



# Condition Monitoring

Strategien - Stand der Technik – Anwendung auf den Schienenverkehr



# Agenda

1. Einleitung / Wo kommen wir her?
2. Was ist Condition Monitoring und warum?
3. Strategie
4. Wo wird es bereits genutzt?
5. Einsatzpotenziale in der Schienenfahrzeugtechnik
6. Probleme
7. Fazit



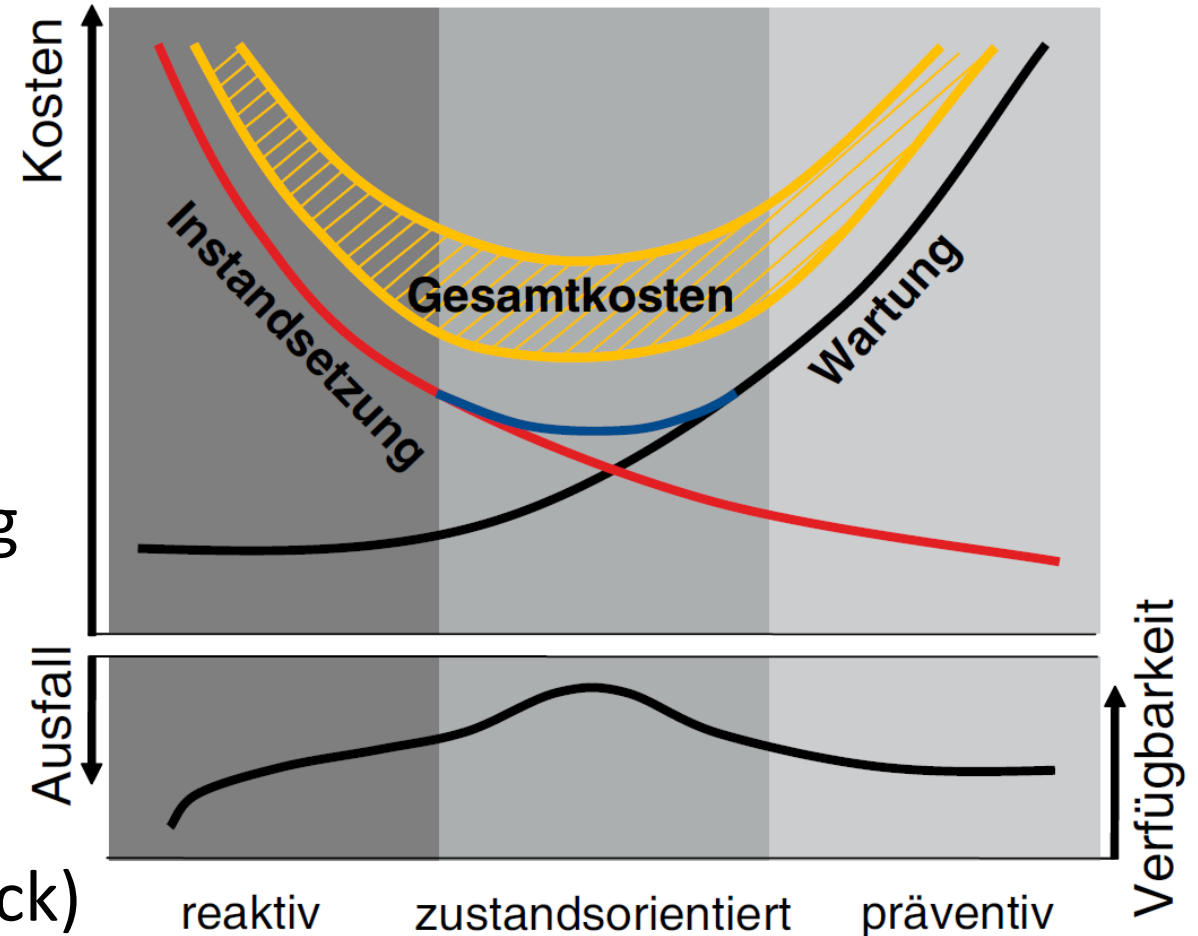
# Einleitung / Wo kommen wir her?

- Ziele der Instandhaltung:
  - Maximierung der Lebensdauer
  - Maximierung der Verfügbarkeit
  - Minimierung der Ausfälle/Störungen
  - Minimierung der Kosten
- Mit Blick auf die Eisenbahn: insbesondere unter Beibehaltung oder Nachweis besserer oder gleicher Sicherheit!!!!



# Einleitung / Wo kommen wir her?

- Instandhaltungsstrategien:
  - Präventive Instandhaltung
  - Reaktive Instandhaltung (Bruch)
- Zustandsorientierte Instandhaltung als „neue“ Option
- Prospektive Instandhaltung (Predictive Maintenance als Ausblick)



Quelle: J. Reichel, G. Müller, J. Mandelartz (Hrsg.), *Betriebliche Instandhaltung*. Springer 2009



# Was ist Condition Monitoring?

- Kontinuierliche Zustandsüberwachung bestimmter Komponenten, bzw. der gesamten Maschine während des Betriebs (Sensortechnik und heutige Datenübertragung macht's möglich)
- Generierung von Informationen über den tatsächlichen Zustand
- Daraus abgeleitet kann eine zustandsorientierte Instandhaltung erfolgen

## **Folgen:**

- Ausnutzung der gesamten Lebenszeit von Komponenten
- Reduktion von Ausfällen durch Überschreitung der Lebensdauer von Komponenten
- Entwicklung einer prospektiven Instandhaltungsstrategie auf Basis „historischer Daten“ (predictive maintenance, Vorhersage von Notwendigkeiten)
  - Flexibilisierung der Wartung
  - Optimale Wartungszeitpunkte sowohl technisch als kostenabhängig



# Strategie

- Strategie eines Condition Monitoring Systems:
  - **Zustandserfassung:** Messwerte aufnehmen
  - **Zustandsvergleich:** Messwerte mit Referenz vergleichen
  - **Zustandsdiagnose:** Bewertung anhand des Zustandsvergleichs mit Folgen wie z.B. Austausch, Wartung, Stilllegung (Einbettung in Strategie)



# Strategie

- Ablauf zur Einführung eigener CMS:
  - Zu überprüfende Komponenten festlegen
  - Geeignete Messstelle und Sensoren finden
  - Zu messende / vergleichbare Parameter festlegen
  - Technische und wirtschaftliche Bewertung der unterschiedlichen Systeme
  - Auswahl geeigneter Systeme
  - Auswerteschema und Grenzwerte mit Folgen entwickeln
  - Datenmanagement konzipieren (Ablage, Verarbeitung, Kommunikation, Visualisierung....)
  - Implementierung in zur Funktionsüberprüfung und Validierung



# Ausblick

## Was kommt nach Condition Monitoring?

- Condition Monitoring bildet die Grundlage für Predictive Maintenance (Vorhersage, vorausschauende Wartung)
- Überwachung von Einzelkomponenten reicht nicht aus, um die Instandhaltung zu flexibilisieren – es besteht die Notwendigkeit der Systembetrachtung
- Alle für die Instandhaltung relevanten Parameter eines Systems müssen berücksichtigt werden
- Zukunftsprojekt Presprictive Maintenance („Selbstheilung“ des Systems durch bspw. Parameteranpassung während des Betriebes)





# Wo wird es bereits genutzt?

- Komponenten, die überwacht werden können:
  - Im Grundsatz können nahezu alle Komponenten sensortechnisch überwacht werden!  
Entscheidend ist
    - die Nutzenanalyse und zwar in technischer sowie kfm. Hinsicht (heute auch unter den Begriffen Business-Data und Engineering-Data gefasst)
    - Entwicklung einer Strategie mit „Auswertungs- und Entscheidungs-Intelligenz“
- Parameter, die z.B. überwacht werden können:
  - Beschleunigung (daraus abgeleitet Frequenz, etc.)
  - Temperatur
  - Flüssigkeitsanalyse: Viskosität, Dielektrizität, Partikelmessung, usw.)
  - Druck



# Wo wird es bereits genutzt?

- Beispiel der Kosteneinsparung:
  - Getriebe Windrad:
    - Kosten Lagertausch: 2.000-6.000€
    - Kosten Totalschaden Getriebe: 80.000-250.000€
    - Amortisierung des CMS nach 2-4 Jahren
  - Sichter
    - Kosten Lagertausch: 2.000 €
    - Kosten Reparatur und Produktionsausfall: 120.000€
  - Mobile Arbeitsmaschinen:
    - Verlängerung der Ölwechselintervalls von 2.000h auf 4.000h
  - Trenitalia: Senkung Wartungskosten durch Einsatz Monitoring um 8%
  - DB befindet sich im Aufbau



# Einsatzpotenziale in der Schienenfahrzeugtechnik

- Systeme aus anderen Branchen sind teilweise übertragbar
- Fast überwiegend Systeme für Überwachung von Einzelkomponenten verfügbar, im Bestand und Nachrüstbereich keine „vollständige“ Betrachtung des Fahrzeuges, kaum „Herstellerneutralität“
- Zusätzliche Systeme ausschließlich für die Schienenfahrzeugtechnik:
  - Stoßüberwachung von Güterwaggons
  - Ladegutüberwachung (kein direkter Bezug zur Instandhaltung)
  - Bremsenüberwachung (Status, Abnutzung)
  - Radsatzüberwachung
- Online-Portal zum Monitoring und GPS-Verknüpfung sind Stand der Technik (fast ausschließlich auf Basis einzelner Komponenten, bedingt kompatibel)



# Einsatzpotenziale in der Schienenfahrzeugtechnik

- Überwachung tragender Bauteile wie den Rahmen (z.B. Rissbildung)
- Radsatzüberwachung (z.B. Abnutzung)
- Lager („reale“ vs. Berechnete Lagerbelastung ermitteln)
- Getriebe
- Bremsen (z.B. Zustand)
- Dieselmotor
- Hydrogetriebe (z.B. Ölanalyse, online chemische Analyse)
- Lastprofilermittlung zwecks Optimierung Antriebsstrang im Leistungsmanagement



# Probleme

- Besondere regulatorische Hindernisse in der Schienenverkehrstechnik
- Datenmenge und Übermittlung (Messung von Parametern wie Temperatur, Beschleunigung, Geschwindigkeit, etc.)
- Wenige Systeme, die eine Auswertung integriert haben (Reine Datensammlung / -überwachung)
- Datenauswertung ist das Hauptproblem (Intelligenz der Auswertung)
  - Keine Weiterverarbeitung der gesammelten Daten zum Zustand eines Bauteils
  - Die Analyse der Messdaten muss oft selbst erfolgen
  - z.B. Partikelwerte des Öls liefern keine direkte Information ob der Zustand akzeptabel ist
- Für die Anwendung in der Bahnbranche kommen erschwerende Faktoren hinzu
  - Beschleunigungs-, Vibrations-, Frequenzmessung wird erschwert durch Störfrequenzen (Rad-Schiene Kontakt, Dieselmotor, etc.)
  - Infrastruktur (Energieversorgung, Kabelführung, Datenübertragung)
  - Fast ausschließlich Einzelsysteme verfügbar, die nicht kompatibel sind (Gesamtüberwachung schwierig zu realisieren)



# Fazit

- Großes Potenzial im Bereich Kosteneinsparung, Datentransparenz, ...
- Entwicklung besonders in der Bahnbranche noch am Anfang
- Datenauswertung statt Datengenerierung bleibt das Hauptproblem
- Fertige Systeme fast ausschließlich für Einzelkomponenten verfügbar
- Gesamtsystem muss selber entwickelt werden oder durch Integration von Einzelkomponenten erfolgen
- Predictive Maintenance als nächster Schritt -> Vorhersage
- Prescriptive Maintenance als Zukunftsvision -> Einflussnahme während des Betriebes



# Fazit

- Einsatz des Monitorings biete nicht nur aus rein technischer Sicht Potenziale, sondern auch im Kontext mit den Anforderungen des ECM
- Es unterstützt den Nachweis gleicher Sicherheit bei „Veränderungen“, denkbar wäre in diesem Zusammenhang, dass aufgrund der „Europäisierung“ der Eisenbahn z.B. der §32 der EBO wegfällt (turnusmäßige Untersuchung der Fahrzeuge)



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**