

# Normung zum Thema Schwingungsüberwachung

Zusatzmaterial zum Buch  
*Condition Monitoring und  
Instandhaltungsmanagement*



# INHALT

Dieser Beitrag gliedert sich in mehrere Hauptteile:

- [Struktur des gesamten Normenwerks](#)
- [VDI Richtlinien](#)
- [Normungsorganisationen und Fachgremien](#)
- [Ausgabeformate von Normen](#)
- [Aspekte der Normung](#)
- [Historische Entwicklung](#)
- [Links und Normenportale](#)



# Normungsorganisationen und Fachgremien

- National
  - DIN
  - VDI
  - ANSIS
- International
  - ISO
  - IEC



# Normungsgremien mit Spiegelgremien



NA 001-03-05 AA  
Schwingungsüberwachung von Maschinen und Anlagen  
ISO TC 108/SC 5  
Condition monitoring and diagnostics of machine systems



NA 001-03-03 AA  
Messung und Beurteilung von Maschinenschwingungen  
ISO/TC 108/SC 2  
Measurement and evaluation of mechanical vibration and shock as applied to machines, vehicles and structures

VDI GPP FA627  
Schwingungsanalysen – Verfahren und Darstellung der Ergebnisse

# Ausgabeformate von Normen

## DIN und DIN ISO

- PWI Preliminary Working Item
- DIS Draft international Standard (Entwurf)
- FDIS Final draft International Standard (Entwurf)
- AUSGABE Offizielle Dokument

## VDI Richtlinien

- Gründruck
- Weißdruck (Ausgabe)

Die Entwurfsformate FDIS und Gründruck haben bereits Gültigkeit und sind auch käuflich erhältlich.



# Die Struktur des Normensystems zur Zustandsüberwachung

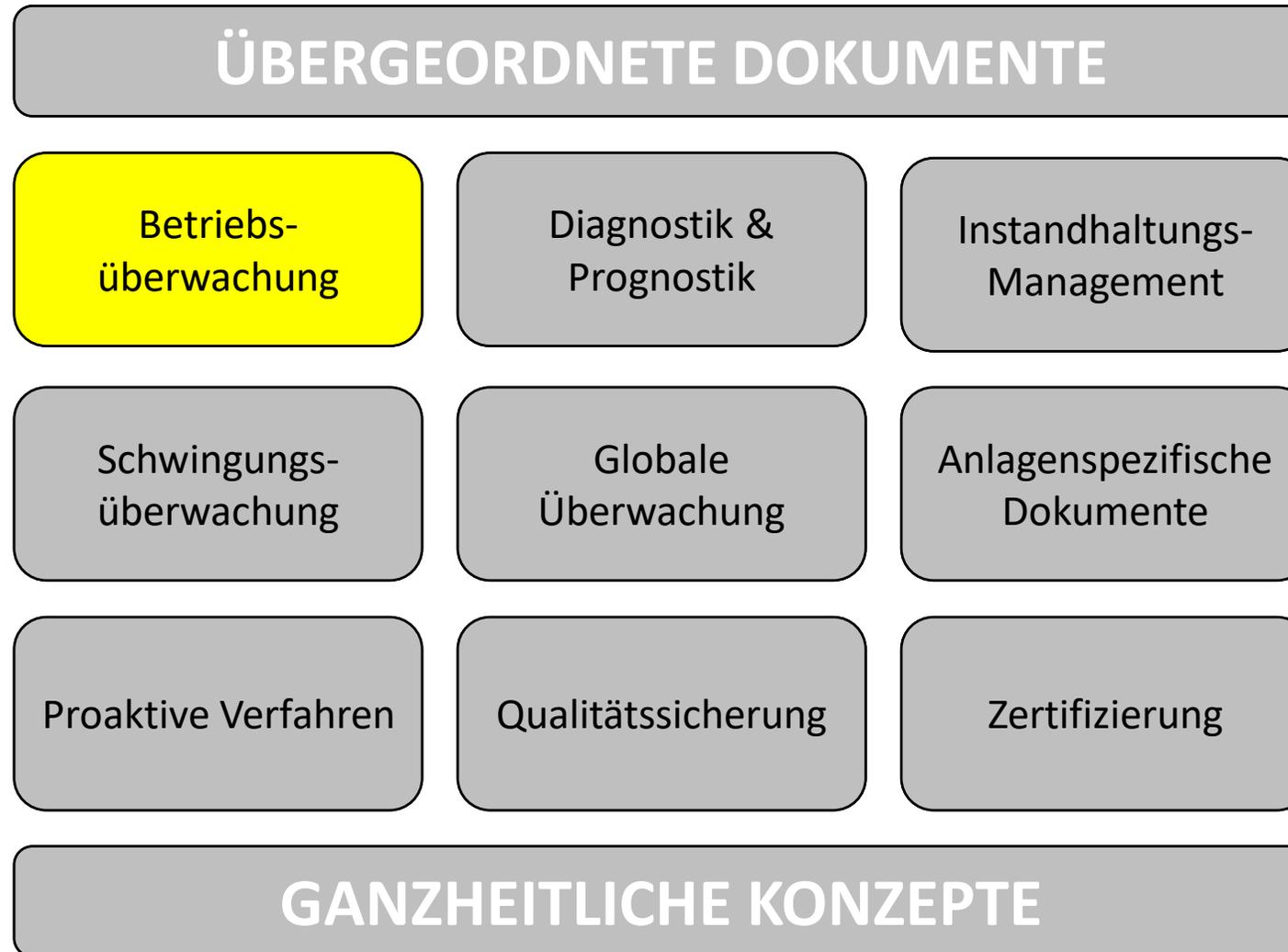
flächendeckend,  
organisch gewachsen



# Struktur des gesamten Normenwerks



# Struktur Betriebsüberwachung

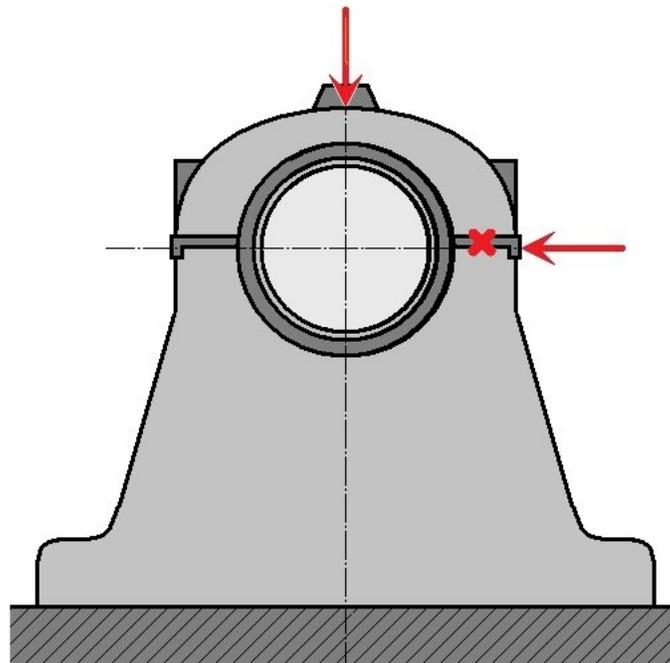


## Breitbandige Schwingungsüberwachung

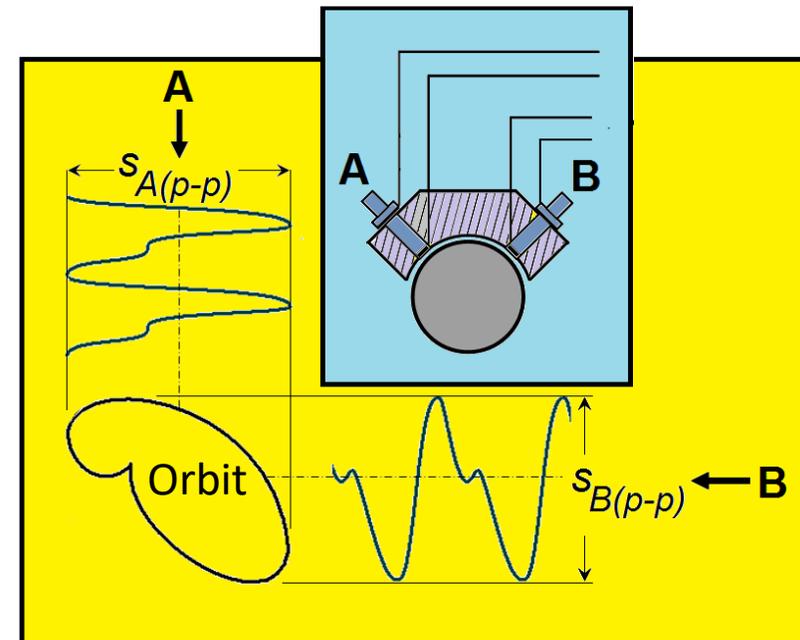
- vorwiegend  $v_{eff}$  oder  $s_{p-p}$
- definierter Frequenzbereich
- feste Grenzwerte
  
- **Basisdokument DIN ISO 20816**

# Messanordnungen für Betriebsüberwachungen

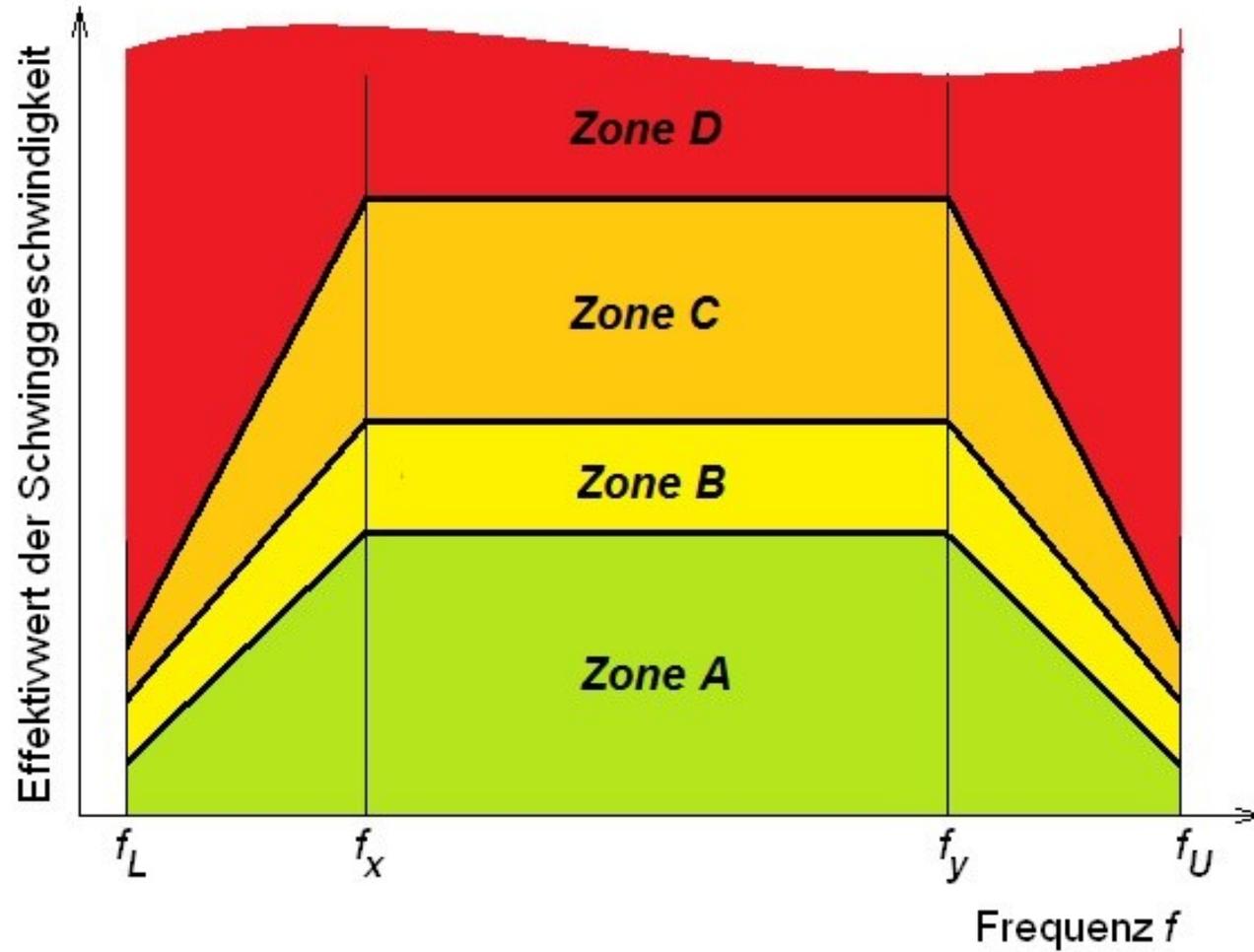
## Nicht-rotierende Teile



## Wellenschwingungen



# Beurteilungszonen nach DIN ISO 20816



## Interpretation der Beurteilungszonen

Zone	Beschreibung
A	Die Schwingungen neu in Betrieb gesetzter Maschinen liegen gewöhnlich in dieser Zone.
B	Maschinen, deren Schwingungen in dieser Zone liegen, werden üblicherweise als geeignet angesehen, ohne Einschränkungen im Dauerbetrieb zu laufen.
C	Maschinen, deren Schwingungen in dieser Zone liegen, werden üblicherweise als nicht geeignet angesehen, ständig im Dauerbetrieb zu laufen. Im Allgemeinen darf die Maschine aber für eine begrenzte Zeit in diesem Zustand betrieben werden, bis sich eine günstige Gelegenheit für Abhilfemaßnahmen ergibt.
D	Schwingungswerte innerhalb dieser Zone werden üblicherweise als so gefährlich angesehen, dass Schäden an der Maschine entstehen können.



# Beurteilungskriterien nach DIN ISO 20816

- Kriterium I – ist die Schwingstärke bei Nenndrehzahl und stationären Bedingungen
- Kriterium II – ist die Änderung der Schwingstärke gegenüber einem festgelegten Referenzwert
- *(Kriterium III: Stabilität des Phasenwinkels der drehfrequenten Komponente)*
- *Bewerten des dynamischen Verhaltens typischer Schwingungskenngrößen*
- Die Kriterien liefern bei kritischen Maschinenzuständen Empfehlungen für
  - ALARM oder
  - ABSCHALTUNG



# Anwendung der Beurteilungskriterien

- Kriterium I – Schwingstärke bei Nenndrehzahl und stationären Bedingungen findet Anwendung für
  - Überwachung (Beurteilung)
  - Abnahme

Übertitel	Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen
DIN ISO 20186-1	Allgemeine Anleitungen
DIN ISO 20816-2	Stationäre Gasturbinen, Dampfturbinen und Generatoren über 40 MW mit Gleitlagern und Nenndrehzahlen von 1500 min <sup>-1</sup> , 1800 min <sup>-1</sup> , 3000 min <sup>-1</sup> und 3600 min <sup>-1</sup>
DIN ISO 20816-3 (Entwurf)	Industriemaschinen mit einer Leistung über 15 kW und Betriebsdrehzahlen zwischen 120 min <sup>-1</sup> und 30000 min <sup>-1</sup>
DIN ISO 20816-4	Gasturbinen über 3 MW mit Gleitlagern
DIN ISO 20816-5	Maschinensätze in Wasserkraft- und Pumpspeichieranlagen
DIN ISO 10816-6	Hubkolbenmaschinen mit einer Leistung über 100 kW
DIN ISO 10816-7	Kreiselpumpen für den industriellen Einsatz (einschließlich Messung der Wellenschwingungen)
DIN ISO 20816-8	Hubkolbenkompressoren
DIN ISO 20816-9	Getriebe
DIN ISO 10816-21	Windenergieanlagen mit horizontaler Drehachse und Getriebe

## Normen für Drehschwingungen & Messtechnik

Übertitel	Mechanische Schwingungen - Drehschwingungen bei rotierenden Maschinen
ISO 22266-1	Stationäre Dampf- und Gasturbinen-Generator-Sätze über 50 MW
ISO 3046-5	Hubkolben-Verbrennungsmotoren - Anforderungen – Teil 5: Drehschwingungen
VDI 2039	Drehschwingungen im Antriebsstrang - Berechnung, Messung, Reduzierung

Übertitel	Messtechnik
DIN ISO 10817	Messeinrichtung für die Schwingungen rotierender Wellen – Teil 1: Erfassung der relativen und der absoluten Radialschwingungen
ISO 2954	Mechanische Schwingungen von Hubkolbenmaschinen und von Maschinen mit rotierenden Bauteilen - Anforderungen an Schwingstärkemessgeräte



# Historische Entwicklung

VDI Richtlinien als  
Vorstufe  
von ISO Normen



# Entstehung der breitbandigen Beurteilung historisch



## Entstehung der breitbandigen Beurteilung aktuell

**VDI 3834**

Schwingungen von  
Windenergieanlagen

**DIN ISO 10816-21**

Schwingungen von  
Windenergieanlagen



# Übergeordnete Dokumente

## ÜBERGEORDNETE DOKUMENTE

Betriebs-  
überwachung

Diagnostik &  
Prognostik

Instandhaltungs-  
Management

Schwingungs-  
überwachung

Globale  
Überwachung

Anlagenspezifische  
Dokumente

Proaktive Verfahren

Qualitätssicherung

Zertifizierung

## GANZHEITLICHE KONZEPTE



# Allgemeine Anleitungen

## ÜBERGEORDNETE DOKUMENTE

DIN ISO 17359

Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen –  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 17359 Beiblatt 1

Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen –  
Erläuterungen zu Fachbegriffen

ISO 13372

Terminology



# Diagnostik und Prognostik



# Allgemeine Anleitungen – Schwingungsüberwachung

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

# Schwingungs-Zustandsüberwach

DIN ISO 1735  
Allgemei

- Teil 1: Allgemeine Anleitungen
- Teil 2: Verarbeitung, Analyse und Darstellung von Schwingungsmesswerten
- Teil 3: Anleitungen zur Schwingungsdiagnose
- Teil 4: Verfahren zur Diagnostik an Gas und Dampfturbinen mit Gleitlagern
- Teil 5: Verfahren zur Diagnostik an Ventilatoren und Gebläsen
- Part 7: Diagnostik an Maschinensätzen in Wasserkraft- und Pumpspeicheranlagen
- Teil 9: Verfahren zur Diagnostik an Elektromotoren

# Dateninterpretation und Diagnostik

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

ISO 13379  
Verfahren zur  
Dateninterpretation und  
Diagnostik

- Teil 1: Allgemeine Anleitungen
- Teil 2: Datenbasierte Verfahren
- Part 3: Knowledge based applications (PWI)

ISO 13381  
Prognose

# Prognose

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

ISO 13379  
Verfahren zur  
Dateninterpretation und  
Diagnostik

- Teil 1: Allgemeine Anleitungen
- Teil 2: Datenbasierte Verfahren
- Part 3: Knowledge based applications (PWI)

ISO 13381  
Prognose  
Part 1: Allgemeine Anleitungen

# Diagnostik und Prognostik – Datenverarbeitung

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

ISO 13374

Verarbeitung, Austausch und  
Darstellung von Daten

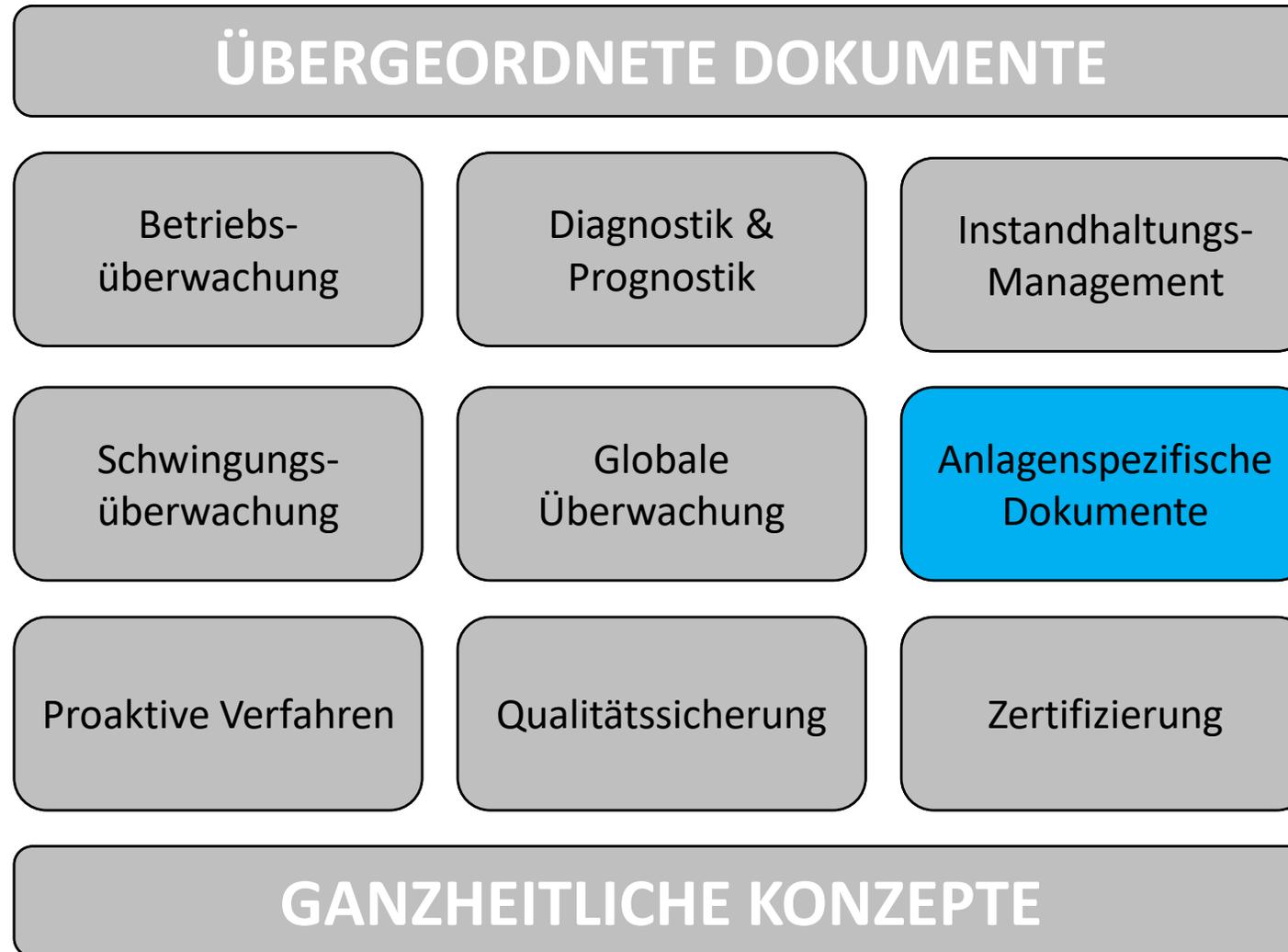
- Teil 1: Allgemeine Anleitungen
- Teil 2: Datenverarbeitung
- Teil 3: Datenaustausch
- Teil 4: Darstellung von Daten

DIN EN 61400-25-6

Windenergieanlagen - Teil 25-6

- Kommunikation für die  
Überwachung und Steuerung von  
Windenergieanlagen - Klassen  
logischer Knoten und Datenklassen  
für die Zustandsüberwachung

# Übersicht – anlagenspezifische Dokumente



# Anlagenspezifische Dokumenten

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

DIN EN ISO 13709  
Kreispumpen für den Einsatz in der Erdöl-,  
petrochemischen und Erdgasindustrie

ISO 14694  
Industrieventilatoren - Technische Vorschriften  
für die Wuchtgüte und Vibrationspegel

ISO 14839  
Schwingungen drehender Maschinen mit  
aktiven Magnetlagern

- Teil 1: Begriffe
- Teil 2: Bewertung der Schwingungen
- Teil 3: Ermittlung der Stabilitätsgrenzen
- Teil 4: Technische Anleitung

mehr ...

# Anlagenspezifische Dokumenten

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

DIN ISO 15242  
Wälzlager – Geräuschprüfung  
(Körperschallmessung)

- Teil 1: Grundlagen
- Teil 2: Radial-Kugellager mit zylindrischer Bohrung und zylindrischer Mantelfläche
- Teil 3: Radial-Pendelrollenlager und Radial-Kegelrollenlager mit zylindrischer Bohrung und zylindrischer Mantelfläche
- Teil 4: Radial-Zylinderrollenlager mit zylindrischer Bohrung und zylindrischer Mantelfläche

DIN ISO 16079  
Zustandsüberwachung und -diagnostik von  
Windenergieanlagen

- Teil 1: Allgemeine Leitlinien
- Teil 2: Überwachung des Antriebsstrangs

mehr ...



# Anlagenspezifische Dokumenten

DIN ISO 17359  
Allgemeine Anleitungen

ISO 19283  
Maschinensätze in Wasserkraftwerken

ISO 19860  
Anforderungen an Datenerfassungssysteme  
und Trend-Monitoring bei Gasturbinenanlagen

DIN ISO 13373  
Schwingungs-  
Zustandsüberwachung

# Übersicht – Zertifizierung



# Zertifizierung von Personal zur Zustandsüberwachung

## DIN ISO 18436

### Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen - Anforderungen an die Zertifizierung von Personal

- Teil 1: Sektorspezifische Anforderungen an Zertifizierungsstellen und den Zertifizierungsvorgang
- Teil 2: Schwingungszustandsüberwachung und -diagnostik
- Teil 3: Anforderungen an Schulungsstellen und den Schulungsvorgang
- Teil 4: Schmierstoffanalyse vor Ort
- Teil 5: Laborant für Schmierstoffanalyse
- Teil 6: Schallemission
- Teil 7: Thermografie
- Teil 8: Ultraschallemission

DIN ISO

# Überblick – Management und Qualitätssicherung



# Proaktives Management

DIN EN 60812

Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA)

DIN EN 50126

Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)

➤ Teil 1: Generischer RAMS-Prozess

➤ Teil 2: Systembezogene Sicherheitsmethodik

DIN SPEC 91345

Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0

DIN EN 62402:2008-01

Anleitung zum Obsoleszenzmanagement

# VDI Richtlinien

Anwendungsanweisungen



# VDI Richtlinien – Inhalt und Konzepte

- Technische Regelwerke
  - Richtungsweisend
  - Praxisorientiert
- Handlungsanweisungen
- Vorstufe von Normen
  - VDI 2056 → DIN ISO 10816
  - VDI 2059 → DIN ISO 7919
  - VDI 3834 → DIN ISO 10816-21

# Richtlinien zu Schwingungsmessung und Beurteilung

VDI 3832

Körperschallmessungen zur Zustandsbeurteilung von Wälzlagern in Maschinen und Anlagen

VDI 3834

Messung und Beurteilung der mechanischen Schwingungen von Windenergieanlagen und deren Komponenten

- Blatt 1: Windenergieanlagen mit Getriebe
- Blatt 2: Windenergieanlagen ohne Getriebe

VDI 4551

Strukturüberwachung und -beurteilung von Windenergieanlagen und Offshorestationen

# VDI Richtlinien zur Interpretation von Schwingungen

## VDI 3839

### Hinweise zur Messung und Interpretation der Schwingungen von Maschinen - Typische Schwingungsbilder

- Blatt 1: Allgemeine Grundlagen
- Blatt 2: Anregungen aus Unwuchten, Montagefehlern, Lagerungsstörungen und Schäden an rotierenden Bauteilen
- Blatt 4: Ventilatoren und Gebläse für Gase
- Blatt 5: Elektrische Maschinen
- Blatt 6: Hydraulische Kraftwerke
- Blatt 7: Typische Schwingungsbilder bei Pumpen
- Blatt 8: Typische Schwingungsbilder bei Kolbenmaschinen

# VDI Richtlinien zu Schwingungsanalyse

## VDI 3836

Messung und Beurteilung mechanischer Schwingungen von Schraubenverdichtern und Rootsgebläsen  
(Ergänzung von DIN ISO 10816-3)

## VDI 4550

Schwingungsanalysen - Verfahren und Darstellung

- Blatt 1: Begriffe und grundlegende Verfahren
- Blatt 3: Multivariate Verfahren

VDI Handbuch Schwingungstechnik

VDI-Richtlinien

Bezug auch im Abonnement möglich.



# Management und Qualitätssicherung



# Ganzheitliche Überwachung

- Vollständige Überwachung
  - Sämtliche Deskriptoren simultan überwachen
  - Berücksichtigung von Abhängigkeiten
- [DIN ISO 13379](#) – Dateninterpretation und Diagnostik
- [VDI 4550 Blatt 3](#) – Multivariate Analysen
- [DIN EN 60812](#) – FMEA
- [DIN EN 50126](#) – RAMS



# Asset Management

Anlagenwirtschaft



# Normen zum Asset Management

- Vermögensverwaltung
- Anlagenwirtschaft
  - Maschinen sind technische Assets
  - Condition Monitoring
- Software Lizenzmanagement
- ISO 55000, Asset Management
  - ISO 55000: Übersicht, Leitlinien, Begriffe
  - ISO 55001: Managementsysteme – Anforderungen
  - ISO 55002: Leitfaden für die Anwendung der Managementsysteme
- DIN SPEC 91345, Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0



# Bedeutung von Normen und Richtlinien

Vertrags- und Rechtsgrundlagen



# Aspekte der Normung

- Ziele der Normenarbeit
  - Dokumentation des aktuellen Industriestandards
    - Bauelemente (Schrauben)
    - Bewährte Verfahren
  - Entwicklung von Konzepten
    - Aktuelle Verfahren
    - Neue Verfahren
    - Strategien
  - Qualitätsmanagement
    - Fehlervermeidung (FMEA)
    - Zertifizierung
  - Vereinheitlichung von Standards



# Rechtskraft von Normen

- Normen haben keine Rechtskraft!
- Sie bieten
  - Festlegung des Standes der Technik
    - Basis für juristische Gutachten
  - Beurteilungs- und Abnahmerichtlinien
    - DIN ISO 20816
  - Basis zur Erstellung von Lastenheften

# Zusammenfassung

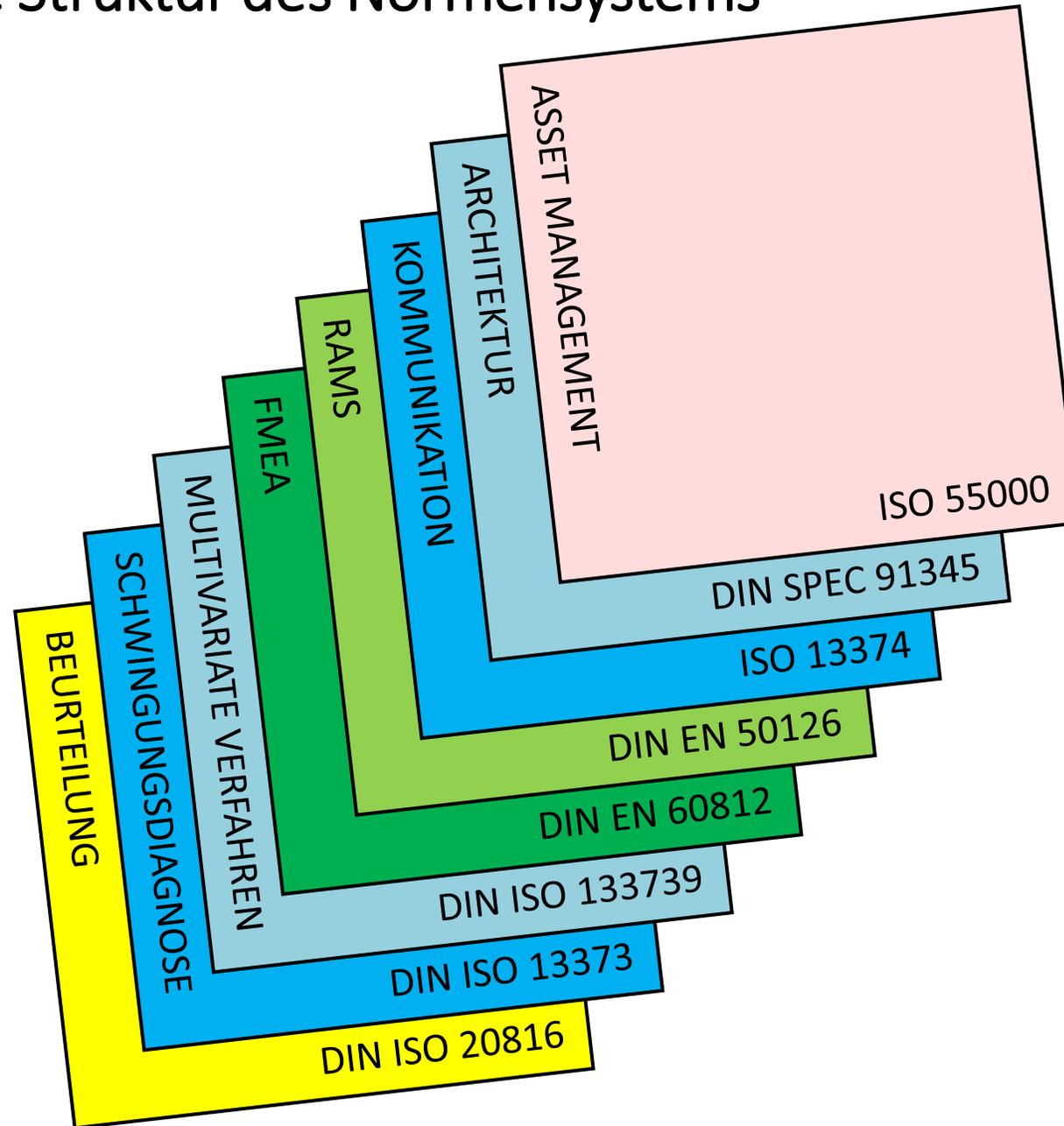
Normen als Wegbereiter



## Normung als Wegbereiter eines modernen Condition Monitoring

- Umfassendes Normensystem
- Vernetzung – national und international
- Skalierbar
  - Betriebsüberwachung
  - 
  - Asset Management
- Entwicklungsbasis
  - agiles Management
  - Internet of Things (IoT, IIoT)
  - Autonome Konzepte

# Hierarchische Struktur des Normensystems



# Links und Normenportale

- Beuth-Verlag [www.Beuth.de](http://www.Beuth.de)
  - Titel
  - aktuelle Ausgaben
  - auch Entwürfe, DIS, FDIS
- Normenportale

Nähere Informationen über Inhalte von Normen und Richtlinien findet man auf der Webseite des Beuth-Verlags und über Normenportale. Letztere sind auch an den meisten Universitäten und Hochschulen zugreifbar.

