



Mehr Wert.  
Mehr Vertrauen.

# Facetten der Alterung von Anlagen

5. LfULG-Kolloquium  
Anlagensicherheit/Störfallvorsorge  
am 25.09.2019 in Dresden

Dr. Dennis Köhn

# Alterung als Ursache schwerer Unfälle

- 1980 bis 2006: Bei 96 schweren Unfällen mit Stofffreisetzung in Europa war Alterung die Primärursache  
(Quelle: MARS EU Major Hazard Accident Data)
- Dies entspricht rund 30% aller schweren Unfälle mit Stofffreisetzung
- Die Folgen belaufen sich auf 11 Tote, 183 Verletzte und mehr als 170 Millionen Euro wirtschaftlichen Schaden

**Fazit: Alterung ist eine der wichtigsten Ursachen schwerer Unfälle**

# Definition von Alterung

## Allgemein

- Die physikalische Alterung umfasst zeitabhängige oder betriebsbedingte Veränderungen von ursprünglich vorhandenen Eigenschaften. Sie wird durch Schädigungsmechanismen bewirkt.

Quelle: KTA 1403 Fassung 2010-11

## Spezifisch für Anlagen

- Alterung ist die zeitabhängige Veränderung funktionsbezogener Eigenschaften
  - der Technik (mechanische Komponenten, Bauwerke, bauliche Einrichtungen, Elektro- und Leittechnik),
  - der für die Betriebsführung relevanten Systeme,
  - der Spezifikations- und Dokumentationsunterlagen und
  - des Personals.

Quelle: RSK-Empfehlung „Beherrschung von Alterungsprozessen in Kernkraftwerken“ vom 22.07.2004

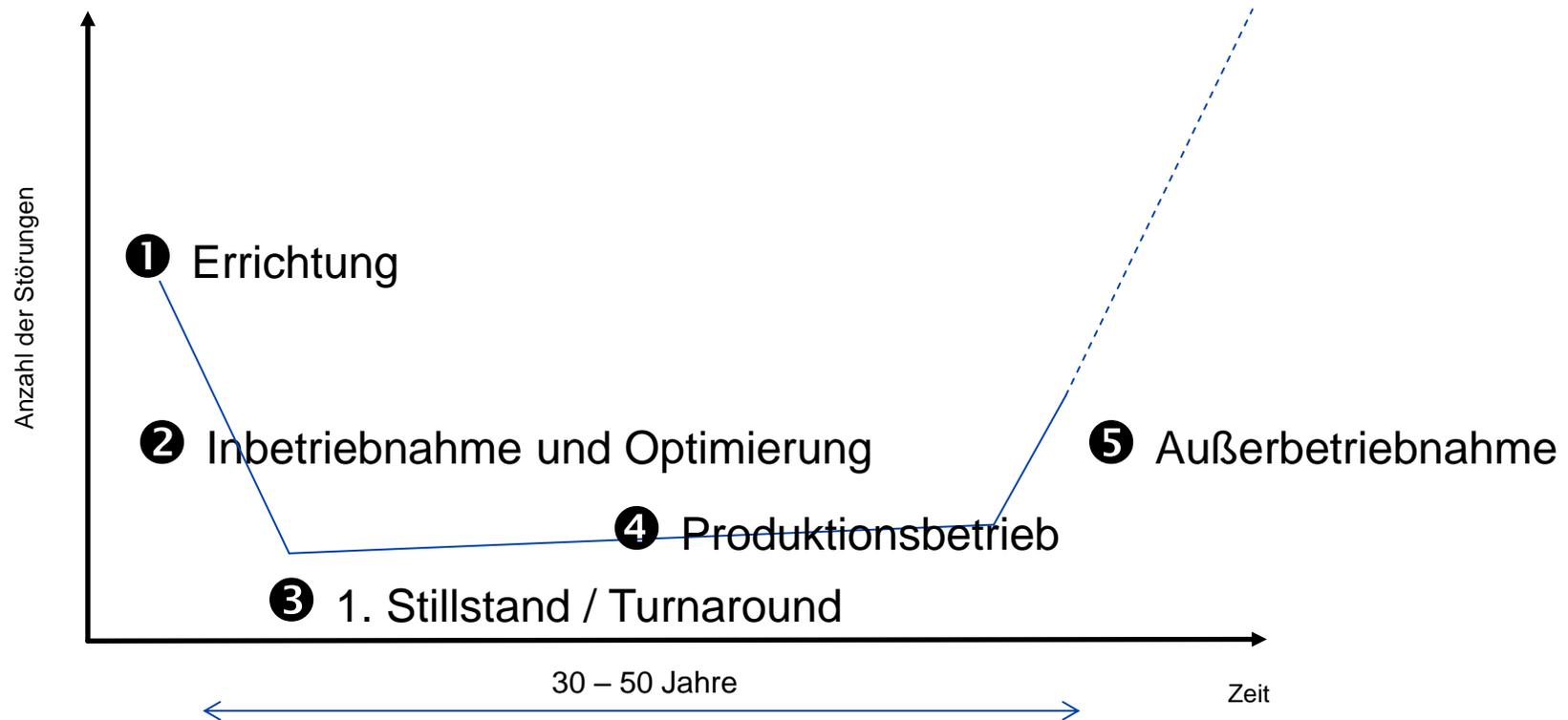
# Definition von Alterung

- Eine gute Zusammenfassung von physikalischen Alterungsphänomenen und Lösungsansätzen liefert das Dokument „**Managing Ageing Plant, A Summary Guide**“ der HSE. Darin findet sich die Aussage (frei übersetzt):
- *Bei Alterung geht es nicht darum, wie alt Ihre Anlagenteile sind.  
Es geht um ihren Zustand und wie sich dieser im Laufe der Zeit ändert.*
- *Alterung ist der Effekt, bei dem ein Bauteil einer Materialverschlechterung und -beschädigung (normalerweise, aber nicht notwendigerweise, im Zusammenhang mit der Betriebszeit) ausgesetzt ist und die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls über die Lebensdauer zunimmt.*

# Definition von Alterung

- Eine sehr gute Zusammenfassung von Phänomenen und Lösungsansätzen liefert das Dokument „Managing Ageing Plant, A Summary Guide“ der HSE. Darin findet sich die Aussage (frei übersetzt):
- *Gealterte Anlagenteile sind solche, für die nachweislich oder möglicherweise eine erhebliche Verschlechterung oder ein Schaden vorliegt oder für die nicht genügend Informationen und Kenntnisse zur Verfügung stehen, um zu beurteilen, inwieweit diese Möglichkeit besteht.*
- *Die Bedeutung der Verschlechterung und Beschädigung hängt mit den möglichen Auswirkungen auf die Funktionalität, Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit des Geräts zusammen. Nur weil ein Gerät alt ist, heißt das noch lange nicht, dass es sich erheblich verschlechtert und beschädigt.*
- **Alle Arten von Anlagenteilen und Geräten können Alterungsmechanismen ausgesetzt sein.**

# Anlagensicherheit im Lebenslauf einer Anlage



# Alterungsbedingte Verschlechterung (Degradation)

## Degradation durch

- Abnutzung
- Mechanische Krafteinwirkung
- Korrosion (innen, außen oder insb. **unter Isolierungen**)
- Ermüdung
- Fouling
- Verstopfung
- Erosion
- Abrasion
- usw.

## Begünstigende Faktoren

- Vibrationen
- Lastwechsel (mechanisch, Temperatur)
- Ausreizen oder Überschreiten der Auslegung
- Extreme Prozessparameter (Druck, Temperatur)
- Chemische Einflüsse (Korrosion, Abrasion, Fouling)
- Kombination unterschiedlicher Werkstoffe
- Umweltbedingungen (hohe Luftfeuchte, Salzwasser)
- Isolationen
- Unzugängliche oder schwer zu prüfende Anlagenteile

# Folgen der Degradation

Leckagen oder sonstige Ereignisse mit Personen- / Umwelt oder Sachschaden sind oft sekundär und verursacht durch

- Versagen von Ventilen (einschließlich Sicherheitseinrichtungen)
- Versagen von Erdungseinrichtungen
- Versagen von Bauwerken
- Versagen von Kühl- und Notsystemen
- Versagen von Brandschutz- und Löscheinrichtungen
- Versagen von Energieerhaltungseinrichtungen
- Versagen von Warneinrichtungen
- Versagen von Schadensbegrenzungsmaßnahmen

Und Vieles mehr...

# Veralterungsbedingte Verschlechterung (Obszoleszenz)

## Obszoleszenz durch

- Probleme bei Ersatzteilversorgung
- Probleme bei Wartung / Instandhaltung
- Probleme bei Schnittstellen
- Verlust von sicherheitsrelevanten Informationen
- Probleme den Stand der Technik zu halten

## Folgen

- Verringerung von Funktion oder Zuverlässigkeit durch Einsatz alternativer Komponenten
- Verringerung der Wirksamkeit von Wartung / Instandhaltung
- Verringerung der funktionalen Sicherheit
- Überschreitung von Auslegungsparametern
- **Cybercrime**

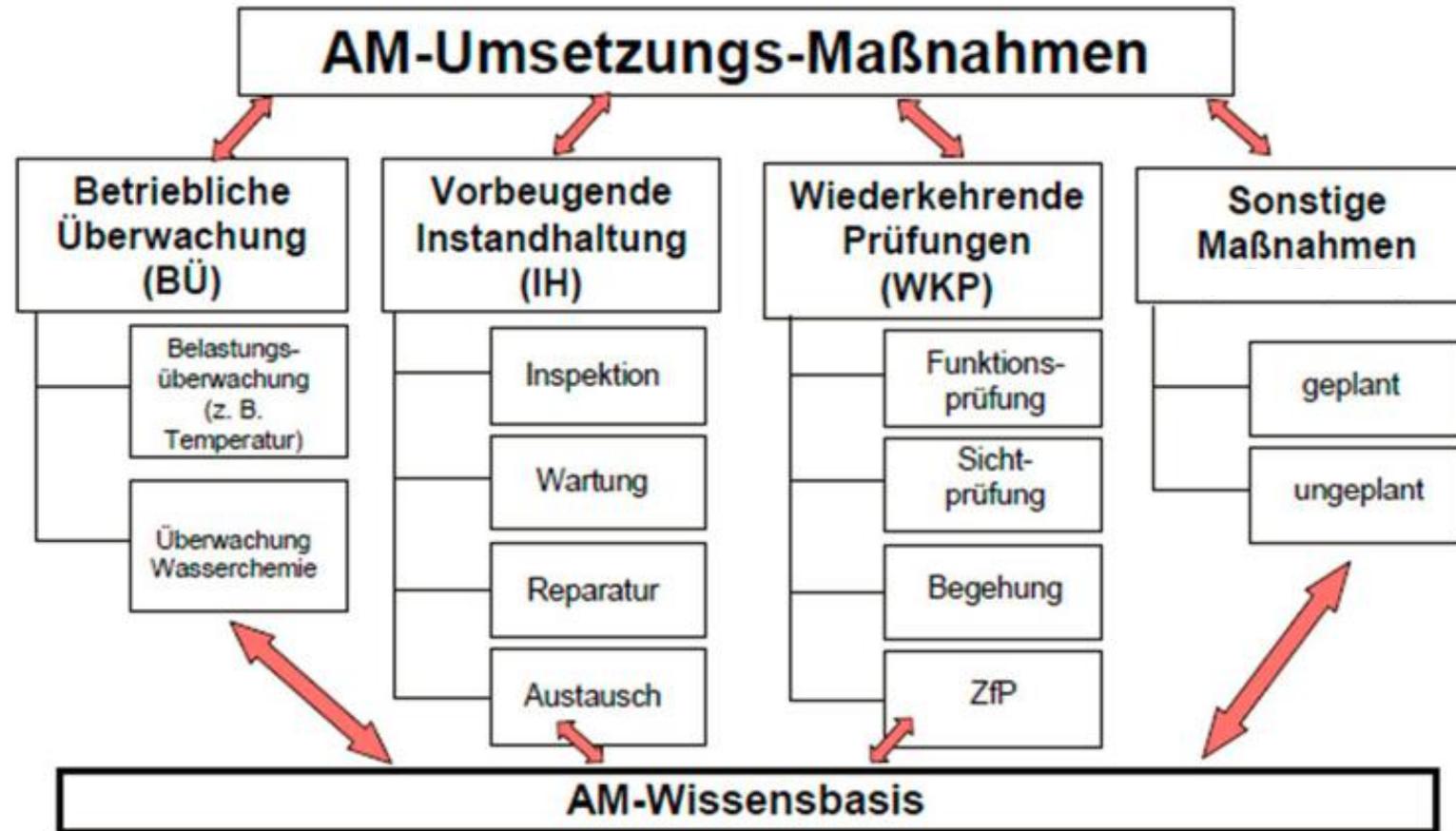
# Alterung von Organisation und Personal

## Folgen

- Verlust von Expertise durch Generationswechsel
  - Anlagenkenntnisse aus der Errichtung / Inbetriebnahme
  - Verhalten der Anlage in unterschiedlichen Betriebsweisen
  - Störungshistorie und erfolgreiches Troubleshooting
- Verlust von Informationen
- Verschleppung der Revision von Dokumenten

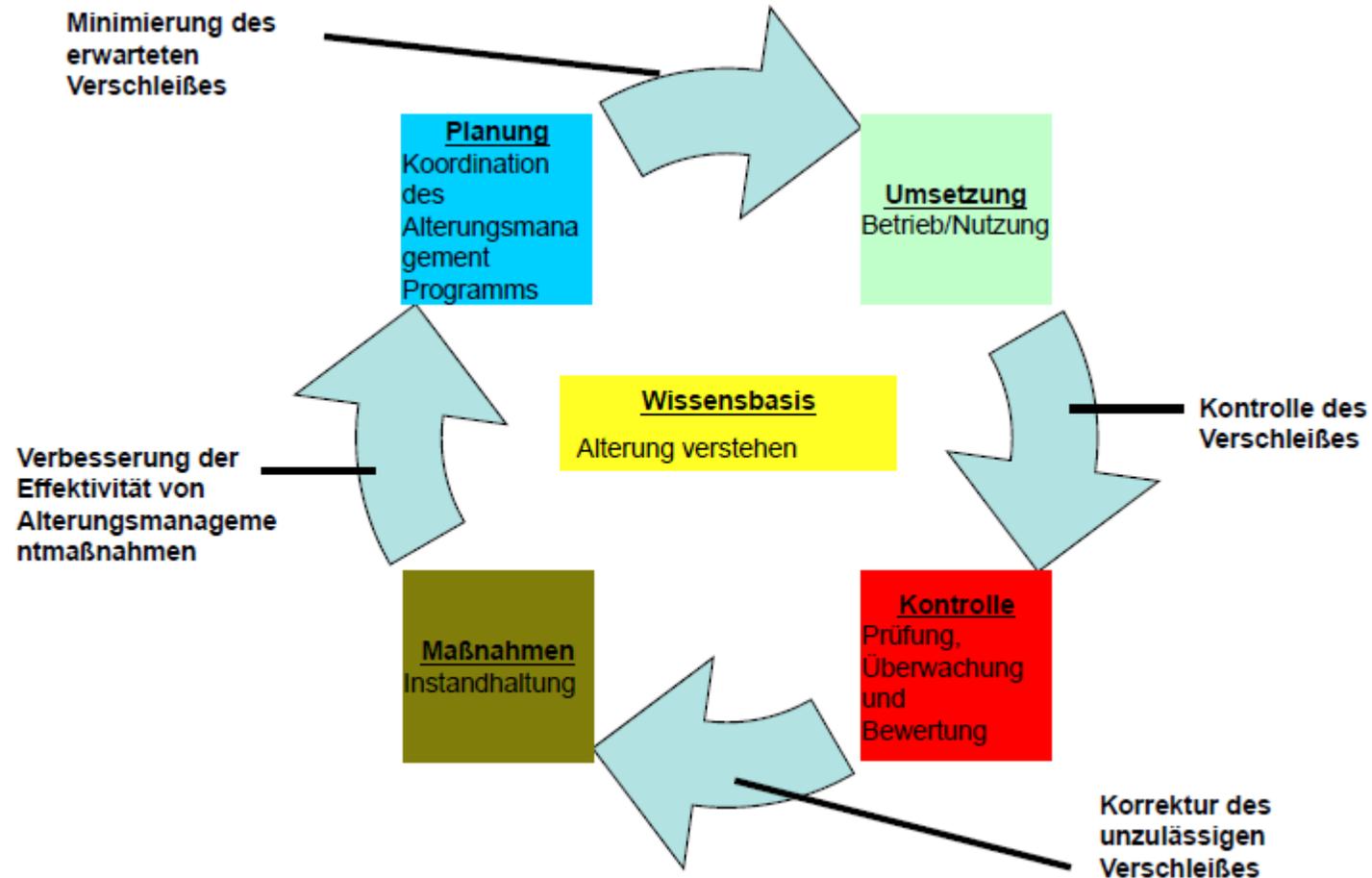
Wissensmanagement als  
Maßnahme

# Alterungsmanagement von Anlagenteilen in der Praxis



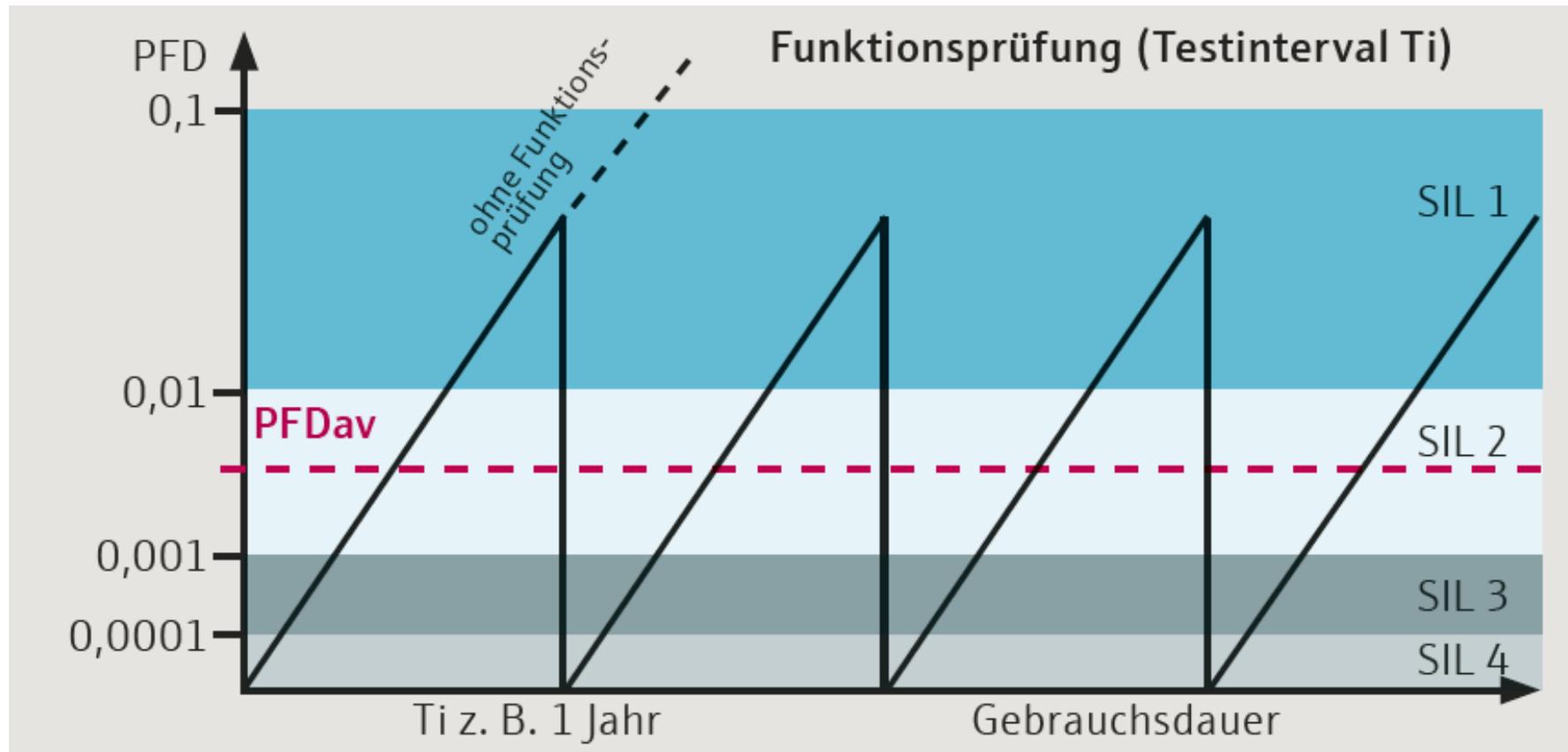
gemäß Vortrag „Alterungsmanagement Im KWG Statusinformation“ des KWG vom 07.12.2011

# Alterungsmanagement muss ein kontinuierlicher Prozess sein



gemäß RSK – EMPFEHLUNG Beherrschung von Alterungsprozessen in Kernkraftwerken vom 22.07.2004 (374. Sitzung)

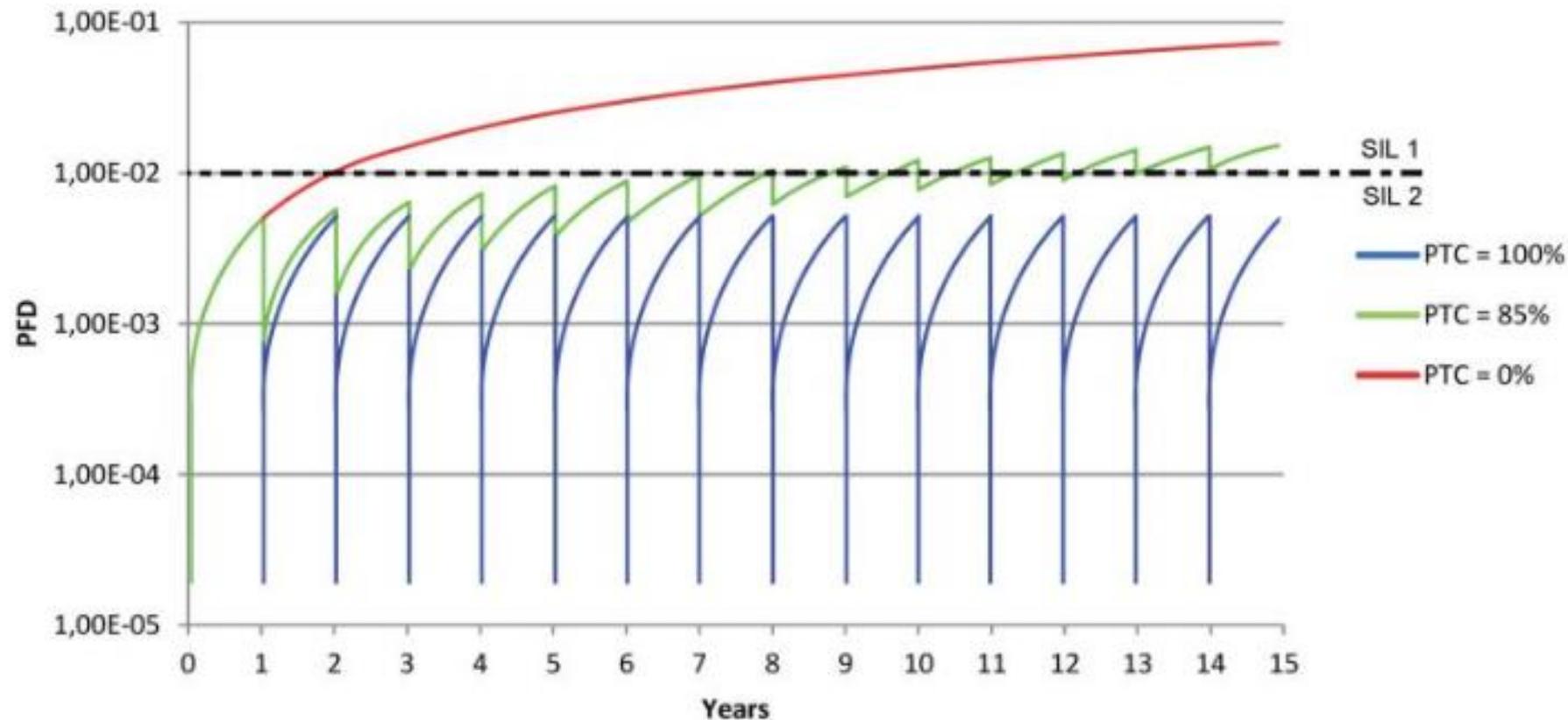
# Funktionale Sicherheit als Beispiel für den Einfluss von Prüfungen



Quelle: Endress & Hauser

# Funktionale Sicherheit als Beispiel für den Einfluss von Prüfungen

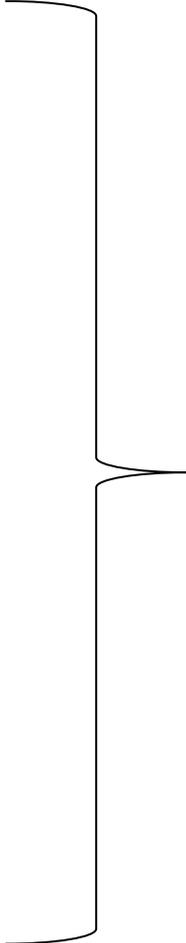
- In der Realität wird ein Anlagenteil trotz Prüfung / Wartung i.d.R. nie wieder „wie neu“. Das Problem ist die Quantifizierung des Einflusses von Prüfung / Wartung → **Hier hilft eine breite Wissensbasis**



Quelle: Pipesyscon

# Alterungsmanagement von Anlagenteilen

- Schaffung einer breiten Wissensbasis
  - Erfahrungsrückfluss
  - Auswertung von Ergebnissen
  - Erfahrungen Dritter
- Erarbeitung / Weiterentwicklung von spezifischen Prüfkonzepten
- Erarbeitung und Weiterentwicklung von Überwachungskonzepten
  - Prozessparameter
  - Lastfallerfassung
  - Kontinuierliche Überwachung von Alterungsindikatoren
- Optimierung von Systemen und Komponenten
  - Werkstoff- und Konstruktionsänderungen
  - Fahrweisen
  - Instandhaltung



Alterungsmanagement bildet die Klammer über alle diese Maßnahmen

# Alterungsmanagement: Erhaltung des Stands der Technik

- Um die technischen Herausforderungen bei alternden Anlagen strukturiert anzugehen, benötigen wir auch organisatorische Maßnahmen und Werkzeuge, um Änderungen beim Stand der Technik zu erkennen.
- Auflagenverfolgung, Anlagen- und Rechtskataster im Rahmen eines Managementsystems z. B. nach ISO 14001 mit regelmäßiger Aktualisierung hilft bei
  - Anzuwendenden Gesetzen inkl. Technischer Regeln (Stand der Technik)
  - Identifikation von veraltetem technischen Equipment
  - Bewertung der Auswirkung auf Genehmigungssituation z. B. bei BImSchG-Anlagen
- Festlegung der erforderlichen Maßnahmen
- **Erfolgreicher Umgang mit alternden Anlagen ohne Berücksichtigung des fortschreitenden Stands der Technik ist nicht möglich**

# Erhaltung der Compliance bei notwendigen Änderungen

**Management of Change** ist ein wesentlicher Faktor zum erfolgreichen Umgang mit alternden Anlagen.

Es klärt

- Instandsetzung oder Austausch
- Ersatz durch alternatives technisches Equipment
- Die Auswirkung auf die Genehmigungssituation, z. B. bei BImSchG-Anlagen
  - Änderungsanzeige nach §15
  - Wesentliche Änderung mit Änderungsgenehmigung nach § 16
- erforderliche Maßnahmen
- den Abschluss von Maßnahmen

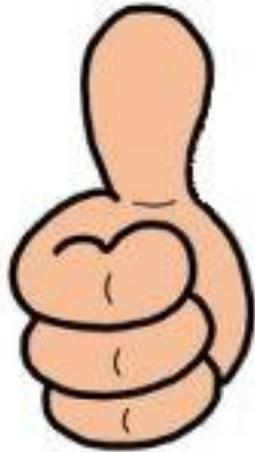
Es sichert

- Erhalt von Informationen
- Weiterführende Maßnahmen

# Zusammenfassung

- Alterung findet immer statt und betrifft alle Bereiche
- Alterung führt zu zeitabhängigen Veränderungen funktionsbezogener Eigenschaften
- Alterung von Anlagen ist eine signifikante Ursache schwerer Unfälle
- Wie „alt“ ein Anlagenteil ist hängt von seiner Zuverlässigkeit / Funktion ab, nicht vom kalendarischen Alter
- Der Umgang mit Alterung bedarf eines strukturierten und kontinuierlichen Vorgehens (Alterungsmanagement)
- Das Alterungsmanagement muss alle relevanten Anlagenteile und Prozesse umfassen, nicht nur primäre Strukturen
- Erfolgreiches Alterungsmanagement gelingt nur mit einer breiten Wissensbasis

# Danke



...Fragen?