

Möglichkeiten von Bestandsgutachten und Instandsetzungen im Anlagenbetrieb

4. Druckgerätesymposium der Schweiz

Hotel Geroldswil
17.05.2018



Dipl. Ing. (FH) Christoph Mikusky

Herstellung & Instandsetzung | Anlagenteile | Baugruppen
Funktionale Sicherheit | Verfahrenstechnik | Feuerungsanlagen
DGVV | DGV (PED) | MRL

+41 (0)62 209 2933

+41 (0)79 750 2598 (Mobile)

ch.mikusky@tuev-thueringen.ch



<https://www.tuev-thueringen.ch>

- a. Anwendungsbereich
- b. Gefährdungsbeurteilung und Einflussgrößen
- c. Prüfungen | Inspektionen | Ergebnisse | Massnahmen
- d. Möglichkeiten der zerstörungsfreien Prüfverfahren

Anwendungsbereich Apparate und Anlagen der Prozessindustrie



- Chemische Industrie
- Pharma
- Lebensmittelindustrie
- Baustoffindustrie
- Rohstoffveredelung



Anwendungsbereich Gasspeicher- und Versorgungsanlagen



- Mobilität (Erdgas- & Wasserstofftankstellen)
- Technische Gase
- Klima und Wärme (Brenngasversorgung)
- Lebensmittel
- Pharma
- Chemie

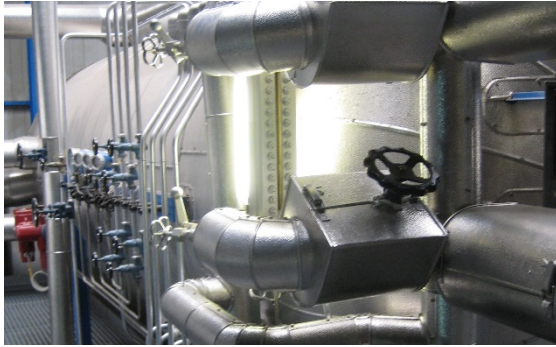




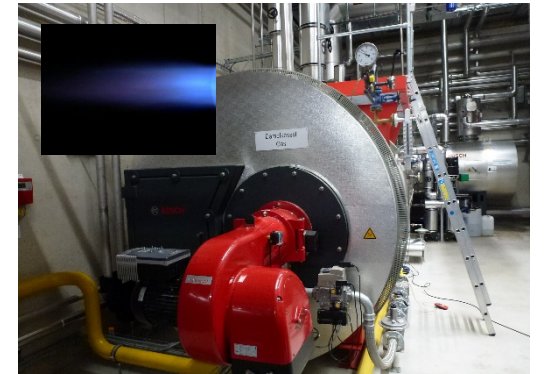
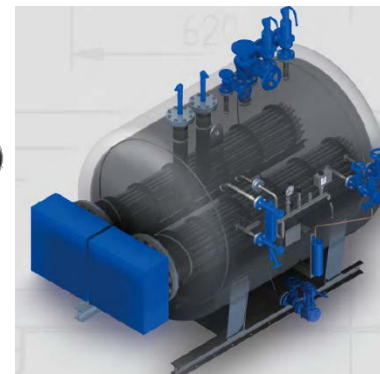
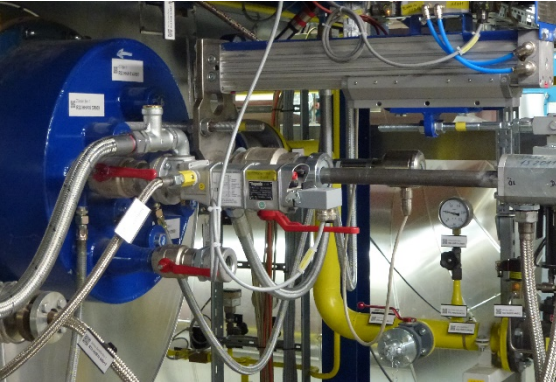
- Pneumatische Antriebe
- Techn. Druckluft für
 - Pharma
 - Lebensmittel
 - Maschinenindustrie
- Krankenhausluftversorgung
- Schüttgutförderung



Anwendungsbereich Dampf- und Heisswasserversorgung



- Fossile Brennstoffe
- Erneuerbare Energien
- Sonder- & Kehrlichtverbrennung
- Abhitzennutzung
- Elektrodampferzeugung
- Energiezentralen
- Kraftwerke



Anwendungsbereich Gefahrgutumschliessungen



- nat. / int. Eisenbahntransport
- nat. / int. Strassentransport
- Mobile Gaslager
- Schweissbetriebe
- Gaslöschanlagen



17.05.2018 | Ch. Mikusky | T. Häntzka



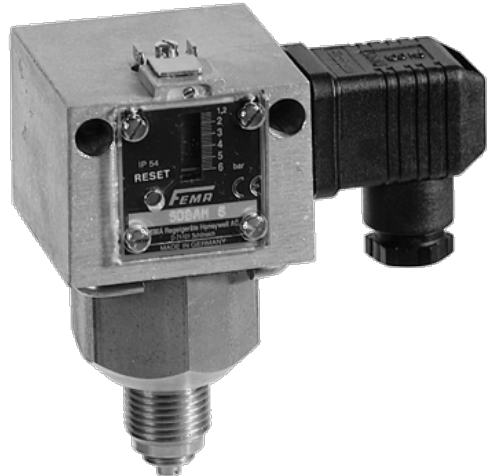
4. Druckgerätesymposium der Schweiz

Anwendungsbereich Tank- und Chemikalienlager

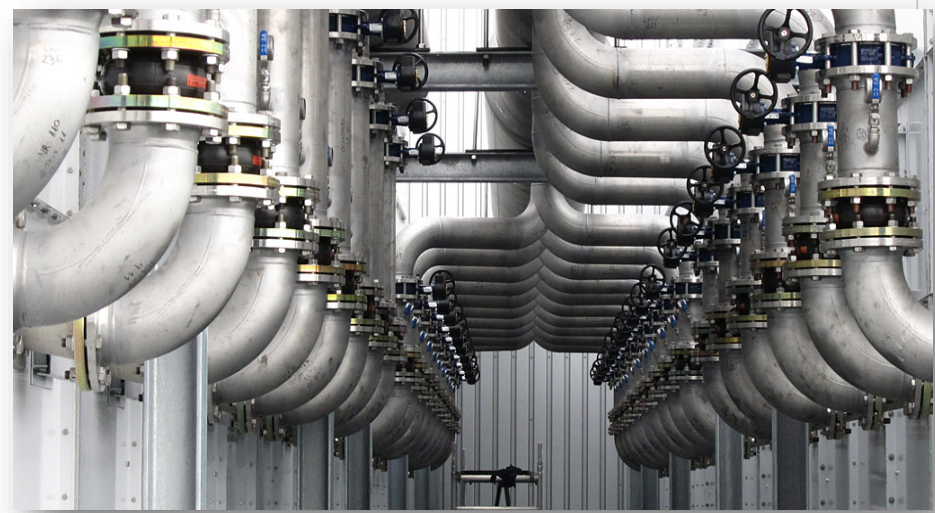


- Treibstofflager
- Raffinerie
- Vorrats- bzw. Vorlagebehälter für Chemikalien





- Sensoren / Messgeräte
- Steuerungen (SPS / Relais)
- Aktoren (z. Bsp. Ventile)
- Rohrleitungen



a. Anwendungsbereich

b. Gefährdungsbeurteilung und Einflussgrößen

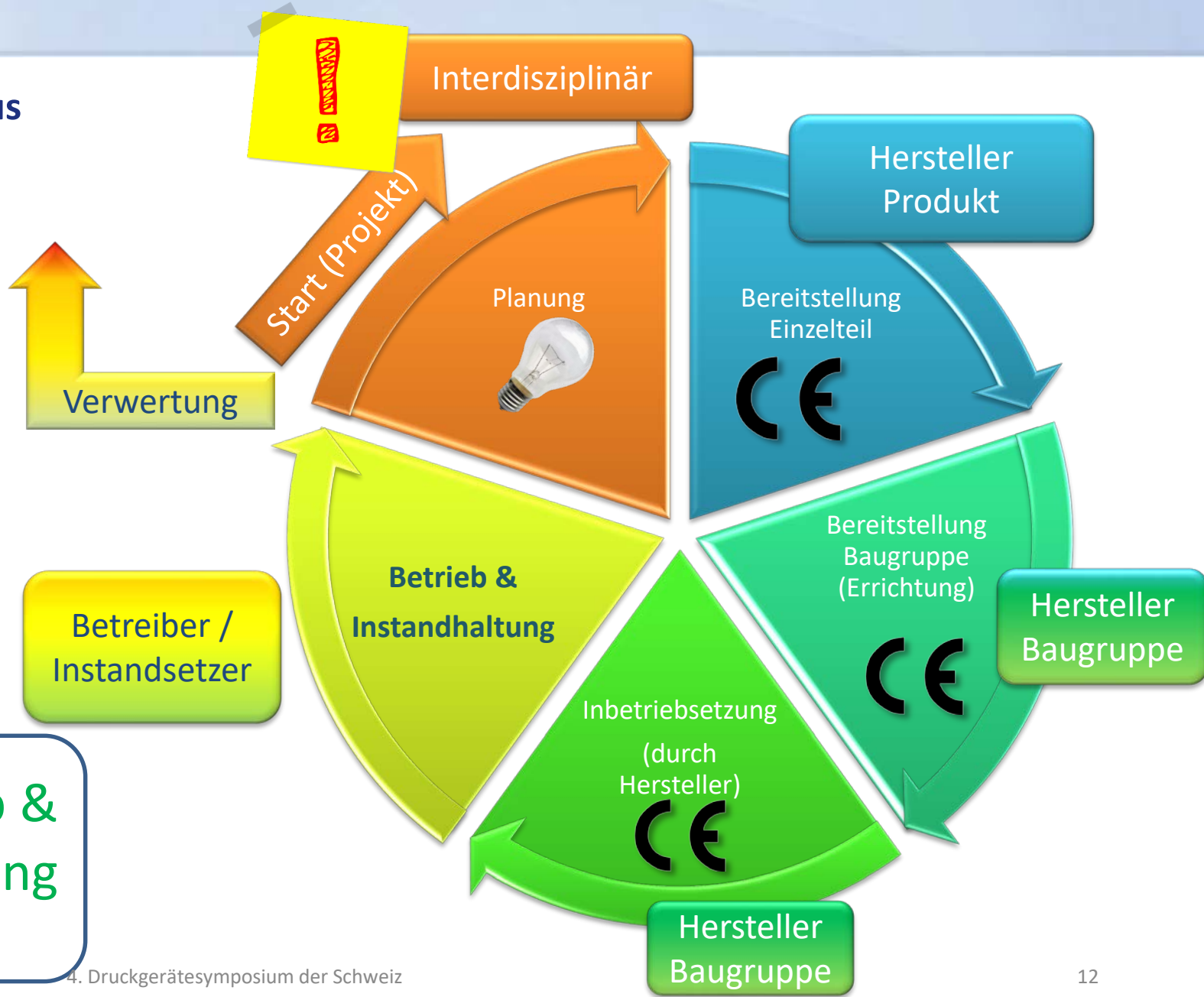
c. Betrieb | Inspektionen | Ergebnisse | Massnahmen

d. Möglichkeiten der zerstörungsfreien Prüfverfahren



Gefährdungsbeurteilung im Lebenszyklus

[Internet Gesetzestexte](#)



Produktesicherheit

PRSG	SR 930.11
DGV	SR 930.114
NSRL	SR 930.117.71 (734.26)
ATEX	SR 930.117.72 (734.6)
MRL	SR 930.117.85 (819.14)

UVG SR 832.20 Art. 82
 VUV SR 832.30 Art. 3 | 31 | 32
 StFV SR 814.012 Art. 3
 DGVV SR 832.312.12 Art. 4

Betrieb & Wartung



DGVV SR 832.312.12 Druckgeräte

- Art. 4 Gesetzeskonforme Inverkehrbringung /Bestimmungsgemässe Verwendung
- Art. 5 gefahrlose Integration in die Arbeitsumgebung

EKAS 6516 Druckgeräte

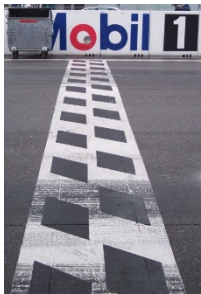
- Kap. 4 weniger als untere Zustandsgrenze = Versagensrisiko inakzeptabel
- Kap. 6 Grundsätze
 - o Risikoanalyse für Zusammenbau
 - o Änderung vorgegebener zulässiger Grenzen
- Kap. 7 & 8 Inspektionen & Intervalle
- Kap. 10 Instandsetzungen



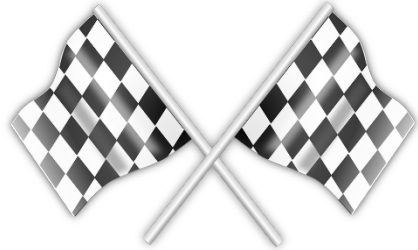
Stand der Technik!

Akt. Techn. Standards wie Normen
SN EN 13445 / SN EN 13480 /
AD 2000

Hersteller:	<input type="text"/>
Type:	<input type="text"/> Bauj.: <input type="text"/>
Fabr.-Nr.:	<input type="text"/>
Ausführung:	<input type="text"/> CE



- Störungsfreier Anlagenbetrieb
- Optimierte Prozesse (Betrieb, Wartung, Prüfung)
- Rechtssicherheit
- Effektiver Einsatz der Mitarbeiter





Neuanlagen



Bestandsanlagen

Vor Beschaffung

- Festlegung Sicherheitskonzept
- Ableitung Auslegungsparameter
- Technische Spezifikation
- Fertigungsbegleitende Prüfungen

Nach Inbetriebnahme überprüfen

- Umsetzung Herstellervorgaben
- Vergleich Vorgabe und tatsächlicher Betrieb
- Besondere Belastungen aus Montage und IB vorhanden
- Berücksichtigung Prüfergebnisse
- Prüffristen gemäss gesetzl. Vorschriften & Herstelleranforderung



Nach Inbetriebnahme überprüfen

- Betriebliche Gefährdung = Konstruktionsmerkmale / Auslegung
- Herstellerqualität vs. Regelmässige Prüfungen
- Vergleich bestimmungsgemässer und tatsächlicher Betrieb
- Besondere Belastungen aus Montage und IB vorhanden
- Prüffristen und gesetzl. Vorschriften
- Prüfungsergebnisse aus Inbetriebnahme berücksichtigt

Beanspruchungen

- Alle tatsächlich vorhandenen berücksichtigt und dokumentiert

Methode

- Auslegung nach Formeln, Analysen oder Versuchen

Konstruktion

- Dimensionierung, Spannungen, Zusatzkräfte

Fertigung

- Verfahren, ZfP, Wärmebehandlung, Rückverfolgbarkeit
- Schluss- und Druckprüfung

Werkstoffe

- Beanspruchungsgerechte Auswahl und Verarbeitung
- Eignung für Beanspruchung



Konformität

- Konformitätsnachweise (Erklärung / Bescheinigung seit 2005)
- Prüfbescheinigungen (nat. Regelwerke vor 2005, Prüfberichte NoBo seit 2005)

Betriebsanleitung

- In verständlicher Sprache vorhanden
- Alle Einflüsse berücksichtigt (Montage, Inbetriebnahme, Benutzung, Wartung, Inspektion)

Technische Dokumente und Zeichnungen

- Regelwerk, Hauptabmessungen, Werkstoffe, Wanddicken, Verbindungskoeff., Zuschläge, Lastwechsel, Ausführungszeichnungen, Berechnungen, Gefahrenanalyse u.s.w

Prüfberichte

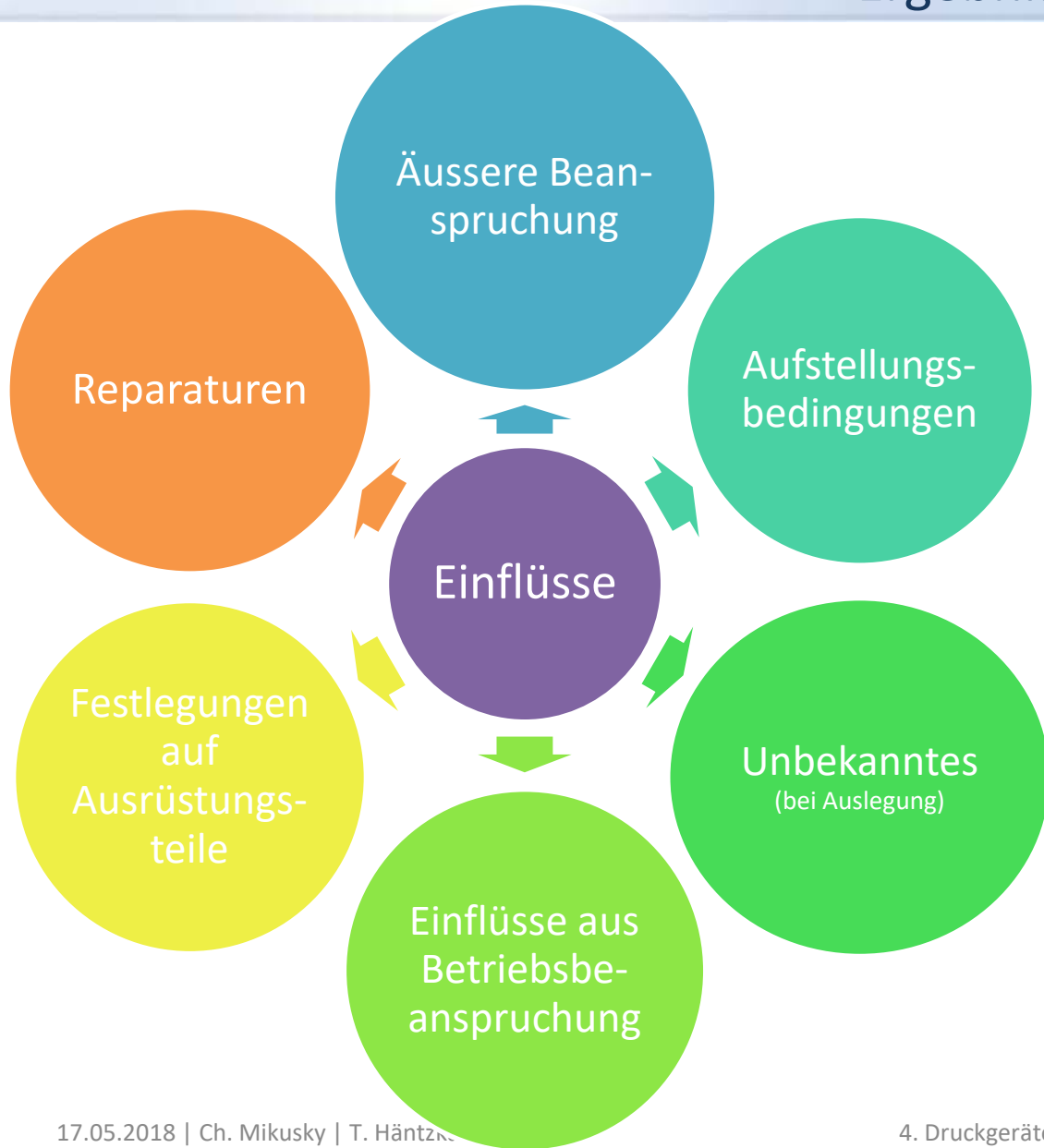
- ZfP, Arbeitsprüfungen, Verfahrensprüfungen, Wärmebehandlung, Umformen, Reparaturen u.s.w

Materialliste

- Halbzeuge bei Apparaten
- Komponenten bei Baugruppen



Gefährdungsbeurteilung Ergebnisse aus Prüfungen vor Inbetriebnahme



- a. Anwendungsbereich
- b. Gefährdungsbeurteilung und Einflussgrößen
- c. Betrieb | Inspektionen | Ergebnisse | Massnahmen
- d. Möglichkeiten der zerstörungsfreien Prüfverfahren

- R&I Schema
- Fließschema
- Beschreibungen
- Listen
- Betriebsanleitung

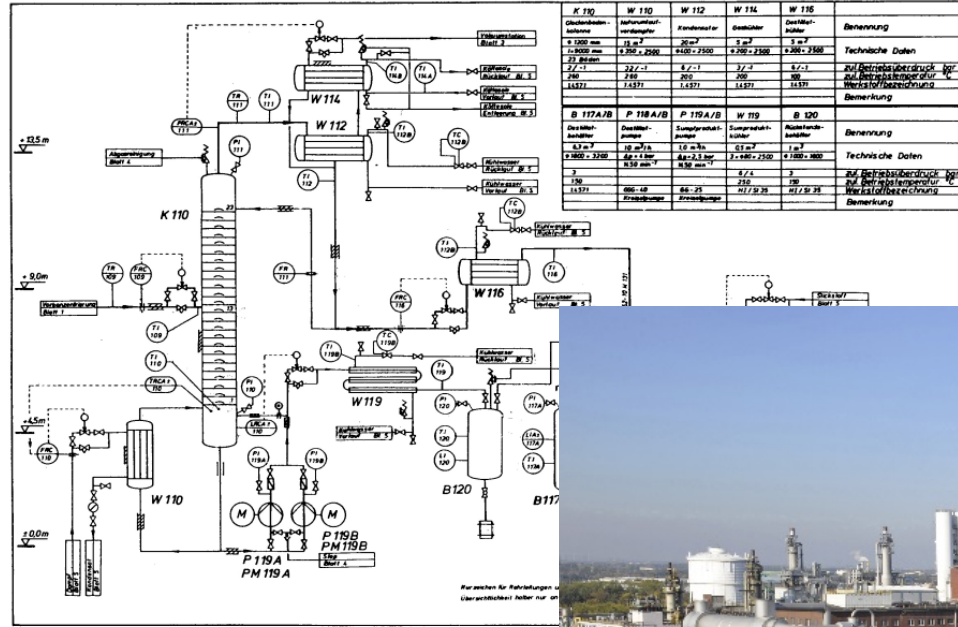


Abb. 2.9 Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild zum Verfahrensfließbild Abb.





Ordnungsprüfung

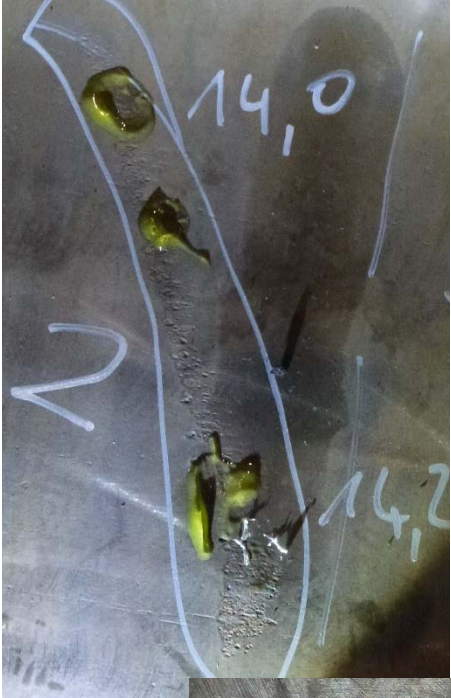
- Konformitätserklärungen / -zertifikate (Neuanlagen) ; Betriebsgenehmigung & Abnahmen (Bestandsanlagen)
- Auflistung durchgeführter Änderungen (Bestandsanlagen)
- Betriebsanleitungen
- Betreiberanforderungen und Betriebsbeanspruchungen
- Massnahmen zur Beseitigung der Restgefahren
- Prüfungsaufzeichnungen & -fristen (z.Bsp. innen / aussen; Festigkeit; PLT – Schutzeinrichtungen)



Technische Prüfung

- Eignung sicherheitstechnischer Massnahmen (techn. & organisatorisch)
- Funktion technischer Massnahmen (Bedienung und Einrichtungen, Substanz, Halterungen, PLT – Schutzeinrichtungen)
- Ordnungsgemässe Errichtung & Montage (Neuanlagen) bzw. Wartung & Instandsetzung (Bestandsanlagen)
- Sichere Anlagenzustand

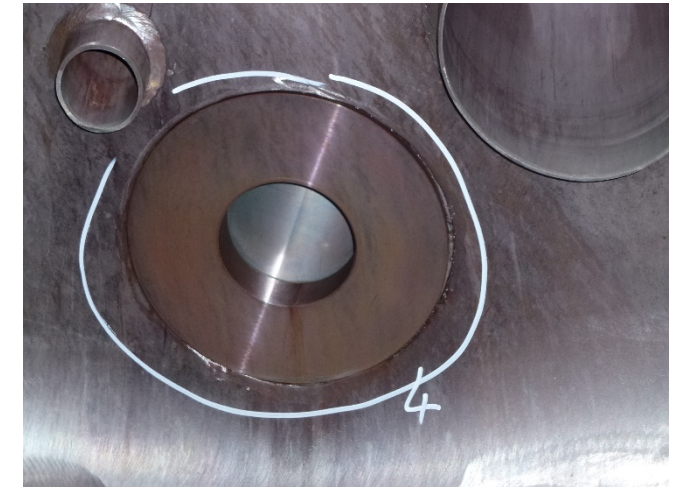
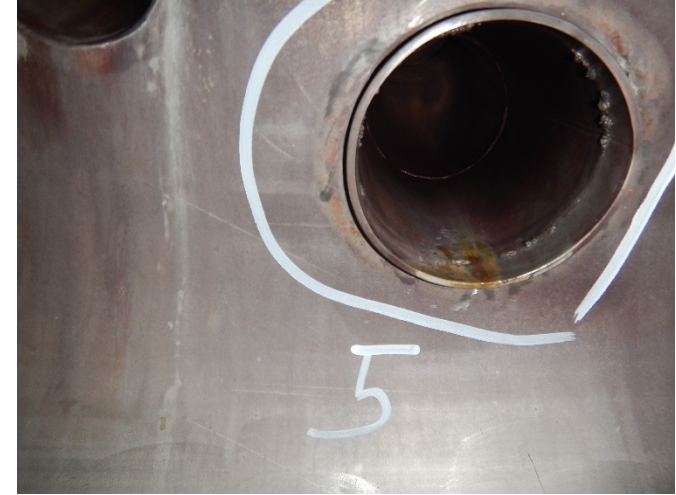
Korrosion



Erosion



Lastwechsel



Zeitstand

Merkmale:

- Gefügeveränderung von Innen nach Aussen
- Von aussen nicht erkennbar
- Vorkommen in Hochtemperaturanwendungen >480 - 500 °C

Lösung:

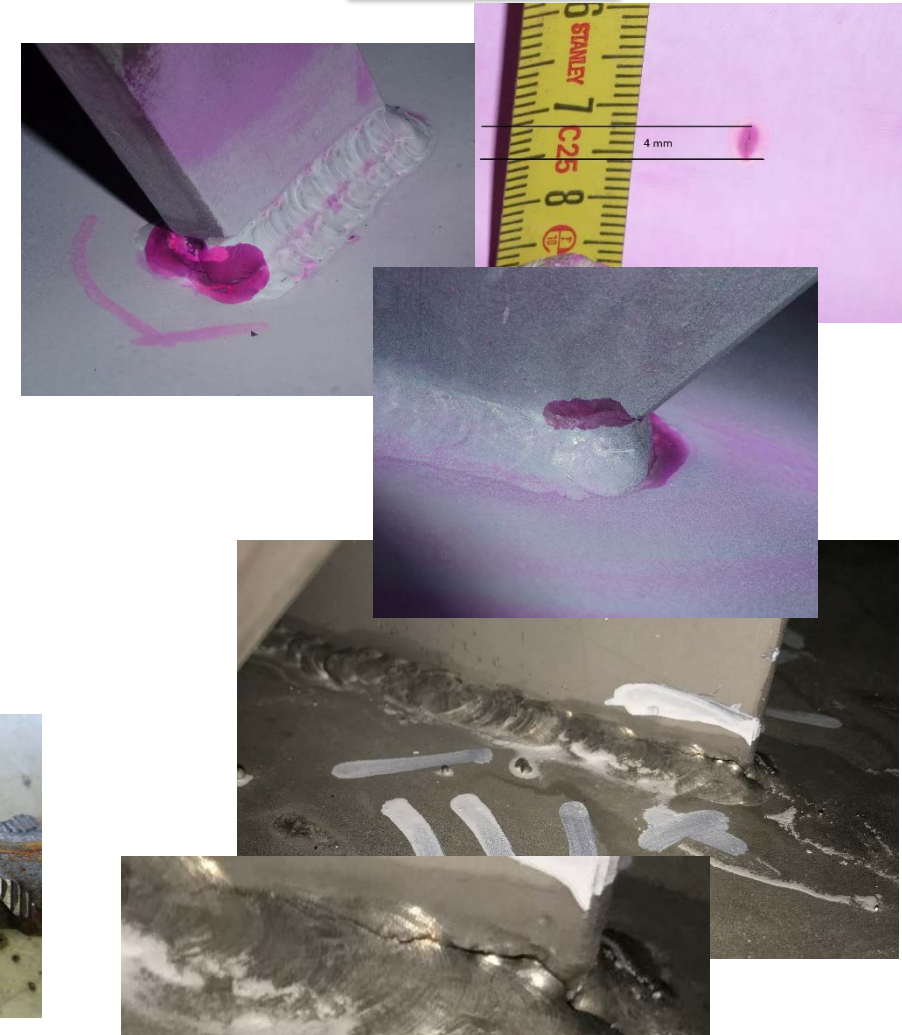
Kenntnis der

- Anlagenbereiche
- Materialien und Anfälligkeiten
- Betriebsbeanspruchungen
- Möglichkeiten der ZfP (Volumenverfahren)

Versprödung



Ausnutzung





Ohne Mangel = keine Gefährdung für Personen



Geringfügiger Mangel = keine Gefährdung bis zur nächsten Prüfung im Gefahrenbereich



Erheblicher Mangel = lässt eine Gefährdung bis zur nächsten Prüfung im Gefahrenbereich erwarten



Gefährlicher Mangel = Personen im Gefahrenbereich werden akut gefährdet

Verband der TÜV e.V.



Druckanlagen

Druckbehälteranlagen
(243.132 Prüfungen erfasst , Vorjahr: 342.779)

- > 80,13% mängelfrei (Vorjahr: 78,90 %),
- > 15,5% mit geringfügigen Mängeln (16,90 %),
- > 4,27% mit erheblichen Mängeln (4,10 %),
- > 0,1% mit gefährlichen Mängeln (0,1%)

Druckanlagen

Dampfkesselanlagen
(21.355 Prüfungen erfasst, Vorjahr 19.578)

- > 77,25% mängelfrei (Vorjahr: 76,00 %),
- > 18,75% mit geringfügigen Mängeln (19,60 %),
- > 3,86% mit erheblichen Mängeln (4,30 %),
- > 0,14% mit gefährlichen Mängeln (0,08%)



2016 | 148. JAHRESBERICHT

SVTI Schweizerischer Verein für technische Inspektionen

Erhebung über meldepflichtige Objekte	49'300 Stk
Sofortige Ausserbetriebsetzung oder Instandsetzung	0.2%
Instandsetzungen mit Frist / Ersatz / Prüffristverkürzung	
Herabsetzung der Betriebsparameter	2.03%

Technische Mängel

Fehlende
Kennzeichnung

Schadhafter äusserer
Korrosionsschutz

Ordnungs- mängel

Festgelegte
Betriebsparameter
nicht beschrieben aber
nachvollziehbar

Sicherheitstechnische
Massnahmen nicht
beschrieben aber
technisch
nachvollziehbar

Der Betrieb kann ohne weitere Nachprüfung Korrekturmassnahmen einleiten und umsetzen.

Fehlerbehebung einfach und ohne erhebliche Kosten möglich.



Beispiel erhebliche Mängel & Massnahmen

Technische Mängel

Fortschreiten Korrosion / Erosion
Abplatzungen
Innenbeschichtung

Kritische Korrosion & Schwächung
Kritische Lastwechselzahl

Rissauslösende Schweißnaht-unregelmässigkeit
Fehlender Anfahrerschutz
Abplatzung
Innenbeschichtung bei korrosiven Medien

Verkürzen der Prüffrist

Änderung Betriebsparameter

Wiederherstellung



Nachführen innert kurzer Frist

Nachprüfung

Ordnungs- mängel

Konformitätsnachweis und/oder Betriebsanleitung fehlt

Sicherheitstechnische Massnahmen **unvollständig beschrieben und technisch nicht nachvollziehbar**

Aufzeichnungen von Prüfungen der PLT - Schutzeinrichtungen

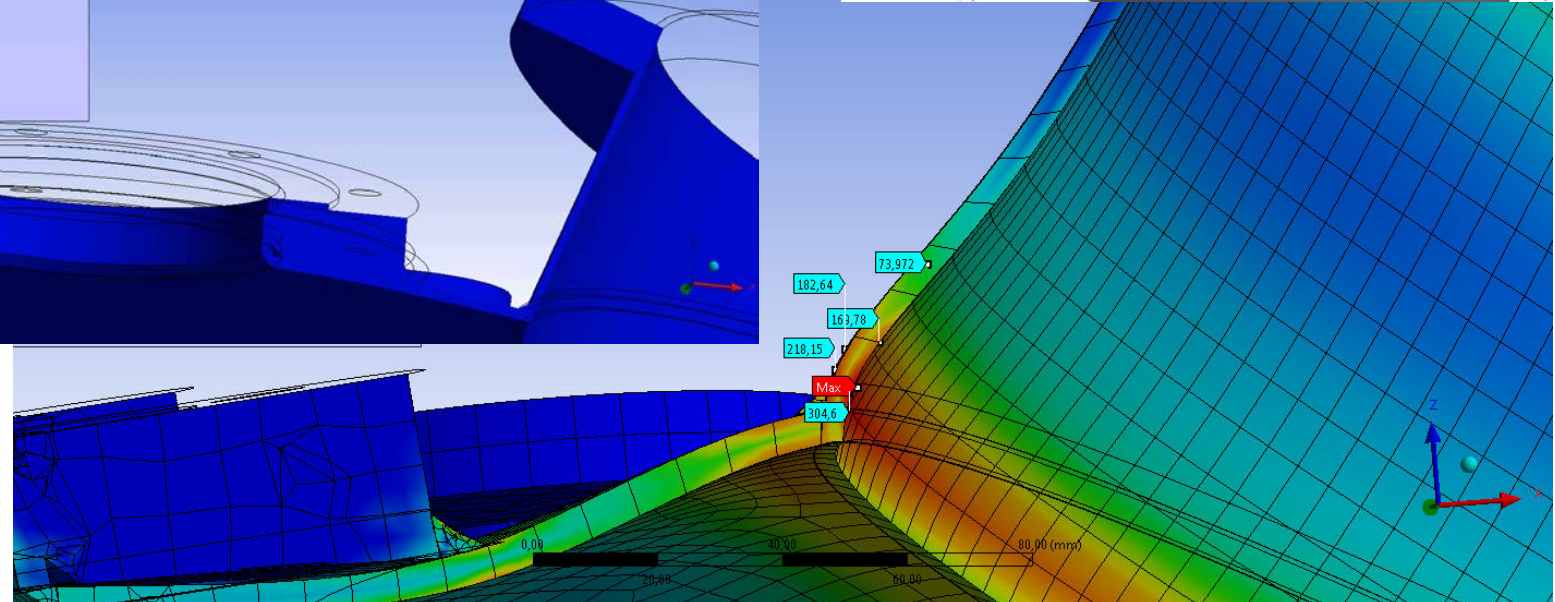
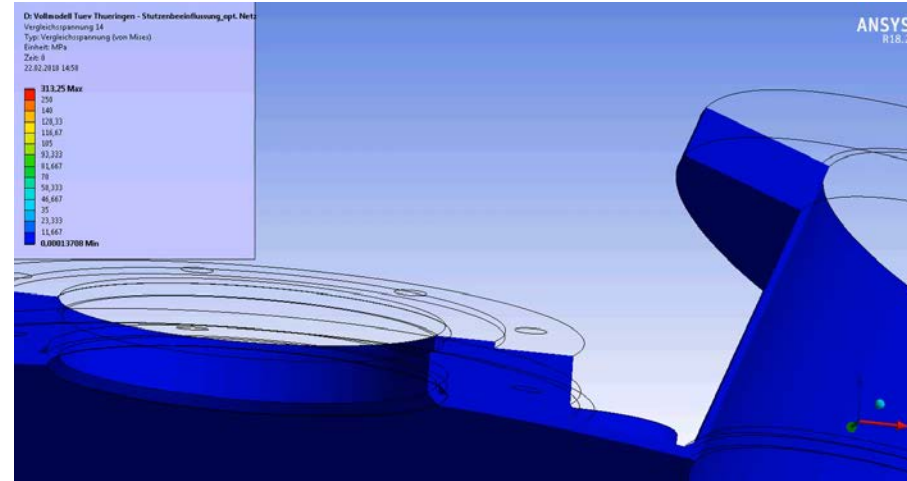
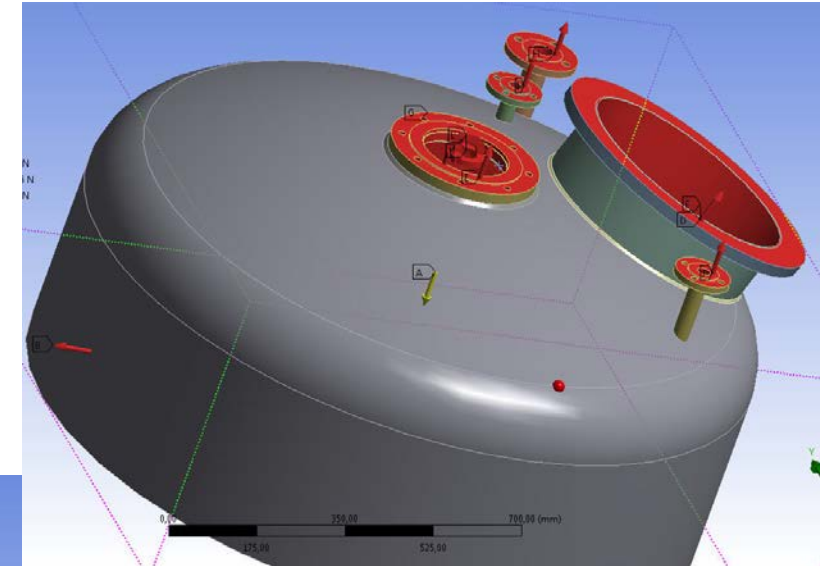
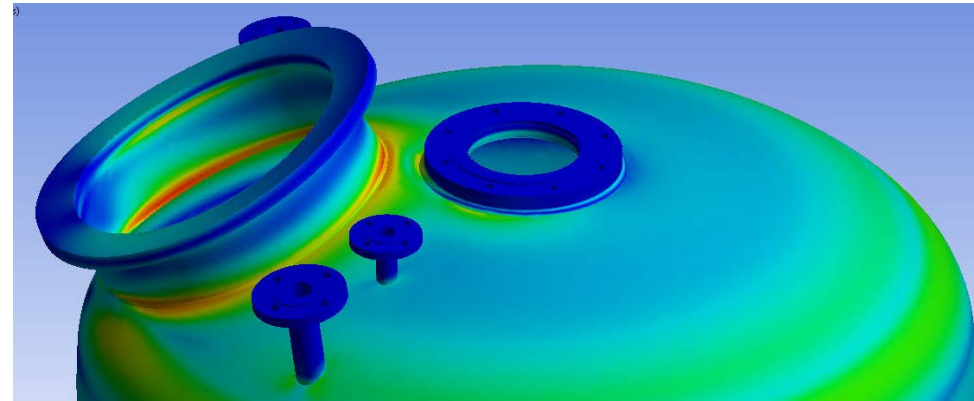
Keine Dokumentierte Abnahmeprüfung

Technische Mängel

Kritische Betriebseinflüsse
Störungen im Wärmeübergang

Gefahr des Strukturversagens
Verformungen
Kritischer scharf auslaufender Riss

Funktionsstörung oder Defekt der Ausrüstung mit Sicherheitsfunktion
Keine Druckbegrenzungseinrichtung
Falsche Dichtungen und/oder Schrauben



- a. Anwendungsbereich
- b. Gefährdungsbeurteilung und Einflussgrößen
- c. Betrieb | Inspektionen | Ergebnisse | Massnahmen
- d. Möglichkeiten der zerstörungsfreien Prüfverfahren

Dipl.-Ing. Torsten Häntzka

Qualitech AG



Funktion: Bereichsleiter Abnahmen + Inspektionen
Bereichsleiter Schweiss-Kompetenzzentrum

Schweissfachingenieur (IWE)
Giessereifachingenieur VDG
NDT: VT2, RT2, PT2, UT2, MT2

Zerstörende Werkstoffprüfung

- Zugversuch
- Kerbschlagversuch
- Härtemessung
- Biegeversuch
- Gefügeuntersuchung



Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung VT, PT, MT, UT, RT, AT

- Visual test - Sichtprüfung
- Penetrant test – Farbeindringprüfung
- Magnetic particle test – Magnetpulverprüfung
- Ultrasonic test – Ultraschallprüfung
- Radiographic test – Röntgenprüfung
- *Acoustic Emission Testing - Schallemissionsprüfverfahren*



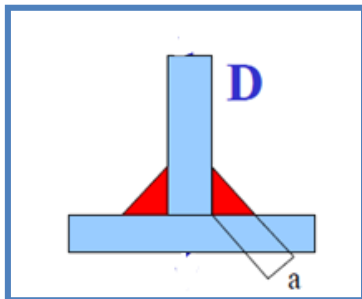
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

- Visual test - Sichtprüfung
- Penetrant test – Farbeindringprüfung
- Magnetic particle test – Magnetpulverprüfung
- Ultrasonic test – Ultraschallprüfung
- Radiographic test - Röntgenprüfung

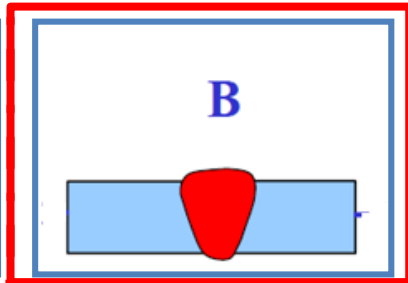
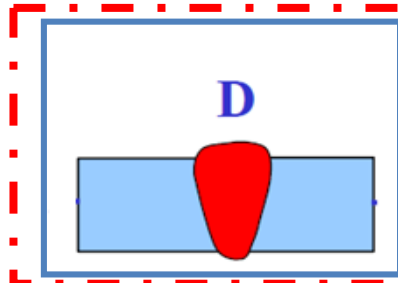


Oberflächenprüfverfahren

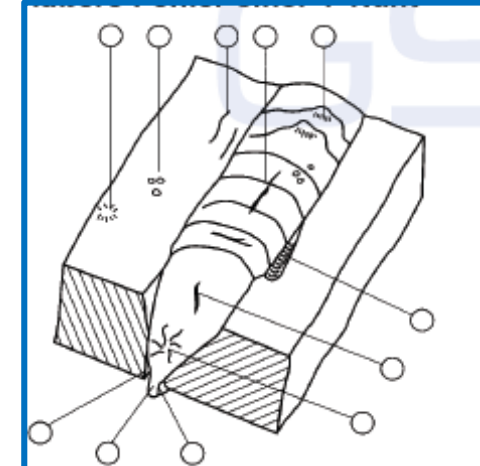
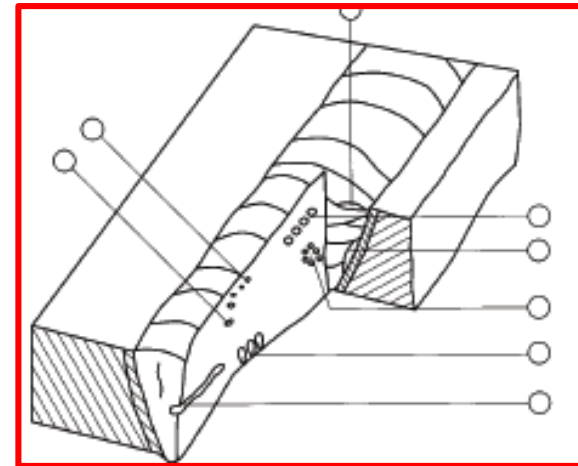
Volumenprüfverfahren



- UT technisch nicht möglich
- RT nicht anforderungsgerecht



Abhängig von
Schweissnahtqualität
und Regelwerk



VT-Sichtprüfung

Das vielleicht einfachste Verfahren:

- Ca. 60% aller Fehler können festgestellt werden
- Beleuchtungsstärke min. 500 Lux
- Geräte: Spiegel, Lampen, Endoskop



Folgende Fehler können visuell beurteilt werden:

Beschädigungen mechanisch, wärmetechnisch, chemisch, stromtechnisch

Schweissnähte (Bindefehler, Anlauffarben, Schweissgespritzer etc.)

Oberflächenrauheiten

Korrosionen

Geometrie

Verzug

Belag

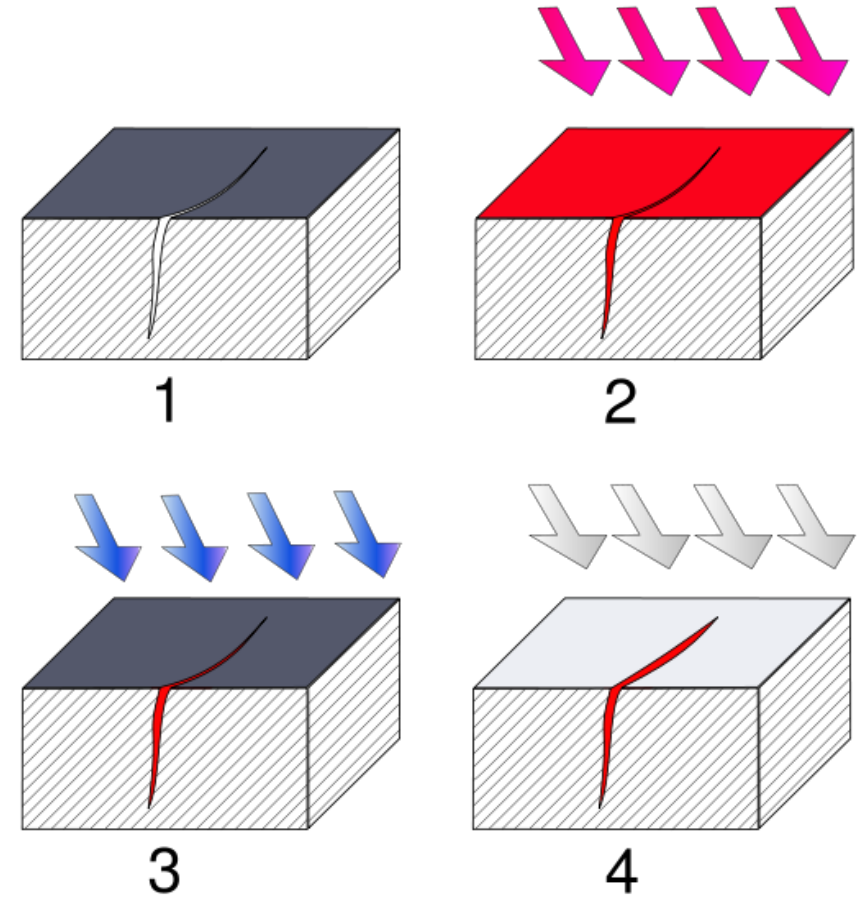
Ablagerungen

Beschichtungen

Durchgänge

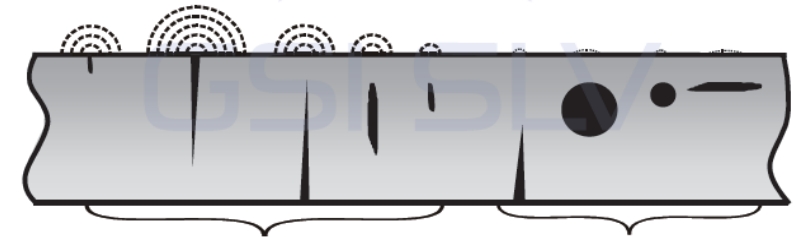
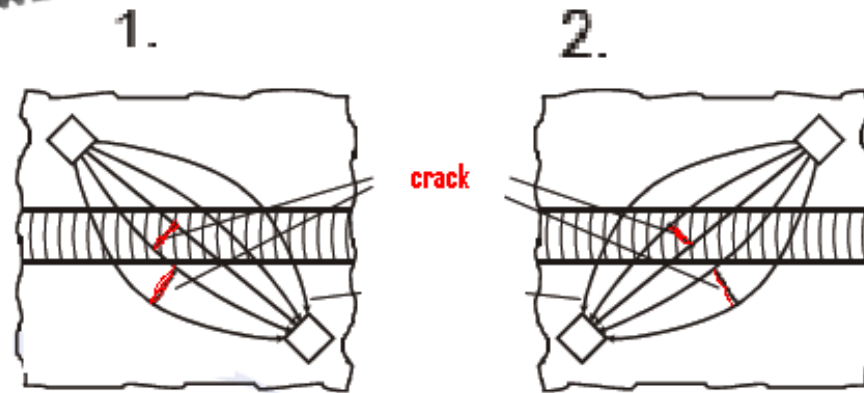
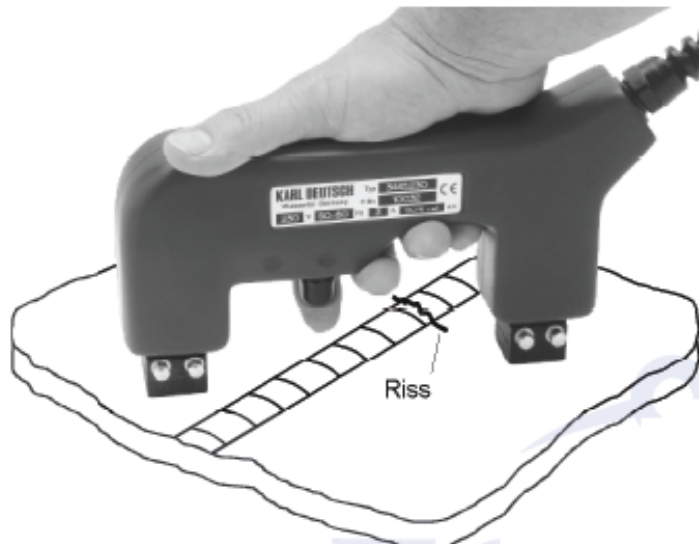
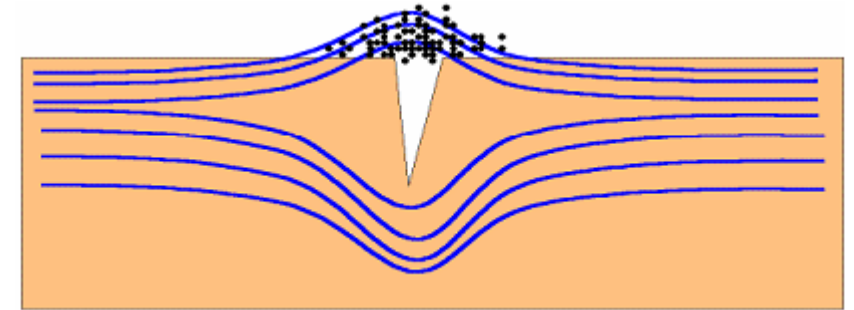
PT-Farbeindringprüfung

- Basiert auf Kapillarwirkung
- Nur zur Oberfläche geöffnete Fehler detektierbar
- Temperaturbereiche +5...+50 C
- Rot/Weiss und fluoreszierend
- Einsatzgebiet austenistische Stähle, nichtmagnetische Materialien



MT-Magnetpulverprüfung

- Basiert auf Partikelanhäufung an zur Oberfläche geöffneten Fehlern (magnetisches Streufeld) magnetisierter Bauteile
- Nur ferromagnetische Werkstoffe
- Magnetische Partikel (schwarz mit weisser Untergrundfarbe/ fluoreszierend)



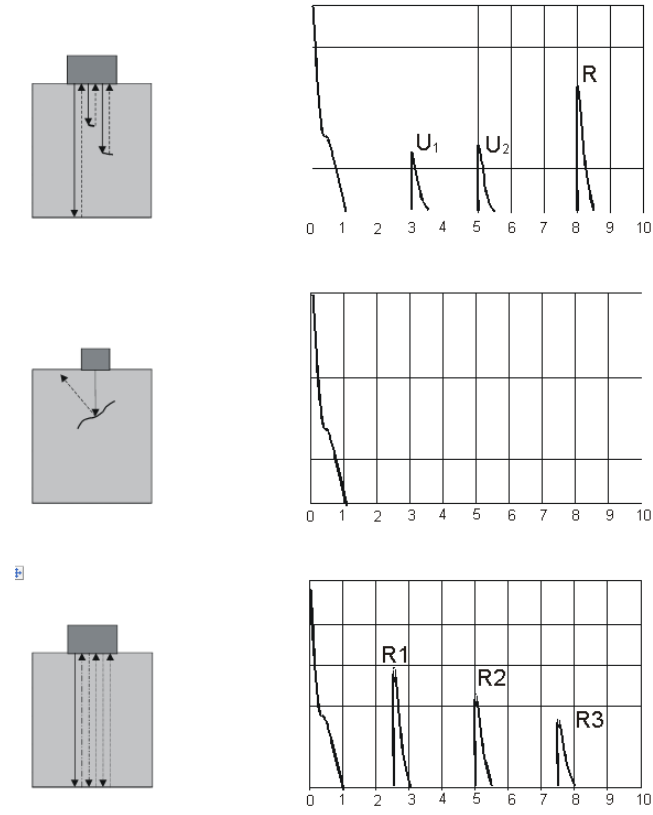
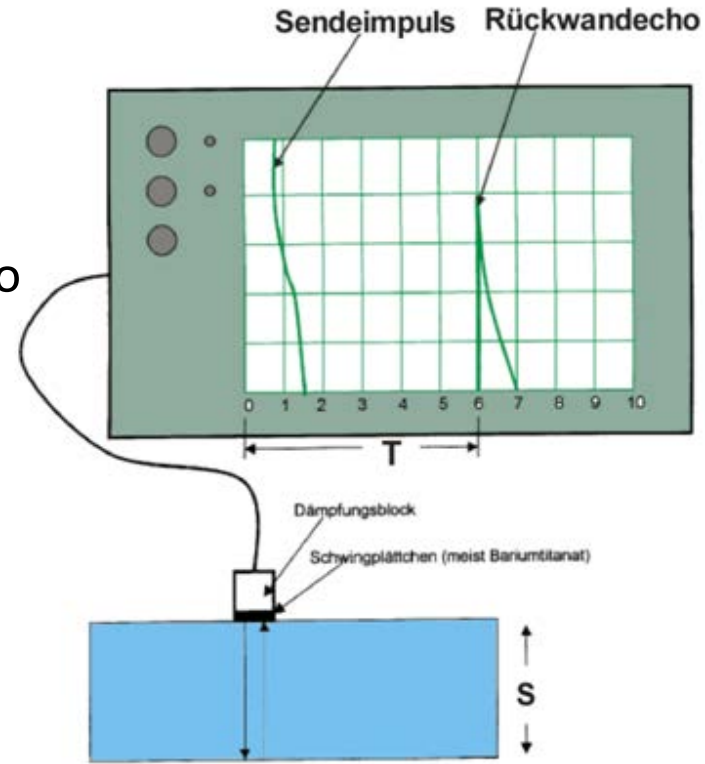
Fehlernachweis
möglich

Fehlernachweis
nicht möglich

Quelle: GSI SLV

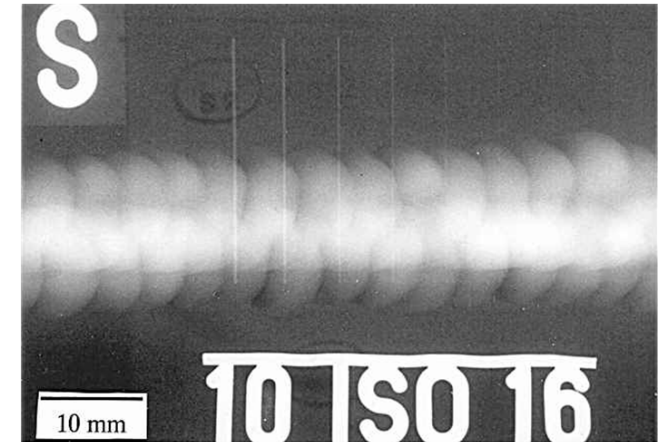
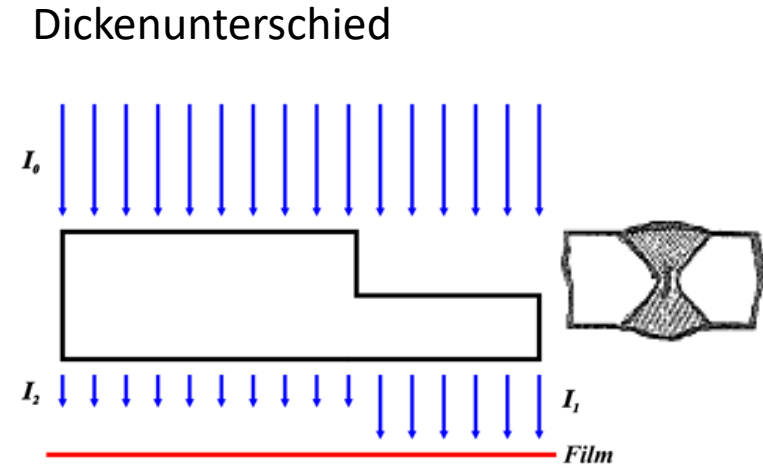
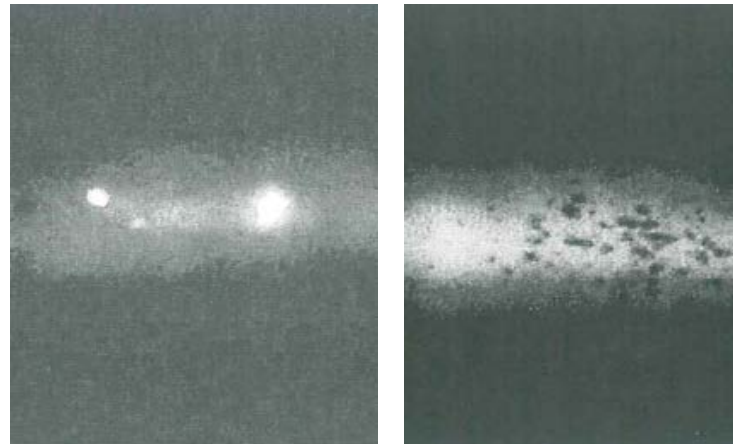
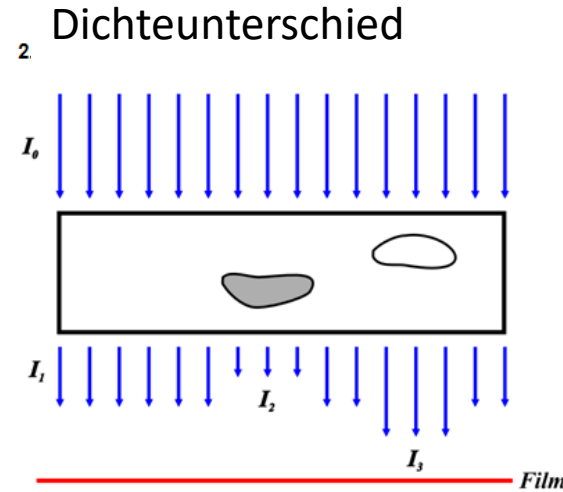
UT-Ultraschallprüfung

- Volumenverfahren → innere Fehler
- Piezoeffekt generiert Ultraschallwellen
- Eintrittsecho/Sendeimpuls und Rückwandecho
- Anwendbar für Wanddicke > 8mm
- Anwendbar für Stumpfnähte
- Nicht anwendbar für Kehlnähte
- Winkel- Senkrechtprüfkopf



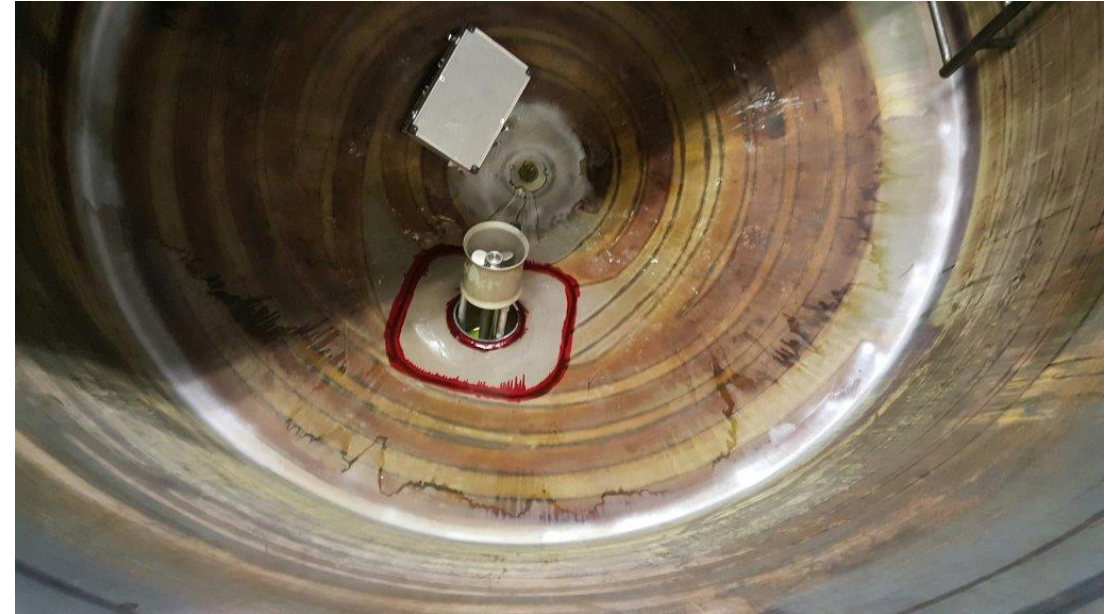
RT-Röntgenprüfung

- Volumenverfahren
- innere Fehler
- Wanddicken 1...400mm
- Arbeitssicherheit Strahlung
- Fehler sind dokumentierbar Film



Praxisbeispiel-Rührwerk

- Szenario 1: Leckage
- Szenario 2: Schweissreparatur
- Szenario 3: Ertüchtigung



Die Lösung muss smart, genial oder schlau sein !?!



Quelle: Ingenieurkammer Baden-Württemberg

Praxisbeispiel-Rührwerk (für Schmierölherstellung)

■ Szenario 1: Leckage

Aussage Betreiber:

Leckage am Rührwerk (Edelstahl*) nach Schweissarbeiten

Prüfingenieur «Planung»

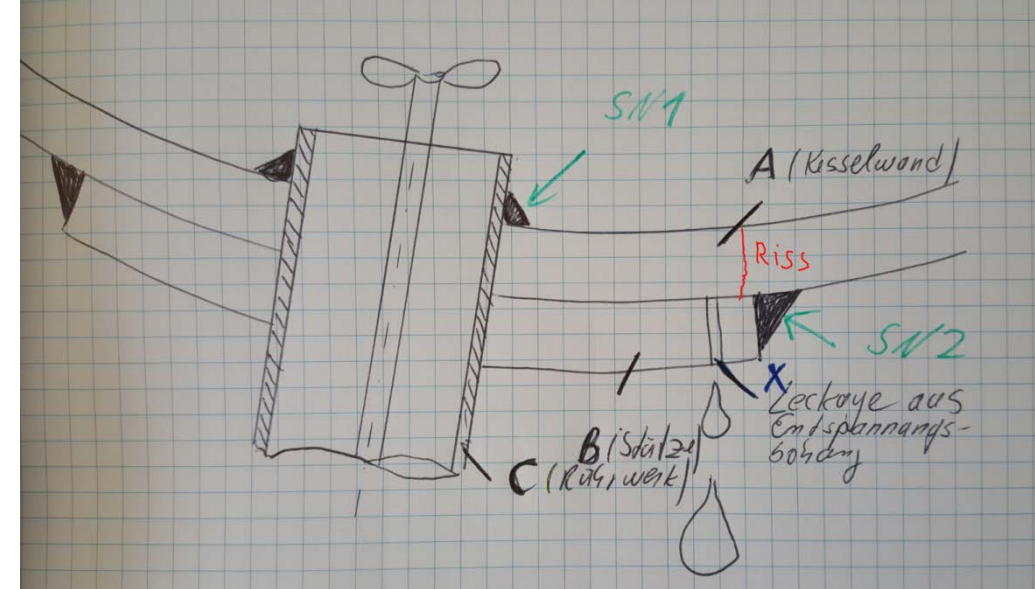
→ Leckage = Oberflächenprüfverfahren (MT oder PT)

→ Edelstahl* (unmagnetisch = PT)

*korrosionsbeständiger Stahl

Prüfingenieur «Umsetzung vor Ort»

- Material ist doch Stahl (magnetisch) → MT (fluoreszierend)
- ABER Anlage kann eventuell zurückbleibende Magnetpartikel nicht herausfiltern (Schmieröl)
- →PT Prüfen Rot/Weiss (Funktionsweise prüfen!!!)



Praxisbeispiel-Rührwerk

- Szenario 2: Schweisssreparatur
- Spektralanalyse zur Bestimmung der Chemischen Zusammensetzung
 → Ermittlung der Schweisssbarkeit → Schweisssengineering

Unlegierter Stahl:

S235, C45E

$C \leq 0.22\%$ schweisssbar

$C > 0.22 \dots 0.4\%$

limitiert schweisssbar

Niedriglegierter Stahl:

30NiCrMo12-6

$CE \leq 0.43$

CET

Hochlegierter Stahl:

X12CrNi18-8

Schäffler-Diagramm



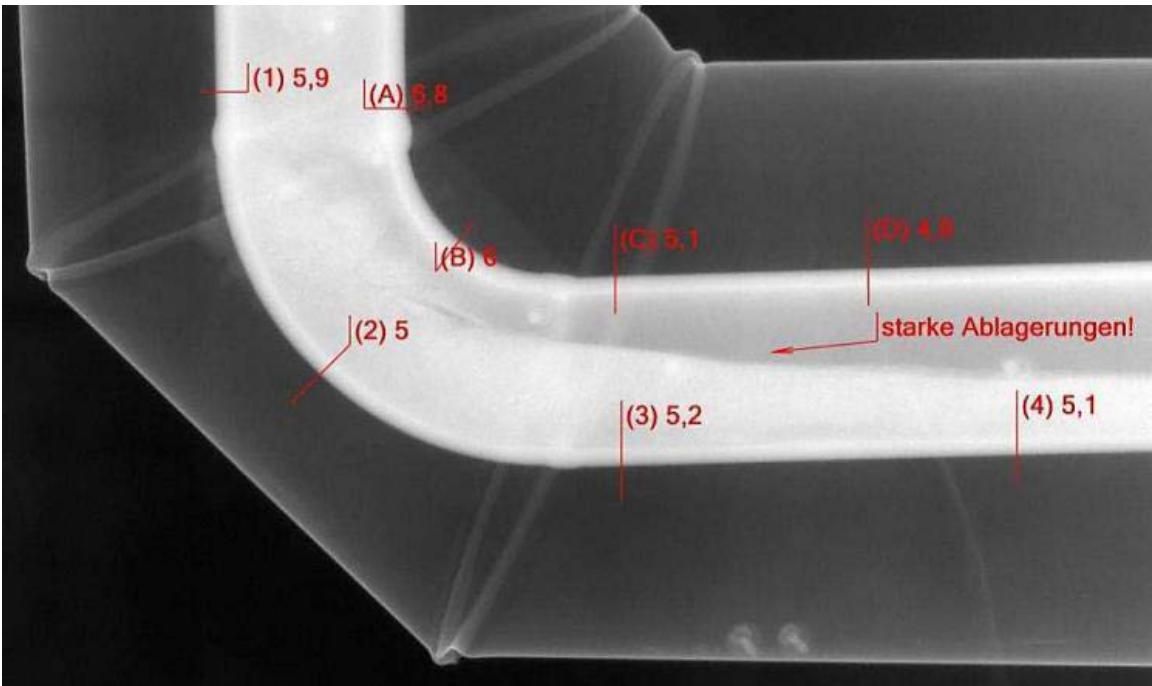
Spektralanalyse

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{20}$$

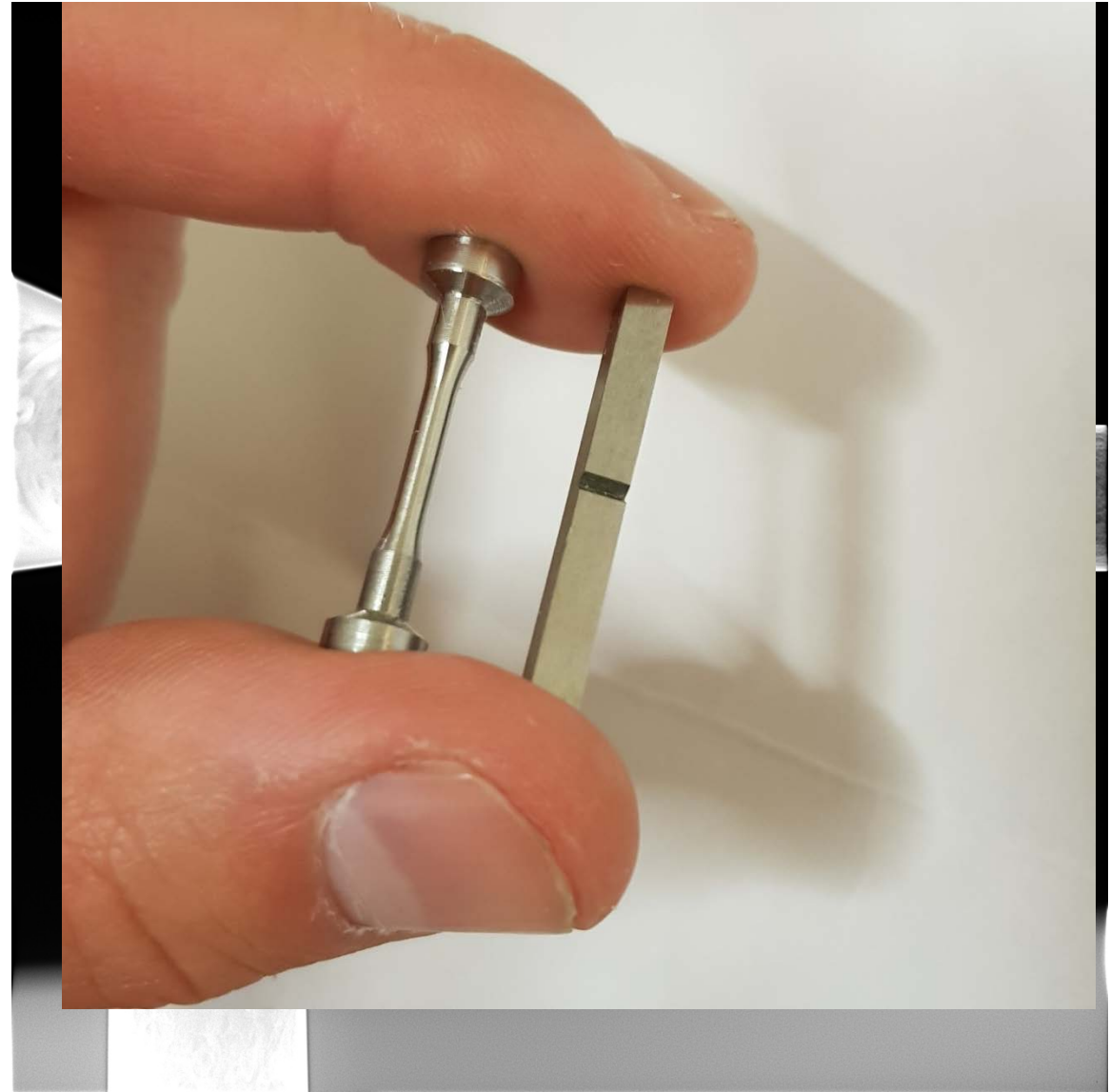
CET [%]	max. material thickness without preheating [mm]
0,18	60
0,22	50
0,26	40
0,31	30
0,34	20
0,38	12
0,40	8

Praxisbeispiel-Rührwerk

- Szenario 3: Ertüchtigung
- RT der Schweissnähte → Schweissnahtqualität
- RT Schattenaufnahmen



ten



Gerne beantworten wir
Ihre Fragen!

TÜV Thüringen Schweiz AG
www.tuev-thueringen.ch
service@tuev-thueringen
+41 (0)62 209 29 30

