



# Moderne Prüf- und Inspektionstechnologien – Managen von Risiken, Senken von Kosten

S. Haas | ÖGEW/DGMK Herbsttagung 2016

09.11.2016

# Agenda

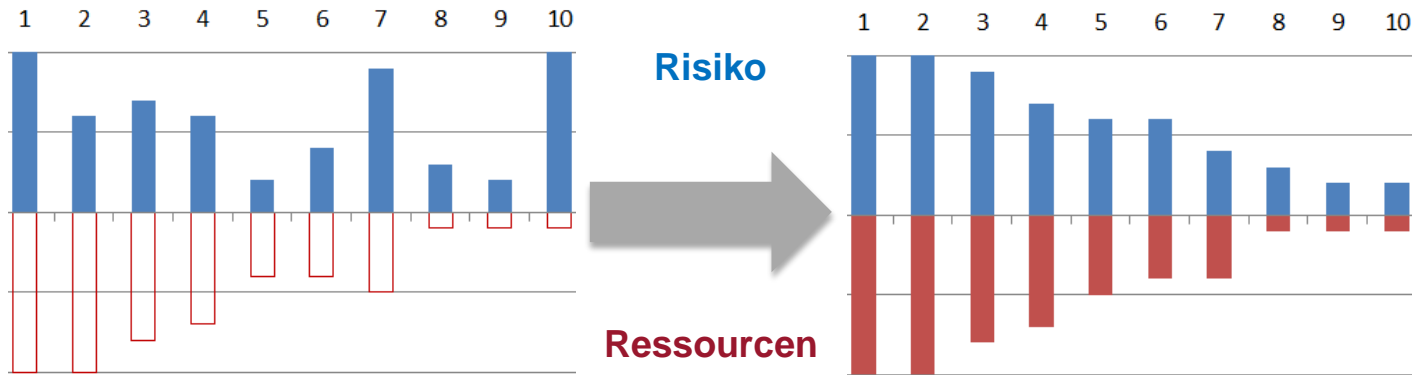
- ✓ Aging Plants / Increased Efficiency
- ✓ Asset Integrity Management
- ✓ Neue Methoden / Innovationen
  - Beispiel für Schadensfrüherkennung mittels Risk Based Inspection (RBI)
  - Schallemissionsprüfung (heiße und kalte Oberflächen, On-line Monitoring)
  - Mobile Wasserstoffmessungen an Anlagen
  - Vorhersage von Korrosion unter der Isolierung (Corrosion under insulation – CUI)
  - TOFD / Phased Array anstelle der Durchstrahlungsprüfung
- ✓ Schlussfolgerungen

# Aging Plants – Increased Efficiency

- ✓ Öl & Gas wird auch in Zukunft mit Hilfe von Apparaten, Rohrleitungen und Maschinen gesucht, gefördert, transportiert, veredelt und gelagert.
- ✓ Gerade im Lichte der Ölpreisentwicklung und des daraus resultierenden Investitionsverhaltens wird eine ganzheitliche Betrachtung des Asset Portfolios noch wichtiger werden um konkurrenzfähig zu sein.
- ✓ Effektives Risiko Management und effizientes technisches Service über die ganze Lebenszeit des Equipments sind daher Kernaufgaben.
- ✓ Information ist eine Schlüsselgröße um Sicherheit, Verfügbarkeit und Produktivität bei verlängerter Laufzeit von Anlagen zu gewährleisten.
  - Welche Daten werden für welchen Zweck, wann und in welchem Umfang benötigt?
  - Wie können diese Daten erfasst werden?
  - Wie kann die Zuverlässigkeit dieser Daten bewertet werden?
  - Ableitung von optimierten Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen

# Asset Integrity Management

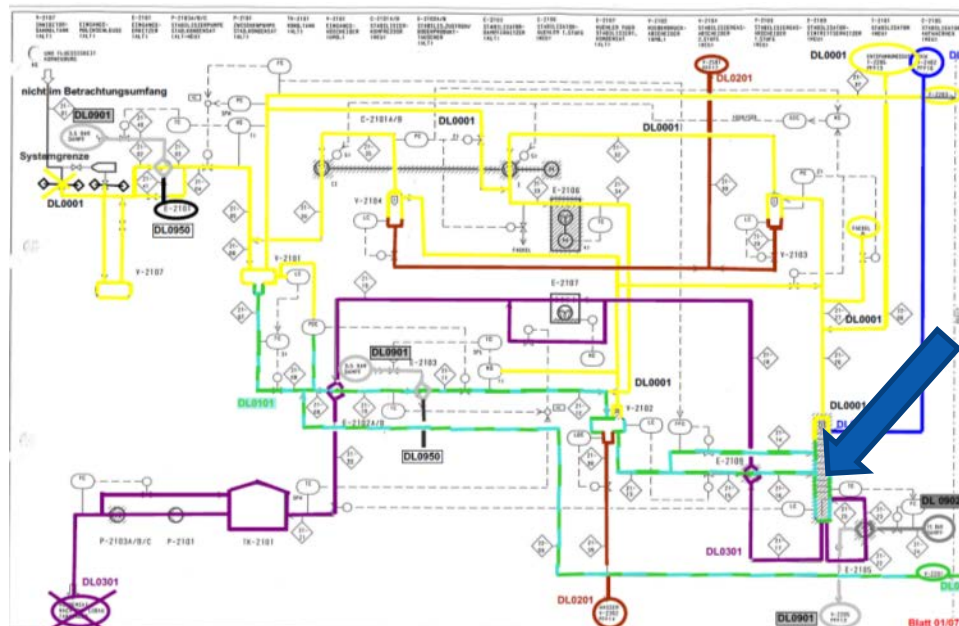
- ✓ Ziele des Instandhaltungs-Prozesses sind
  - Profitabilität des Betriebes steigern
  - Optimieren der Life Cycle Kosten ohne Kompromisse bei der Sicherheit
- ✓ Erreichbar durch umfassende Analyse der technischen Risiken
  - Welche Schäden drohen wo und wann? Welche Konsequenz hätten diese Schäden?
  - Ergebnis ist eine dem Risiko angepasste Aufwands- und Kostenstruktur



# Hohe Ansprüche - Neue Methoden

- ✓ Ausreizen der Anlagen bedarf neuer Techniken in der Anlagenüberwachung
- ✓ Notwendigkeit eines risikobasierenden Ansatzes
- ✓ Einsatz von RBI um potentielle Schäden frühzeitig zu erkennen
- ✓ Prüfung von Equipment ohne aufwendige Maßnahmen zur Außerbetriebsetzung
  - On-line Monitoring, Schallemissionsprüfung (Acoustic Emission Testing)
- ✓ Innovationen am Prüfsektor
  - Einsatz von Schallemission bei heißen und kalten Oberflächen; Monitoringkonzepte
  - Mobile Wasserstoffmessung an Anlagenbauteilen
  - Vorhersage von Corrosion Under Isolation (CUI)
  - Einsatz von TOFD / Phased Array anstelle von Durchstrahlungsprüfungen

# RBI – Risiko Basierte Inspektion & Instandhaltungsplanung



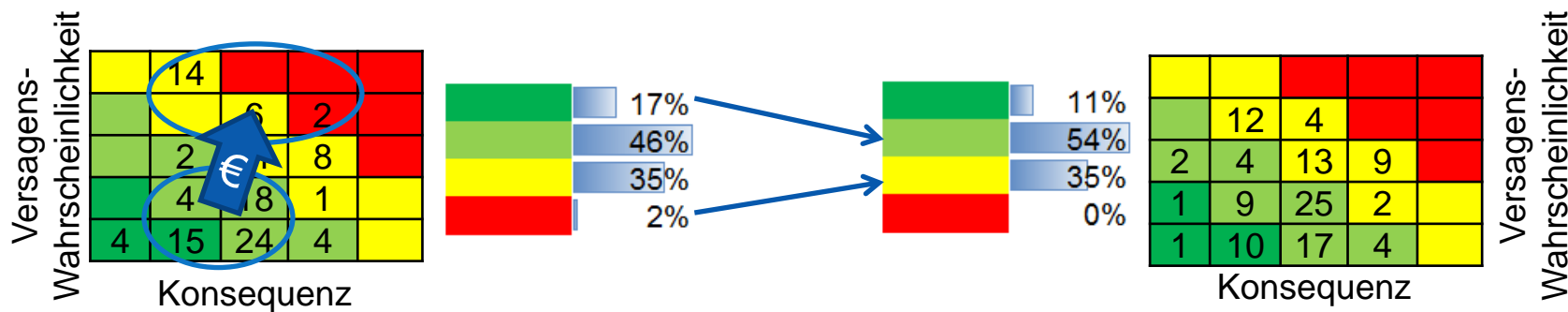
- ✓ Was ist neu daran?
- ✓ Ganzheitliche Betrachtung der Anlage → umfassendes Verständnis & Bewusstsein
- ✓ Systematische Identifizierung der Schwachstellen über robusten Prozess
- ✓ Einteilung in Schädigungskreise, Berücksichtigung aller Fachbereiche

**RBI ist Teamwork!**

Betrieb, Instandhaltung, Inspektion & TÜV

# RBI – Risiko Basierte Inspektion & Instandhaltungsplanung

- ✓ Visualisieren des Risikos
- ✓ Ökonomische Planung der Prüfungen:
  - So viel als notwendig,
  - So wenig wie möglich
- ✓ Optimierte Verschiebung des Risiko-Profiles



# RBI – Risiko Basierte Inspektion & Instandhaltungsplanung



9,4	9,4	9,5	9,4	9,4
9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
9,3	7,5	4,5	5,8	8,6
9,3	4,7	5,4	5	6,9
9,2	3,8	5	5,1	4,8
9,2	3,3	4,2	5,2	4,5
8,9	3	3,2	5,3	4,1
8,7	3,2	2,5	5,2	3,7
8,2	3,2	3,9	5,2	4,3
7,5	3	2,7	5,2	4,2
6,9	2,8	2,9	4,6	4,5
6,7	3,6	2,8	4,7	4,4
6,2	3,5	2,7	4,7	4
6,5	3,7	2,7	4,6	4
5,6	4	3,6	4,5	4,5
6,2	4,5	4,1	3,6	4,3
2,3	3,8	2,7	3,7	2,8
3	6,2	7,5	3	2,3
1,9	2,7	4,4	2,4	2
2	3	3	1,9	3,2

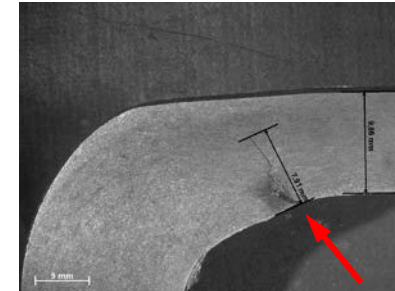
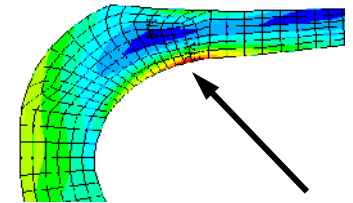
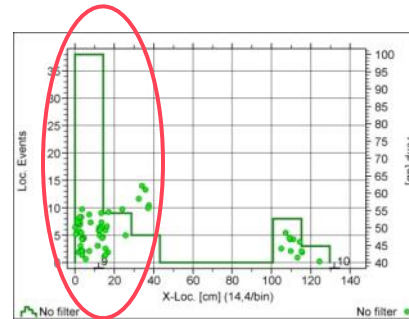
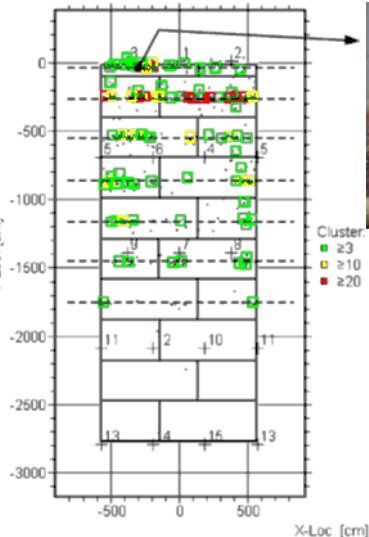
[Symbolbild]

- ✓ Intelligente Planung der Inspektionen je Schädigungskreis
- ✓ Analyse aller Schwachstellen (der Heuhaufen)
- ✓ Prüfen der entscheidenden Stelle (die Nadel)
- ✓ Ermitteln der Restlebensdauer

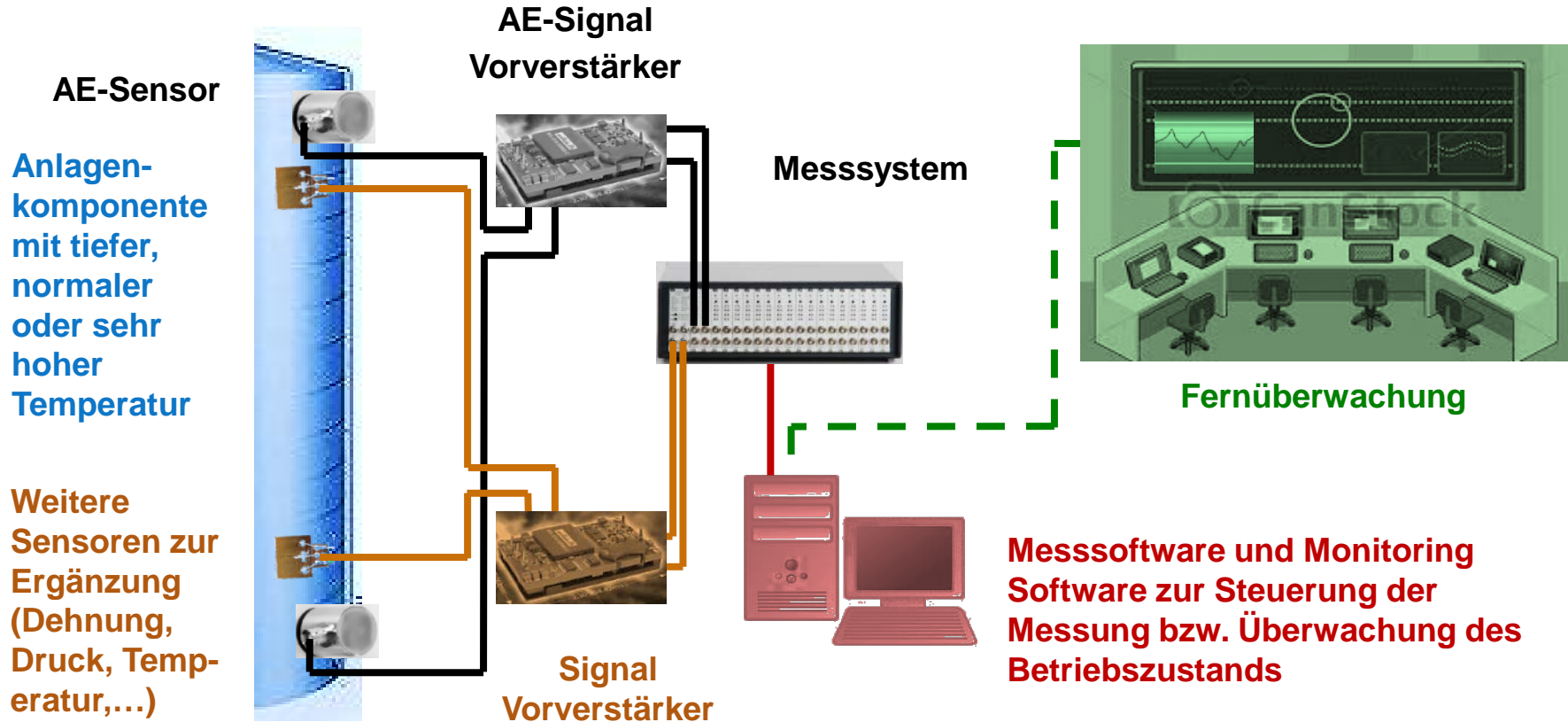


# Schallemission: heiße und kalte Oberflächen; Monitoring

- ✓ Integrale Prüfung der gesamten Komponente (im Betrieb) möglich, 100% Prüfung
- ✓ Nicht-invasives Verfahren, Prüfung von außen, Minimierung der Prüfdauer
- ✓ Nachweis von Korrosionsschäden, Schweißnahtfehlern, Rissen, ...
- ✓ Innovation: Oberflächentemperaturen von  $-180^{\circ}\text{C}$  bis  $+600^{\circ}\text{C}$



# Innovation: Betriebsmonitoring mit Schallemission



# Motivation für F&E im Bereich On-line Wasserstoffmessung

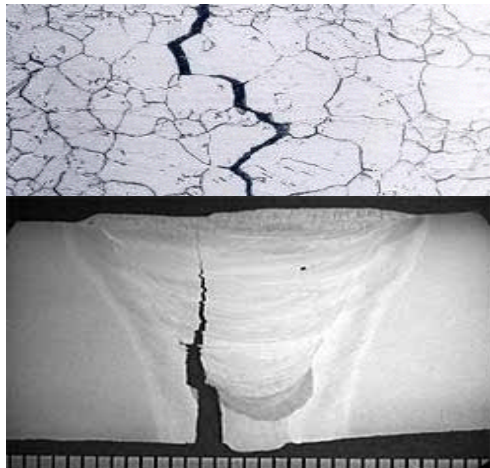
Wasserstoff im Gefüge entdecken, lange bevor Risse entstehen

## Stand der Technik...

Risse gefunden?

**End Of Life!**

Sofortmaßnahmen notwendig

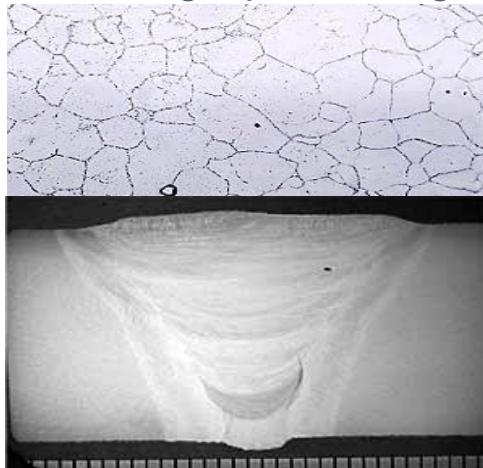


## Neue Methode!

Kritischer Wasserstoffgehalt erreicht?

**Noch Zeit zu reagieren!**

Handlungsspielraum gegeben



# Mobile Messmethode für Wasserstoff im Gefüge

Kooperationspartner

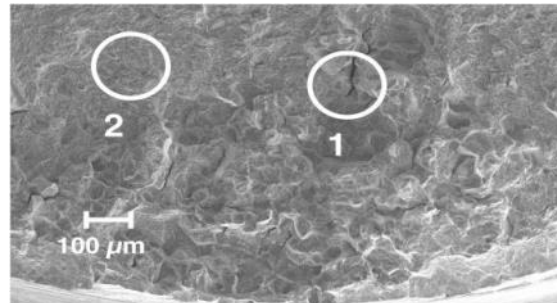


Materials Science & Technology

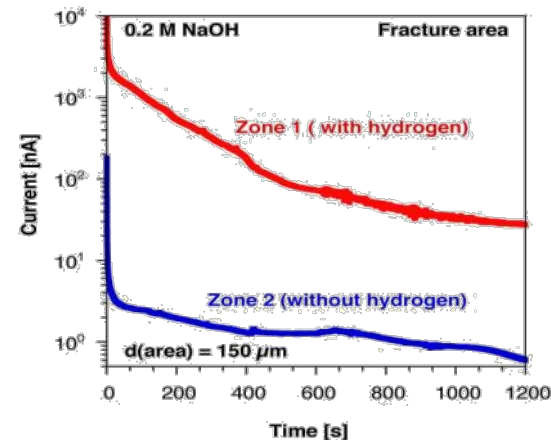


Verglichen mit Vakuum Heißgas Extraktion (Standard)

- ✓ Voll mobile Anwendung
- ✓ Deutlich höhere Genauigkeit → 100x genauer als Labor
- ✓ Hohe räumliche Auflösung ( $10^{-5}\text{mm}^3$ ) → Keine Mittelung
- ✓ Ergebnis nach <10 Minuten

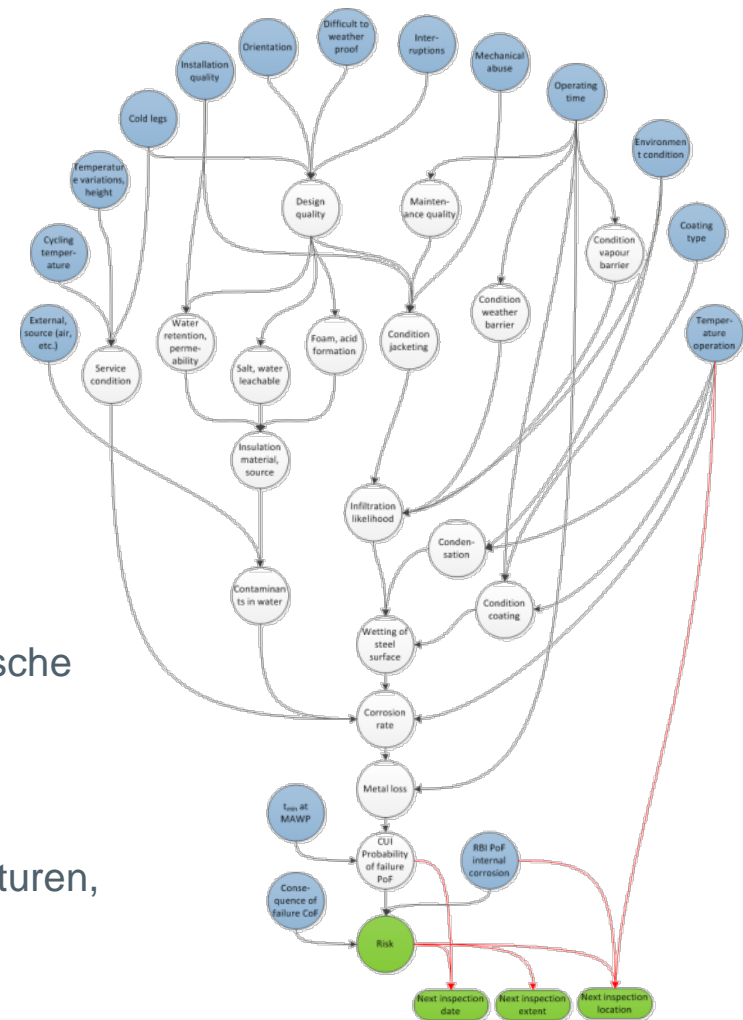


Bruchfläche mit H-induziertem Riss



# Corrosion Under Insulation (CUI) & Bayes'sche Netze

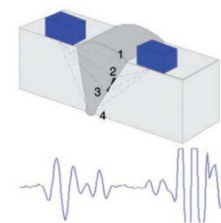
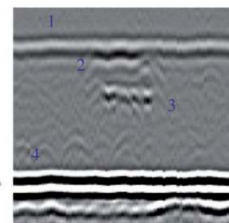
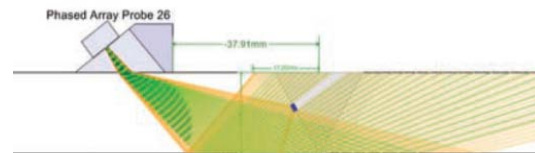
- ✓ Korrosion unter der Isolierung ist ein trivialer Vorgang.
- ✓ Problem: Verstehen wo er stattfindet, Schadstellen sind verdeckt, Vielzahl an scheinbar unzusammenhängenden Daten
- ✓ Ansatz über Bayes'sches Netz
  - Entscheidungen treffen bei Unsicherheit
  - Verarbeiten des Unbekannten über Statistik
  - Verarbeiten vieler Eingaben: Messungen, Statistische Daten, Modelle, Engineering Judgement
  - Maschinelles Lernen mit jedem neuen Datensatz
- ✓ Analyse der Schwachstellen, erkennen kausaler Strukturen, Auffinden der wahrscheinlichsten Ursache





# Phased Array und TOFD-Ultraschallverfahren

- ✓ **Phased array (PA):**  
 Mehrere Schwinger (Elemente) sind in einem Prüfkopf integriert, dadurch ist der Einschallwinkel justierbar, ergibt hohe Flexibilität zur Anpassung an Prüfaufgabe, Messdatenspeicherung für Visualisierung und Prüfdokumentation.
- ✓ **Time of flight diffraction (TOFD):**  
 Schweißnahtprüfung mit Hilfe von zwei Prüfköpfen (Sender + Empfänger), werden entlang der Naht geführt, Auswertung der Beugungswellen an Ungängen in der Naht, sehr empfindlich für Längsfehler
- ✓ **Vermeehrt Einsatz von TOFD+PA Kombinationen anstelle von Durchstrahlungsprüfung von Schweißnähten (z.B. bei TANAP-, NAWARA – Pipeline). Höhere Effizienz durch Vermeidung von Strahlenschutzmaßnahmen und elektronische Speicherung aller Prüfergebnisse.**





# Schlussfolgerungen

- ✓ Vorherschauende Risikobasierende Ansätze führen zur Optimierung der Instandhaltung, insbesondere bei zunehmendem Alter der Anlagen
- ✓ Weiterentwicklung von Prüftechnologien führt zu breiteren Anwendungsmöglichkeiten und zu wirtschaftlichen Vorteilen für Anlagenbetreiber (rasche Datenverfügbarkeit und hohe Zuverlässigkeit der Daten, keine aufwendigen Außerbetriebsetzungen, reduzierter Prüfaufwand mit besserem Prüfergebnis)