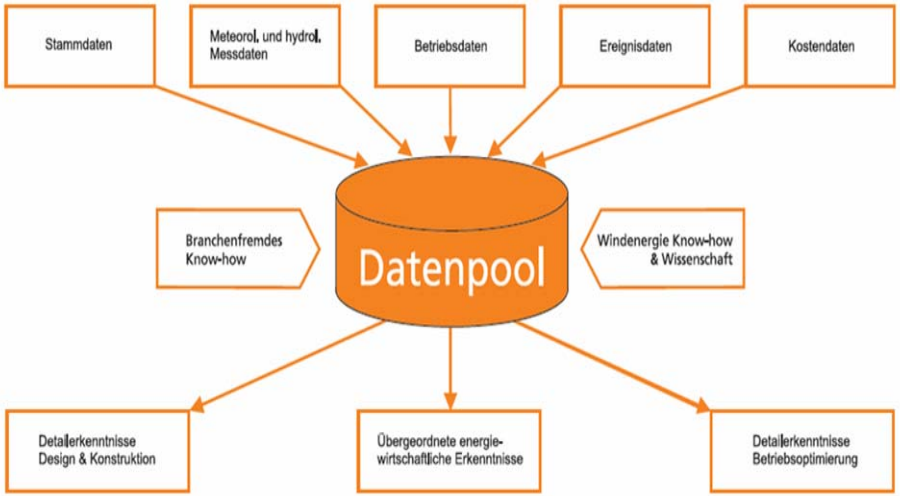
Statistische Belastbarkeit

Für differenzierte Analysen müssen Unterscheidungen nach Anlagengröße, technischen Konzepten, Standortbedingungen etc. vorgenommen werden.

Aufgrund der Parametervielfalt ist für statistisch belastbare Ergebnisse ein großer Datenbestand notwendig, welcher nur durch einen gemeinsamen Datenpool erreicht werden kann.



Belegungshäufigkeit von Klassen durch WEA im „250 MW Wind" Programm (WMEP)



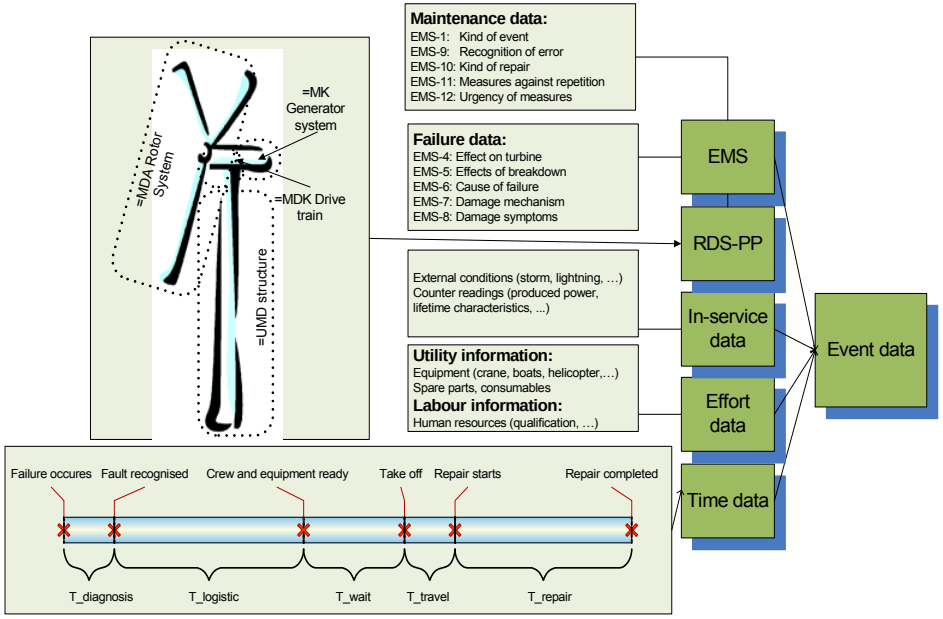
Fraunhofer IWES

Dokumentation von Ereignissen

Grundlage für die zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung ist die Kenntnis von

- strukturierten Zuverlässigkeitskennwerten
- validierten Instandhaltungskosten

unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen (Referenzwerte).



Somit sind

- genaue, detaillierte Dokumentationen
- einheitliche Benennung von Komponenten
- einheitliche Beschreibung von Unregelmäßigkeiten und Tätigkeiten

notwendig.

Fraunhofer IWES

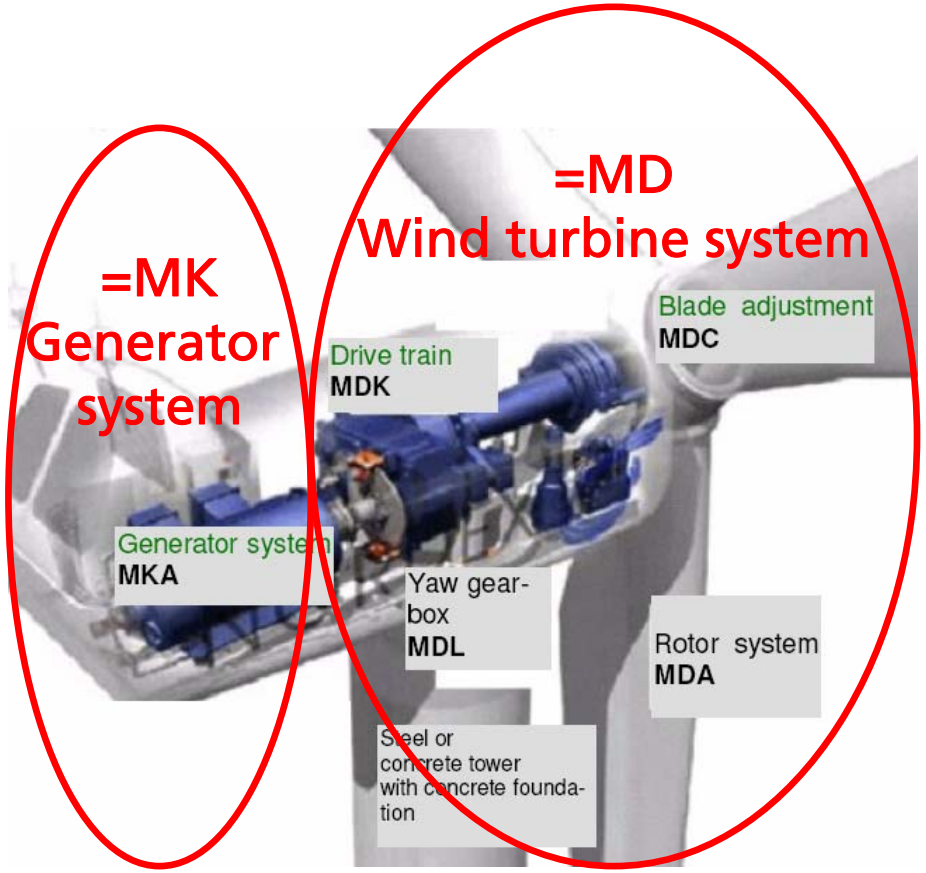
RDS-PP

Reference Designation System for Power Plants

Richtlinie VGB-B 116

Einheitliche Kennzeichnung der Funktionseinheiten

Eindeutige Zuordnung unabhängig von Hersteller, Bauart, …



Source: VGB power tech

Fraunhofer IWES

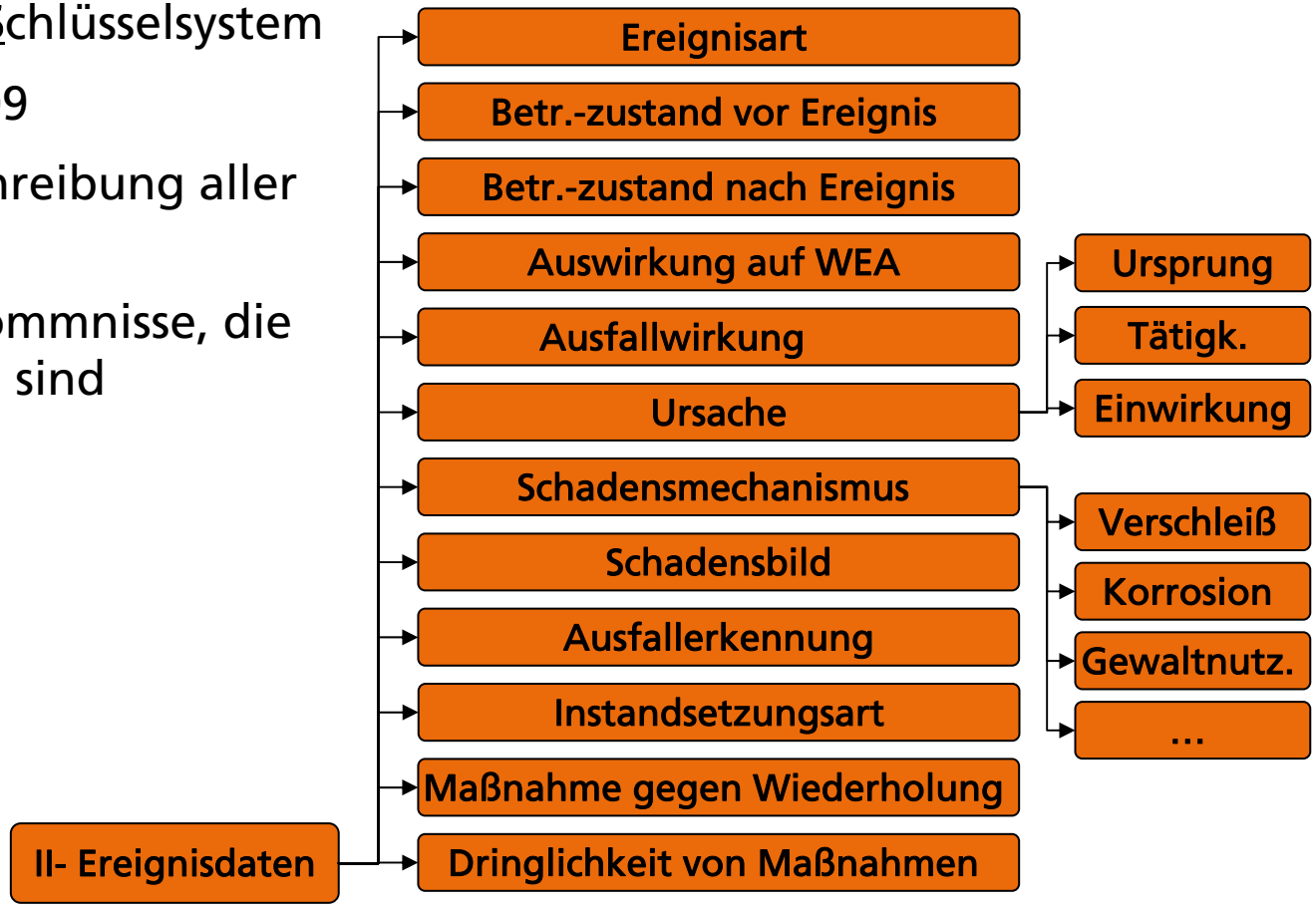
EMS

Ereignis-Merkmal-Schlüsselsystem

Richtlinie VGB-B 109

Hinreichende Beschreibung aller Ereignisse

Ereignis: alle Vorkommnisse, die nicht "Produktion" sind



Fraunhofer IWES

Nutzen von Schadensdatenbanken

Schadensdatenbanken liefern wertvolle Erkenntnisse zu

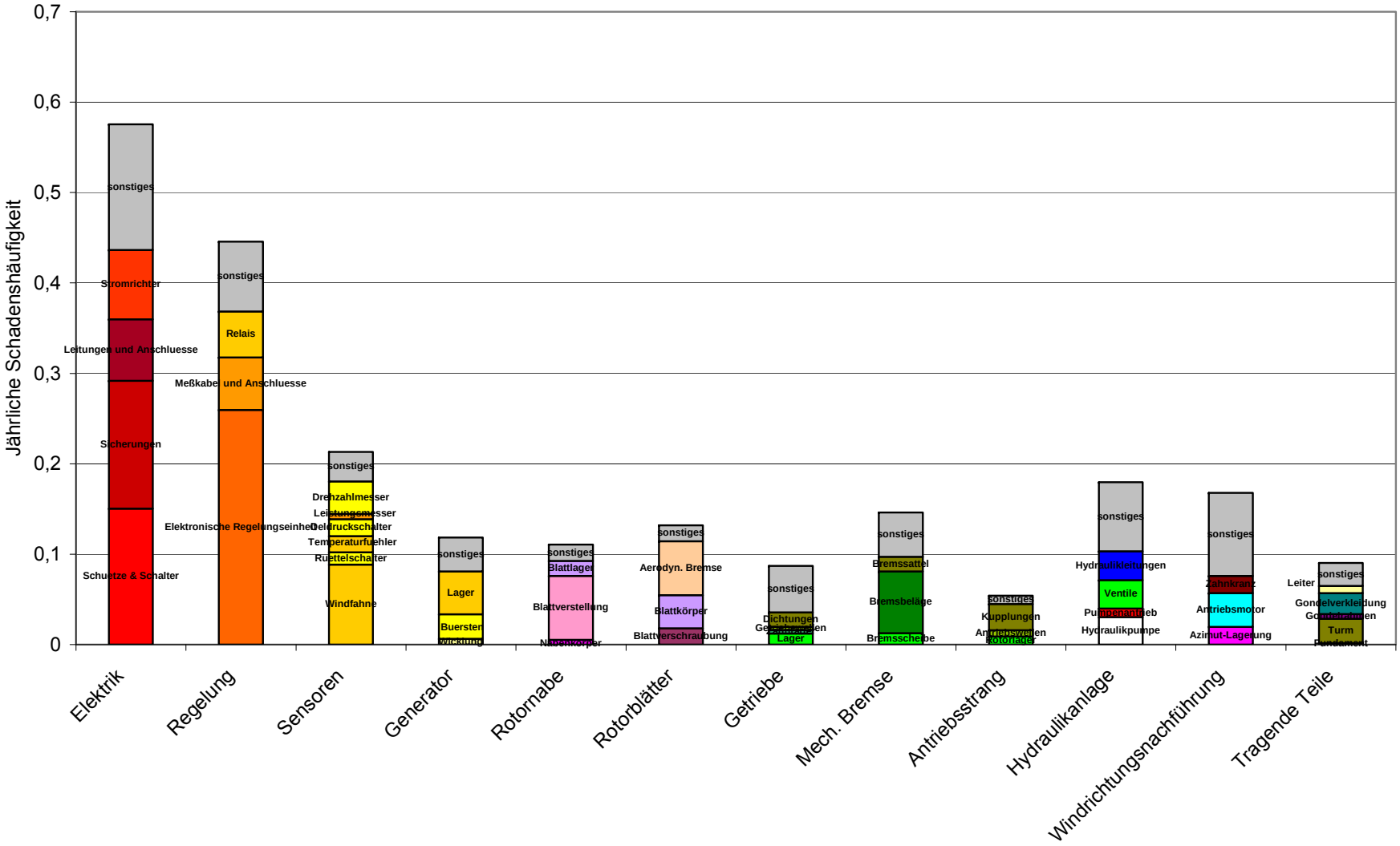
- Schwachstellen
- Ausfallzeiten
- Ursachen
- Trends

welche als Grundlage für die Optimierung von

- Design & Konstruktion
- Service, Wartung und Betrieb

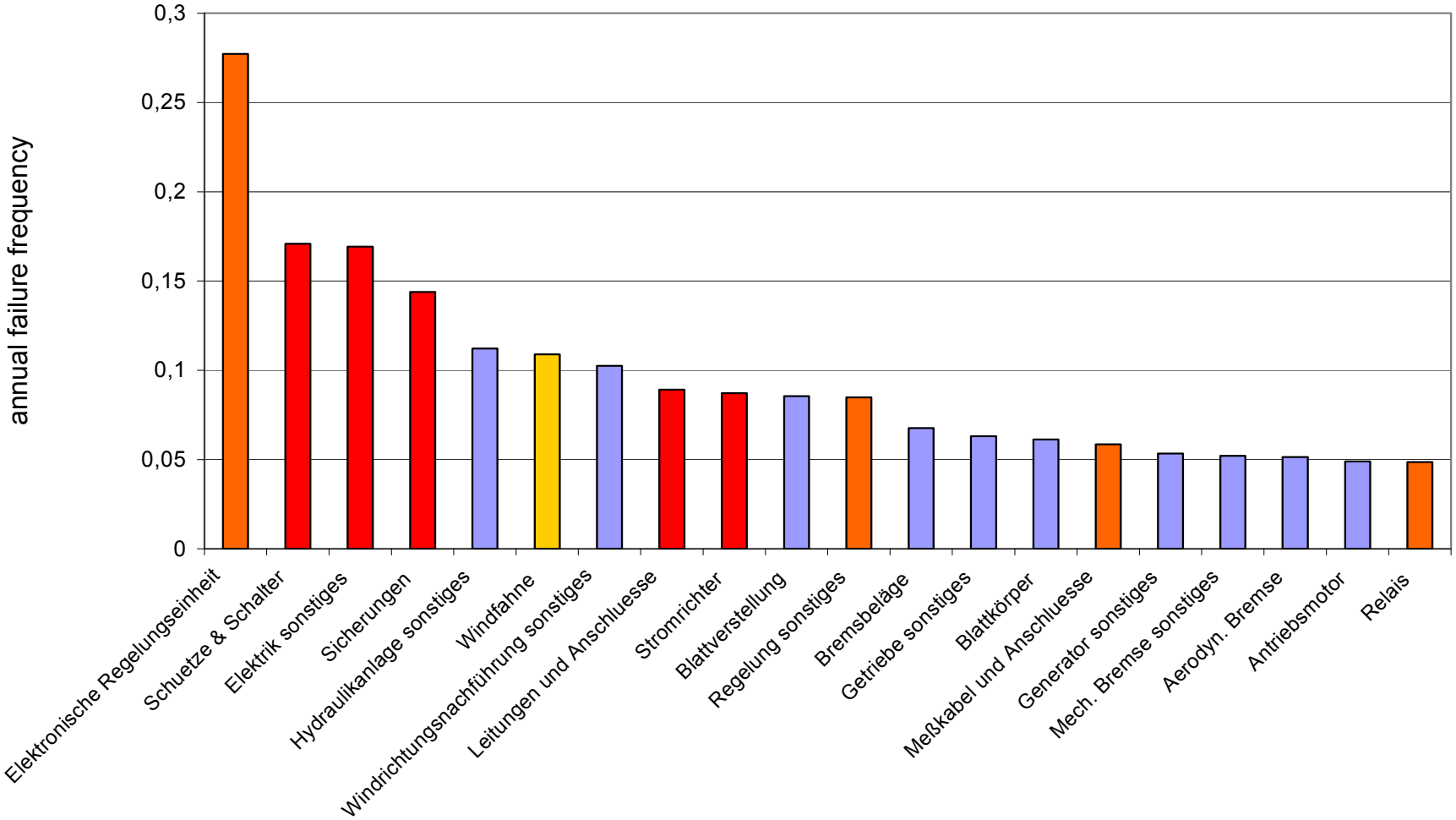
dienen

Betroffene Komponenten



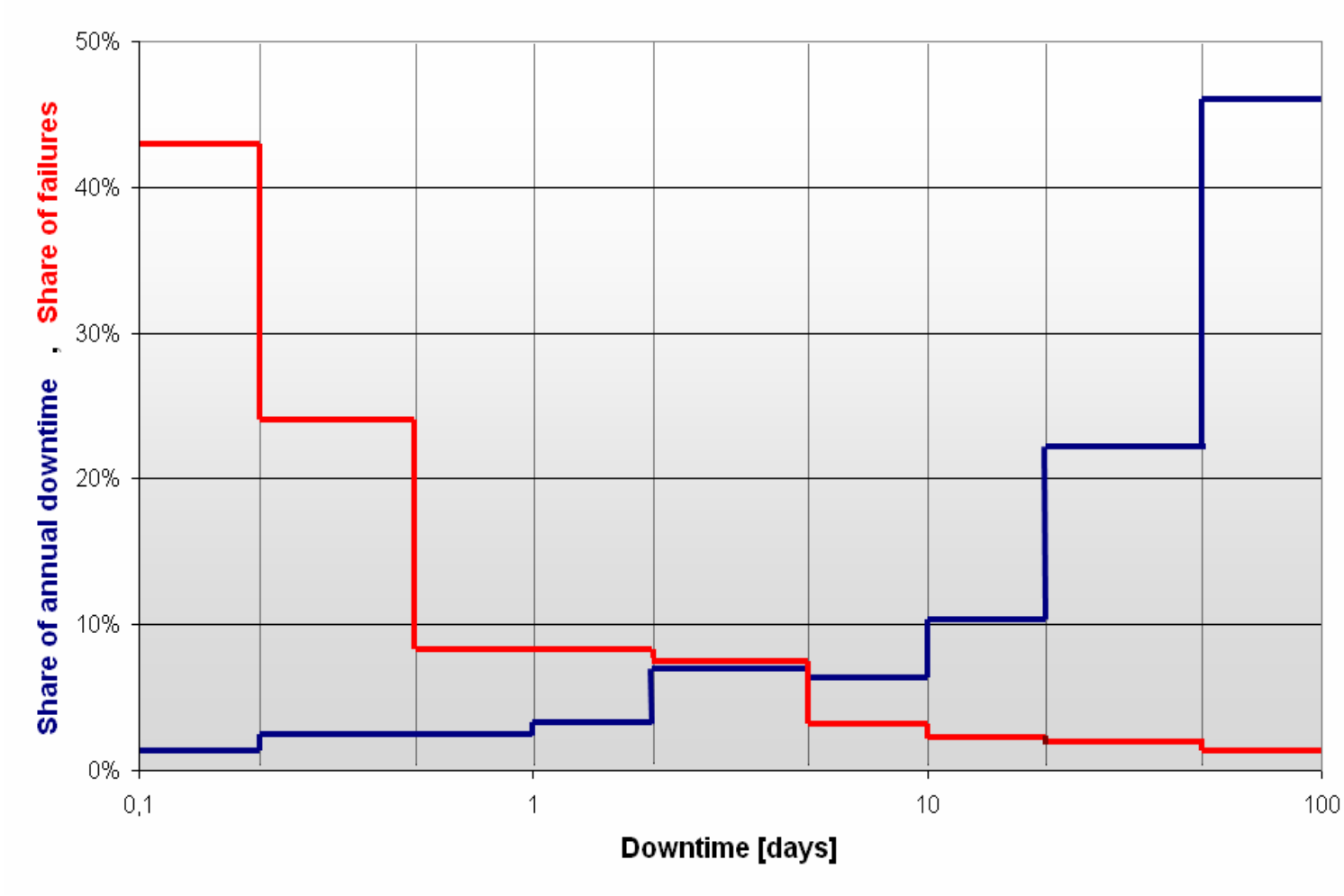
Fraunhofer IWES

Schwachstellen



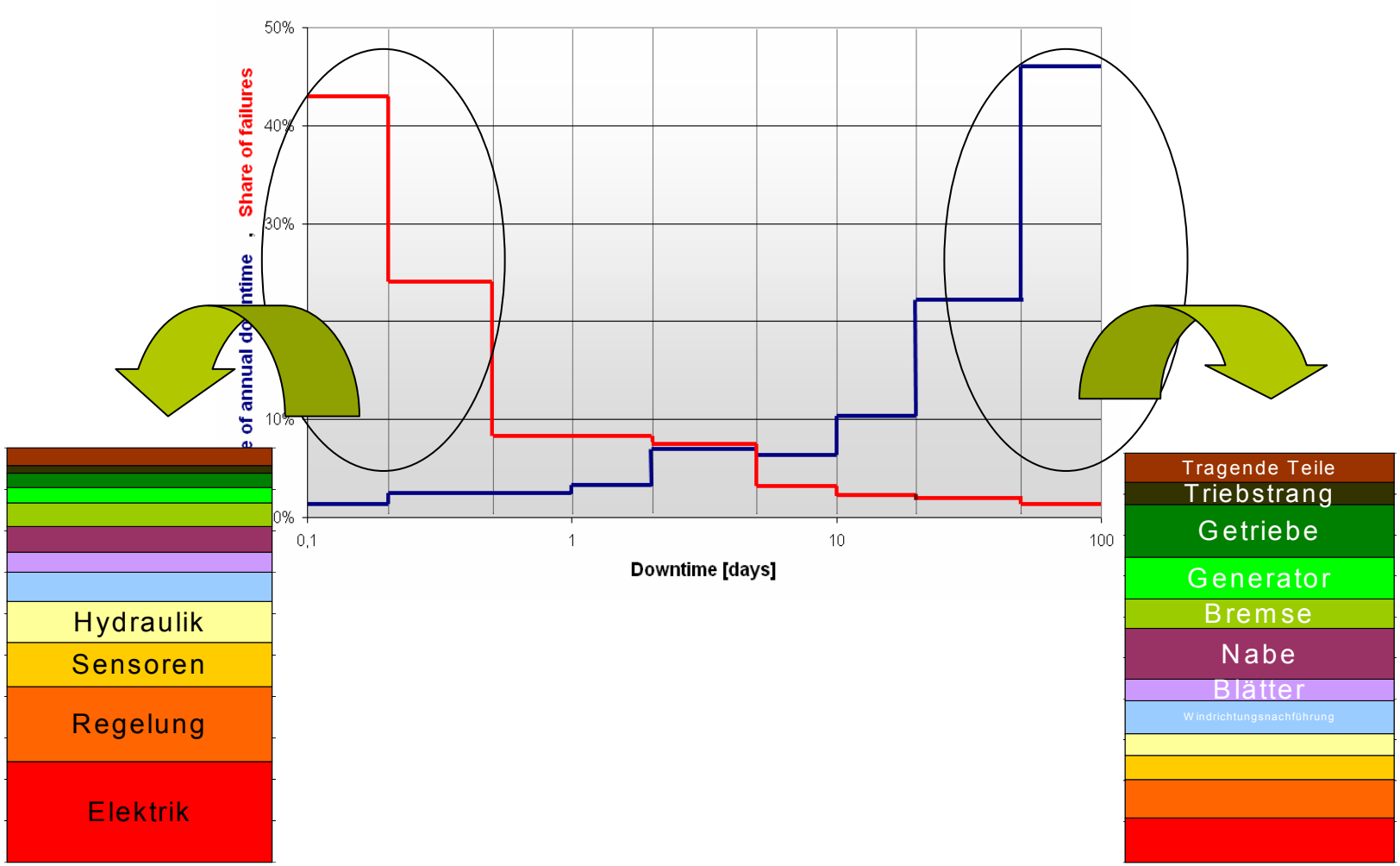
Fraunhofer IWES

Ausfallzeiten



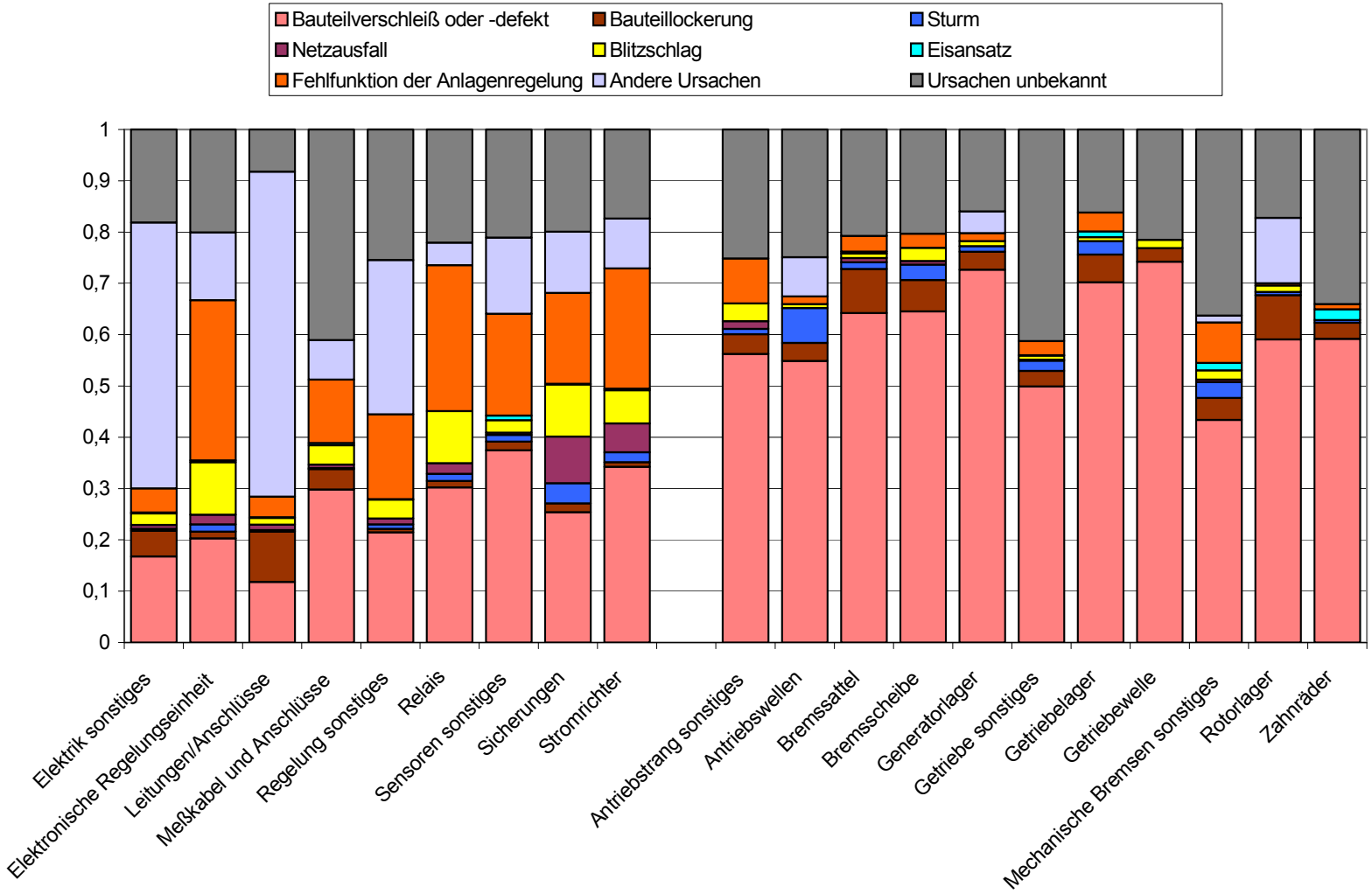
Fraunhofer IWES

Ausfallzeiten



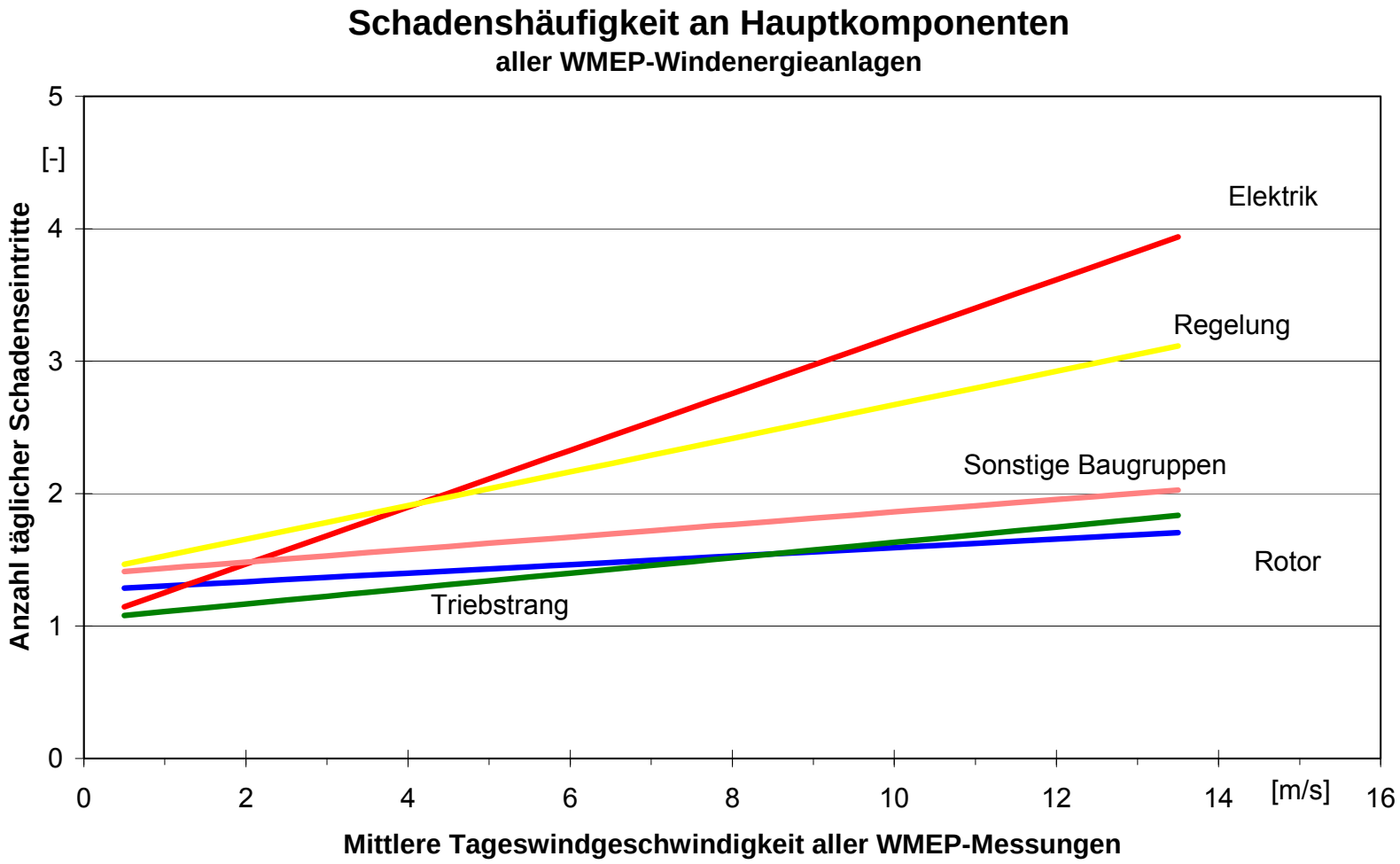
Fraunhofer IWES

Root Cause Analysis



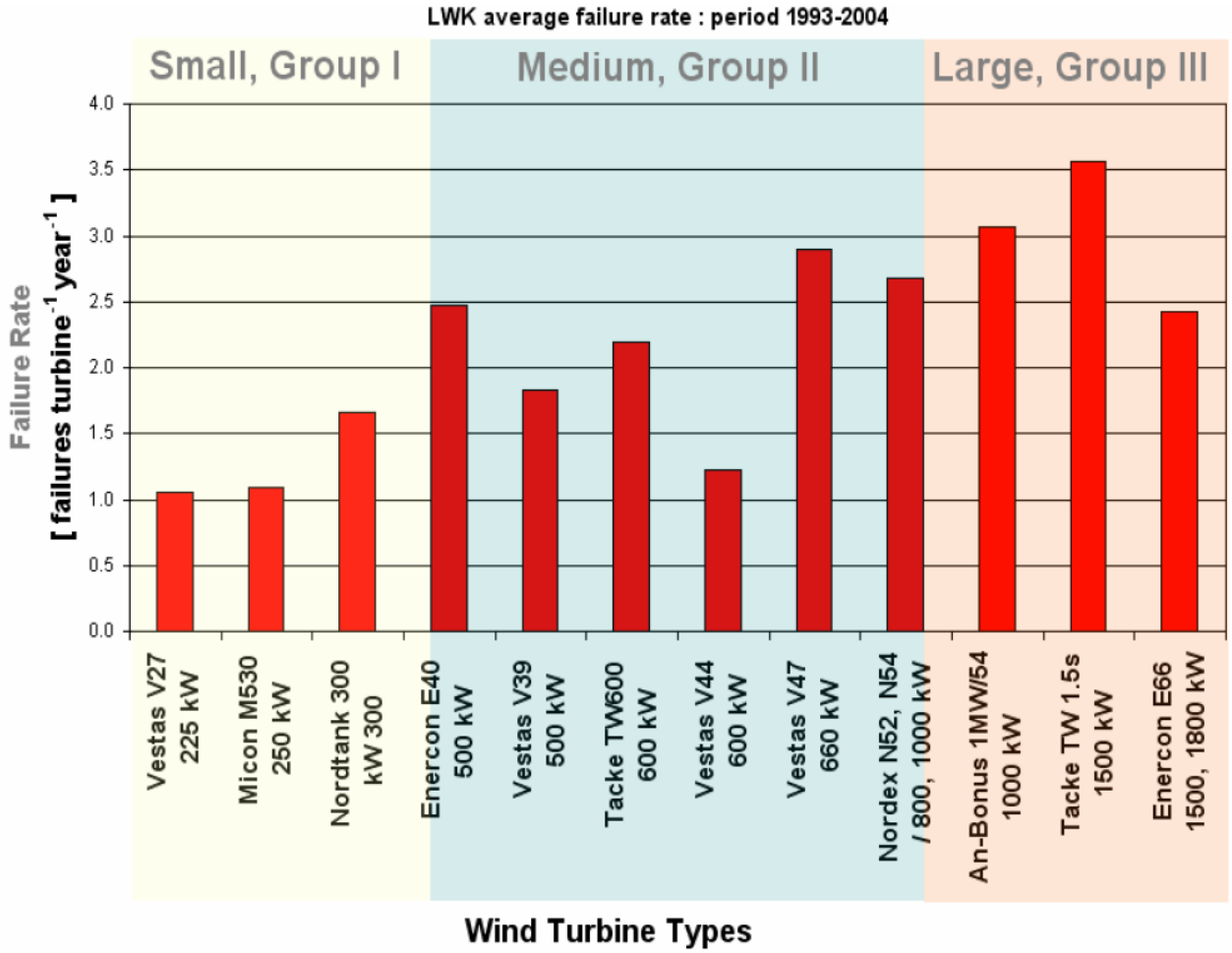
Fraunhofer IWES

Trends



Fraunhofer IWES

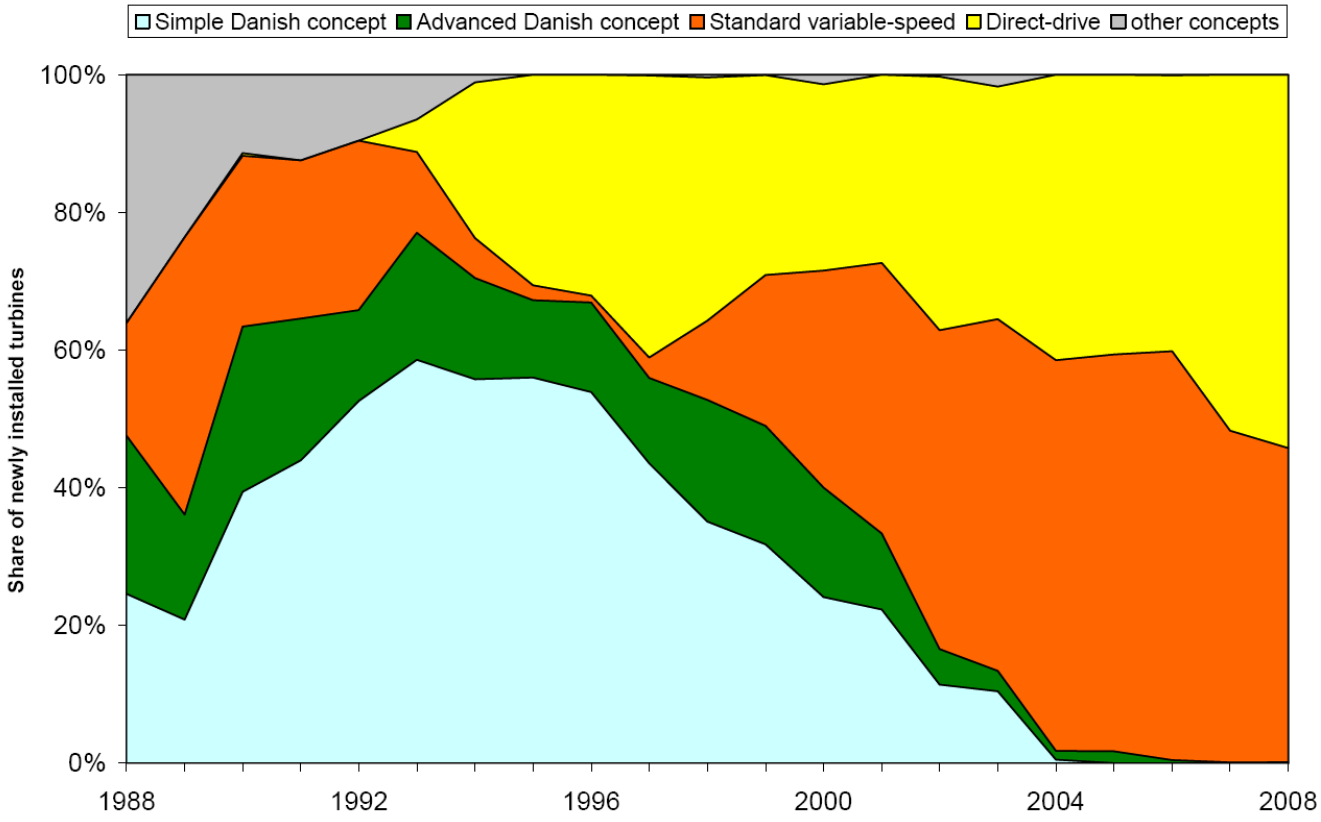
Trends



Fraunhofer IWES

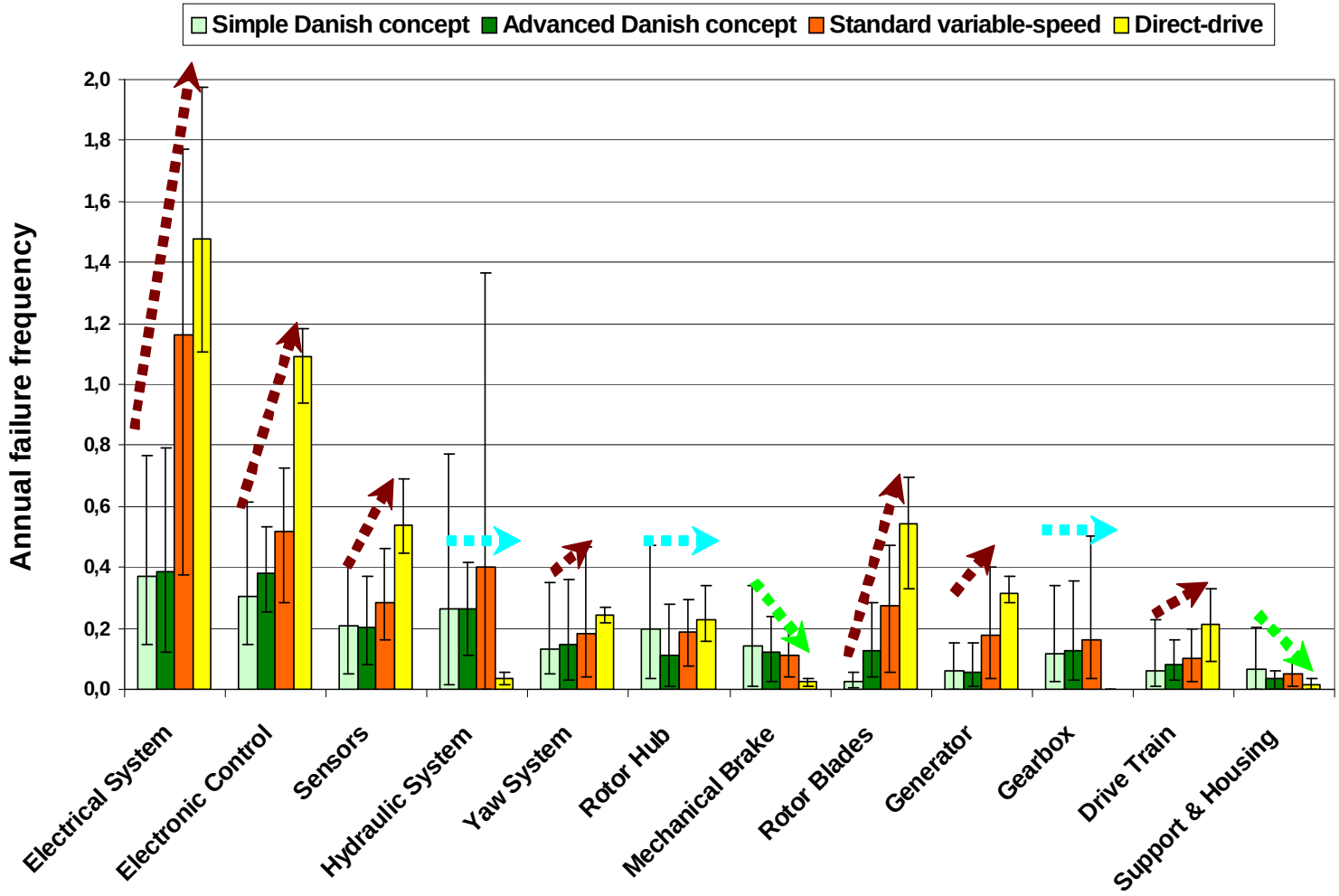
Trends

	I Simple Danish concept	II Advanced Danish concept	III Variable-speed concept	IV Direct-drive
Exemplary turbine groups[1]	AN Bonus 100/150 Vestas V 17/20	Vestas V 25/27/29 Ventis 20-100	Vestas V 63/66 Enercon E 32/33	Enercon E 40 Enercon E 66
Control	Stall	Pitch		
Speed characteristic	Constant		Variable	
Gearbox	Gearbox			Direct-drive



Fraunhofer IWES

Trends

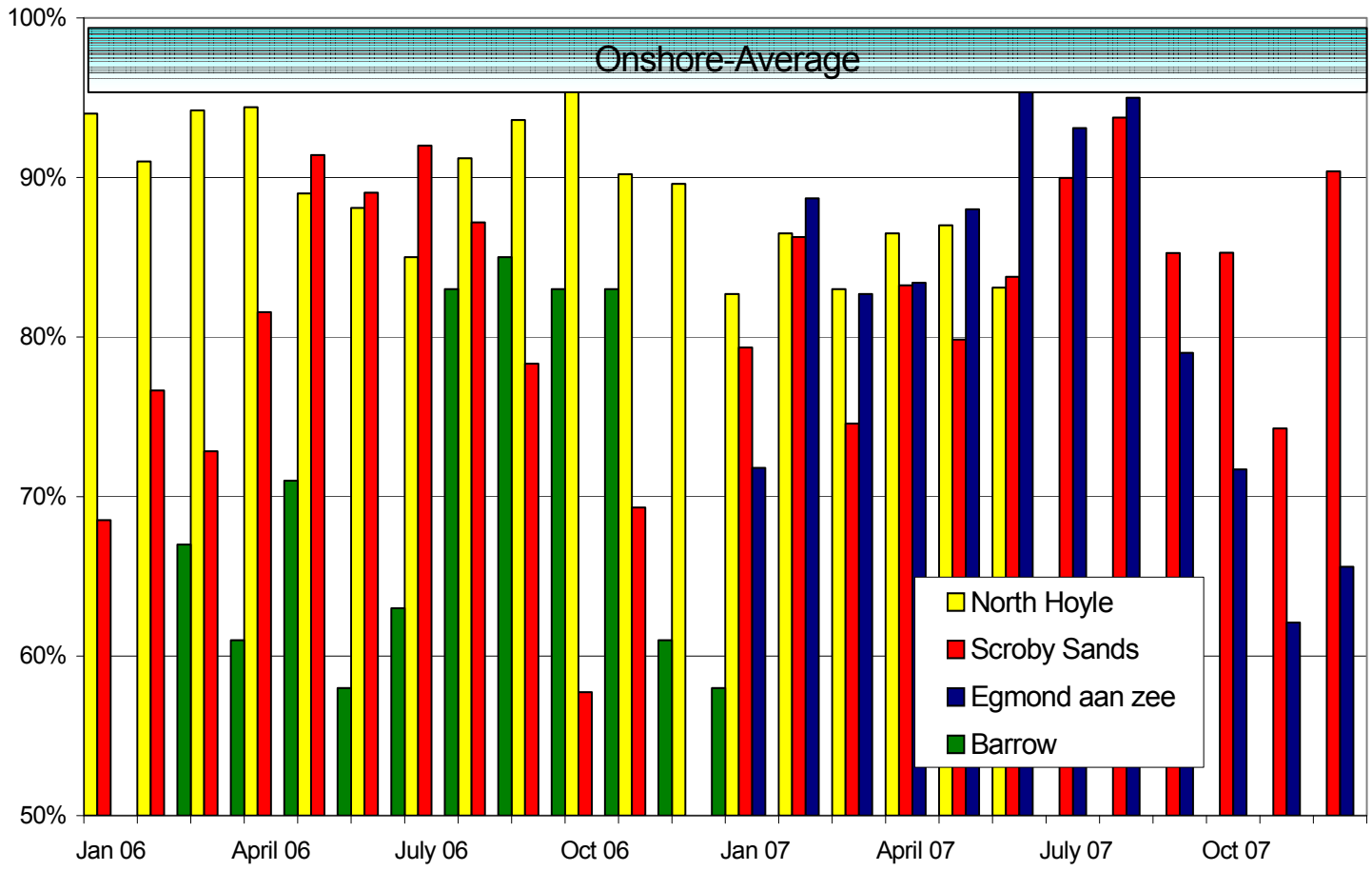


Fraunhofer IWES

Zusammenfassung

- Optimierungspotential vorhanden
- Diverse Schadensdatenbanken existieren
  - Vergleichbarkeit nicht möglich
  - Detailtiefe unzureichend
- Gemeinsamer Datenpool für statistische Belastbarkeit notwendig
- Einheitliche Datenstruktur als Vorraussetzung
- Schadensdatenbanken
  - liefern Hinweise auf Schwachstellen
  - ermöglichen das Erkennen von Trends

Ausblick



Fraunhofer IWES

Ausblick

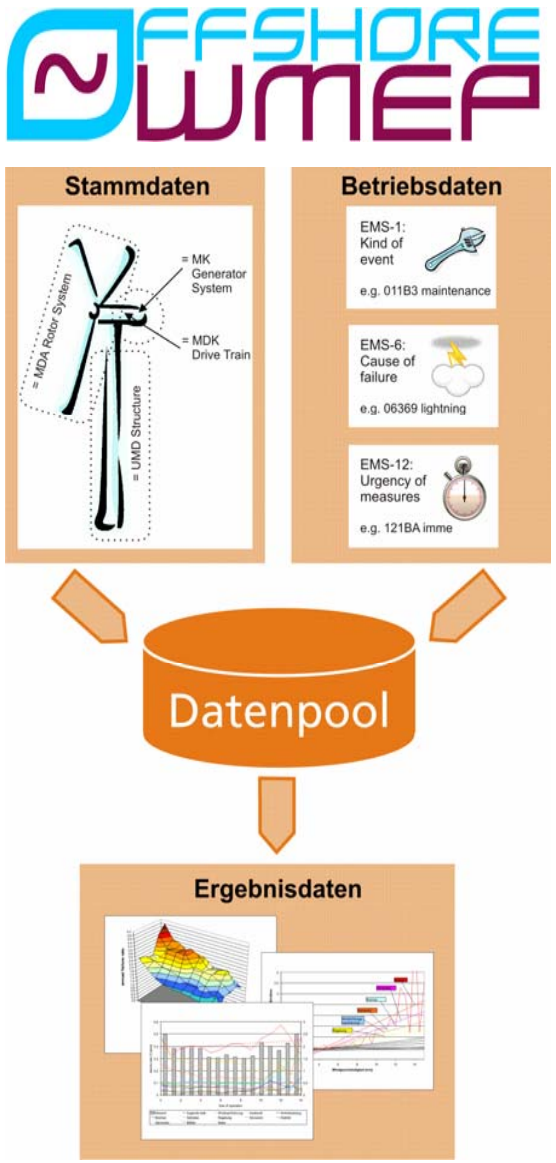
Monitoring der Offshore-Windenergienutzung – O~WMEP

Förderung durch BMU / PTJ:
3 Jahre, 1,12 Mio Euro

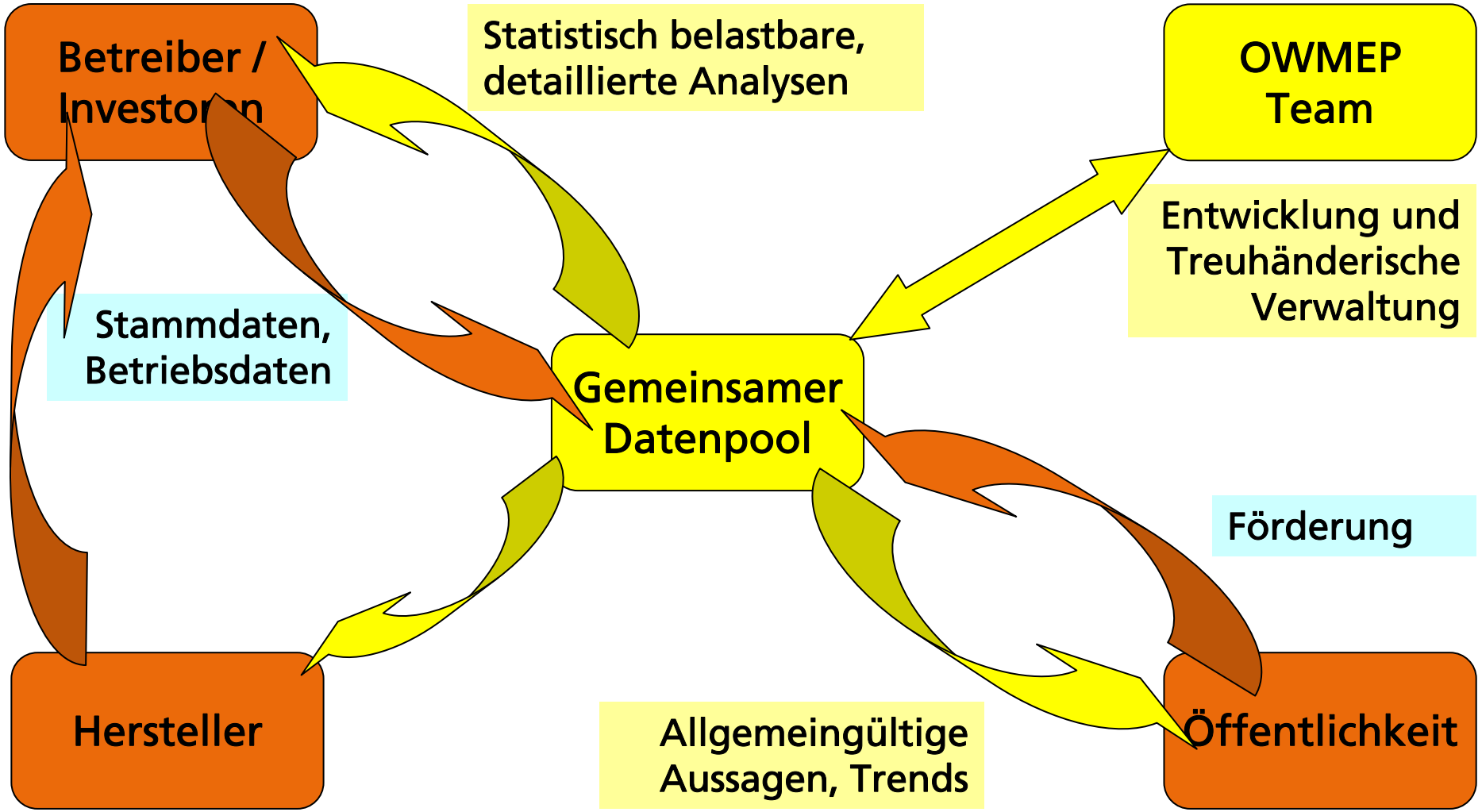
Aktuelle Konzeptphase von 9/2007 bis 8/2010

Beantwortung grundlegender Fragestellungen zur Windenergienutzung auf See
➔ Allgemeines Monitoring

Systematische Erfassung und Analyse von Betriebserfahrungen
➔ Optimierung von Instandhaltungsaufwand und Verfügbarkeit

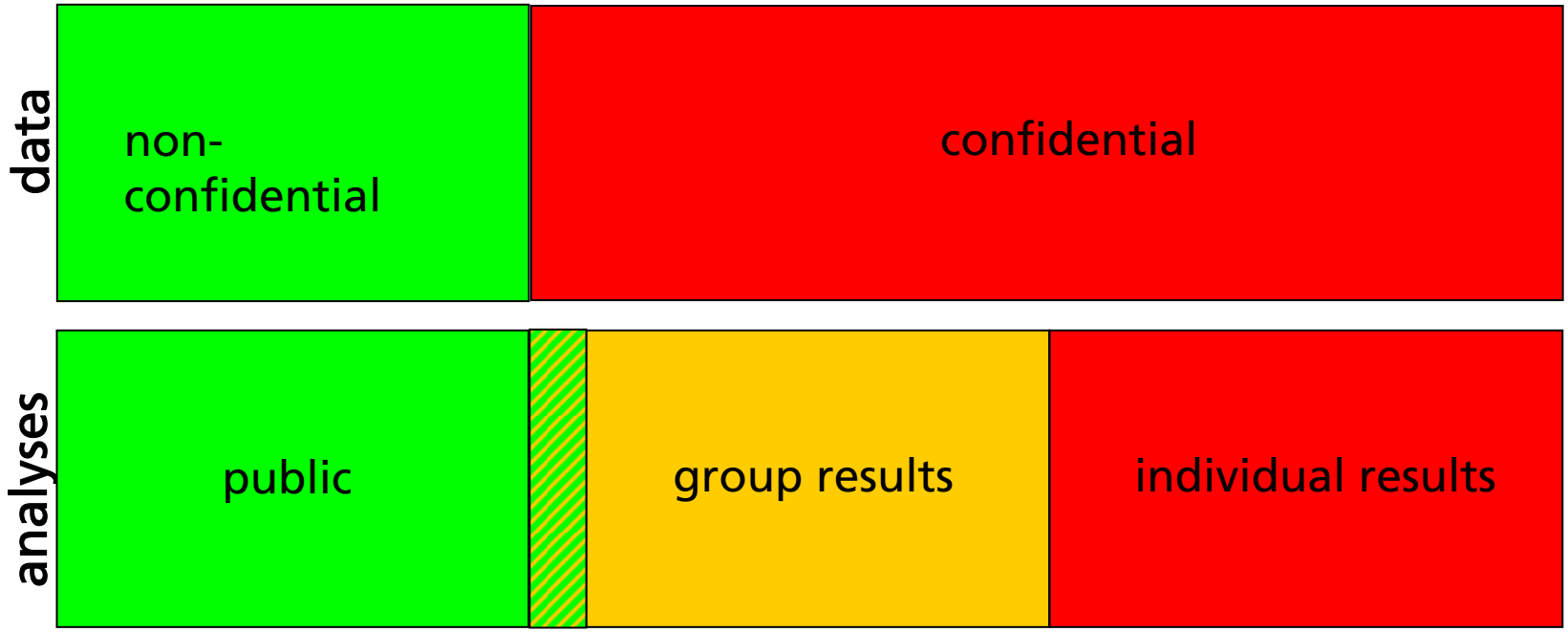


Datenpooling und Nutzen für Beteiligte



Fraunhofer IWES

Vertraulichkeitskonzept



Fraunhofer IWES

Thank you for your attention

Dipl.-Ing. M.Sc. Stefan Faulstich

Zuverlässigkeit und Instandhaltungsstrategien

F&E Bereich Energiewirtschaft und Netzbertrieb

Fraunhofer IWES

advancing energy systems