



Erfahrungen bei der Errichtung und dem Betrieb einer Wasserstoff-Infrastruktur am Beispiel „Wasserstoffdorf Chemiepark Bitterfeld Wolfen“



**Karsten English**

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

# Gliederung

- Projektkenndaten
- Konzeption
- Aufgaben des TÜV SÜD
- Forschungsschwerpunkte &
- Zwischenergebnisse
- Fazit



# Projektkennndaten

## HYPOS H<sub>2</sub>-Netz

**Projekttitlel:** Entwicklung von innovativen Konzepten zur Anbindung und Versorgung eines „Wasserstoffverbrauchers" sowie für die Verteilnetzstruktur inkl. erforderlicher Sicherheitstechnik

**Verbundpartner:**

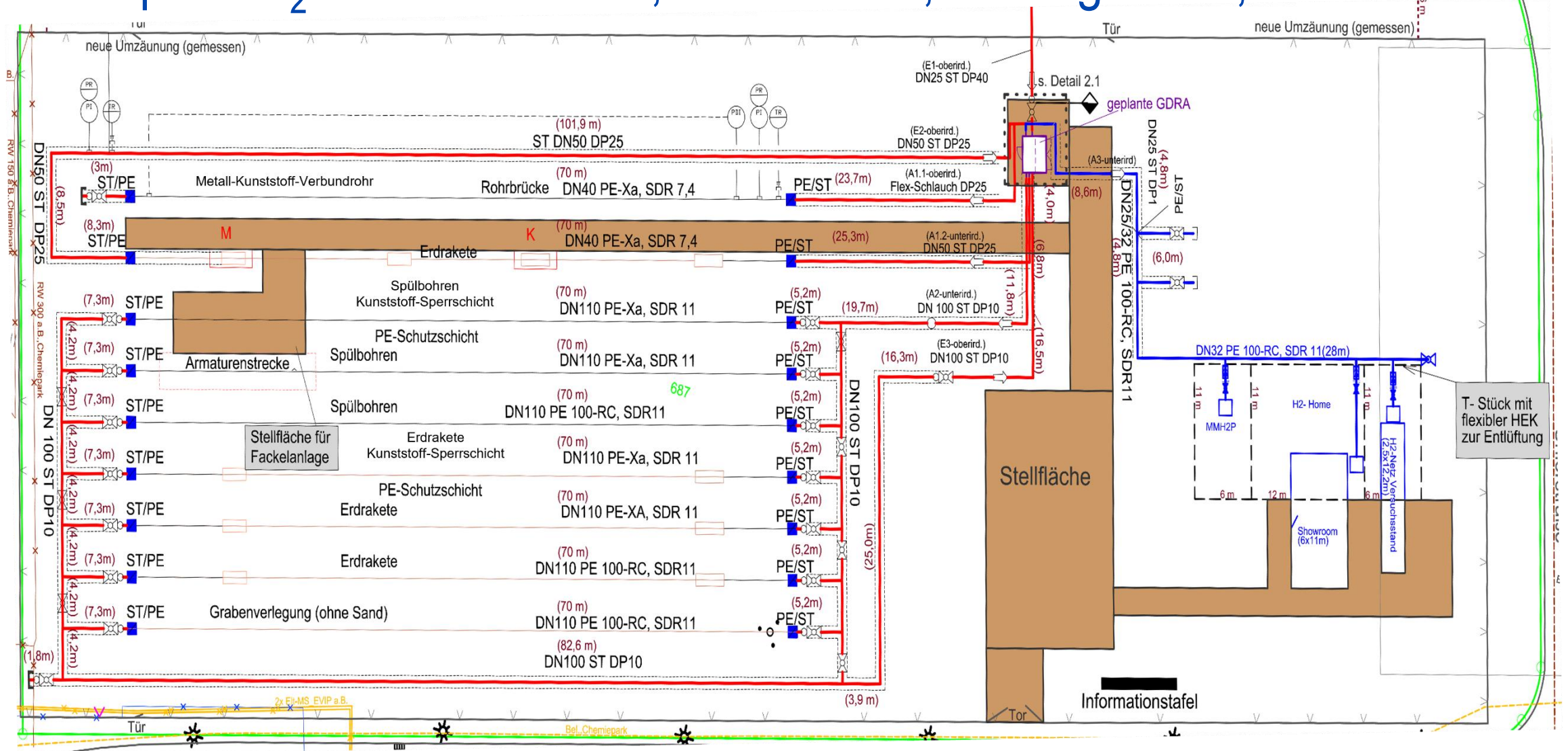


**Projektbudget:** 3,8 Mio. EUR Gesamtbudget (alle Partner)

**Projektlaufzeit:** 01.11.2016 - 31.12.2021 \* inkl. Laufzeitverlängerung des Projektes um 2 Jahr

**Standort:** Chemiepark Bitterfeld-Wolfen (Sachsen-Anhalt)

# Konzeption H<sub>2</sub>-Netz – GDRMA, Rohrbrücke, Leitung DP25, DP 10 und DP 1



# GDRMA – H<sub>2</sub>-Netz Bitterfeld



- Betrieb mit reinem Wasserstoff
- Auslegungsdruck Eingangsseite: DP 40,00 bar
- Druckabsicherung der LINDE-Leitung MOP 28,00 bar
- max. Normvolumenstrom 15 Nm<sup>3</sup>/h
- Ausgang 1.1 MOP<sub>d</sub> 13,60 bar
- Ausgang 1.2 MOP<sub>d</sub> 19,50 bar
- Ausgang 2 MOP<sub>d</sub> 10,00 bar
- Ausgang 3 MOP<sub>d</sub> 1,00 bar

# H<sub>2</sub>-Netz

Ausgang 1.1: Freileitung MOP<sub>d</sub> 13,60 bar (60 °C) (Stichleitung)

Ausgang 1.2: Hochdruckversuchsfeld MOP<sub>d</sub> 19,50 bar Erdleitung

Werkstoffe:           Stahlrohr 60,3 x 5,6 nahtlos L360NB  
                           Bögen 60,3 x 5,6, T-Stücke 60,3 x 4,0 L 360 NB  
                           RMA Absperrschieber ASR / PN 84  
                           PE-Rohr Rauhy 40 x 6 mit AL-Schutzschicht und PE Schutzmantel  
                           (PE-Xa / AL / PE (multilayer Rohr) SDR 7,5

Verbindungen Stahl: Schweißverbindungen (WIG)

Verbindungen PE:    Fittingsystem mit Metall- und Kunststoffschiebehülsen

Prüfungen:           100% RT (Stahl); Dichtheitsprüfung A3 30,0 / 2,0 bar bzw. C3 mit 30,0 bar

Absicherung 1.1:    Flaschendruckminderer und Schwebekörperdurchflussmesser

Absicherung 1.2:    SAV Honeywell HON 704 19,0 bar



# H<sub>2</sub>-Netz

Ausgang 2: MOP<sub>d</sub> 10,00 bar

Werkstoffe: Stahlrohr 114,3 x 3,6 HFW-HFI-Längsnaht L245N  
 Bögen und T-Stücke 114,3 x 3,6, P235GH  
 RMA Absperrschieber ASR / PN 16  
 PE-Rohr PE 100 RC / Safe Tech RCn (Wavin) SDR 11  
 PE-Rohr Rau-PE-Xa mit EVOH-Schutzschicht SDR 11  
 PE-Rohr Rau-PE-Xa mit PE-Schutzschicht SDR 11

Verbindungen Stahl: Schweißverbindungen WIG / E-Hand (Cel)

Verbindungen PE: Spiegelschweißungen / Plasson Schweißfittings

Prüfungen: >10 % RT (Stahl); Dichtheitsprüfung C3 mit 12,85 bar

Absicherung: SAV Honeywell HON 703 10,8 bar



# H<sub>2</sub>-Netz

Ausgang 3: MOP<sub>d</sub> 1,00 bar

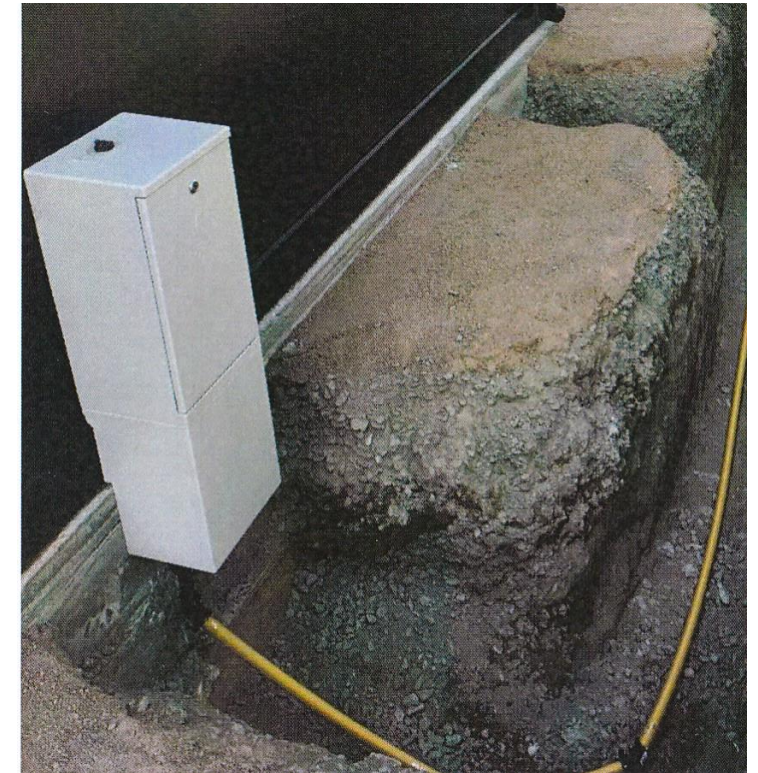
Werkstoffe:           Stahlrohr 33,7 x 4,0 L360NE  
                           Bögen 33,7 x 4,0 L360NB  
                           PE-Einschweißarmaturen Frialen, RMA  
                           PE-Rohr 32 x 3 PE 100 RC (Wavin) SDR 11  
                           Schweißfittings Von Frialen / GF  
                           HEK`s Schuck

Verbindungen Stahl: Schweißverbindungen (WIG)

Verbindungen PE:   Schweißfittings

Prüfungen:           >10 % RT (Stahl); Dichtheitsprüfung B3 mit 4,8 / 0,048 bar

Absicherung:        SAV Pietro Fiorentini LA/TR x DIVAL 0,85 bar / 0,10 bar





# Endverbraucher / Inneninstallation



## Besonderheiten bei der Inneninstallation

- Betriebsdruck: 0,35 bar
- im Haustechnikraum Inneninstallation mit Edelstahl Pressfittingsystem
- im Betriebsraum Parallelverrohrung mit Rehau Rautitan Gas stabil (25 x 3,6) mit Permeationsmessung  
Absicherung über TAE
- Installation einer Gaswarnanlage mit örtlichem optischen Alarm, Alarmweiterleitung zur Leitwarte und NOT-AUS Gesamtanlage

# Aufgabe des TÜV SÜD innerhalb des Forschungsverbundes

- Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Werkstoffe, Komponenten und Prüfverfahren
- Die HAZOP-Analyse zur Erkennung und Bewertung von Gefährdungspotenzialen und Festlegung von möglichen Gegenmaßnahmen
- Erarbeitung und Anpassung des Sicherheitskonzeptes
- Zuarbeiten zum Genehmigungsverfahren nach §5 Verordnung über Gashochdruckleitungen (GasHDrltgV)
- Sachverständigentätigkeit nach DVGW / Gashochdruckleitungsverordnung im Rahmen der Errichtung
  - Teilbauprüfungen, Nachbewertung der ZfP, Abnahme Dichtheitsprüfungen Leitungen
  - Abnahme und Funktionsprüfungen der Regelanlage
  - Prüfung der Explosionssicherheit nach § 15 BetrSichV und der technischen Explosionsschutzmaßnahmen
- Sachverständigentätigkeiten Schadensfall-Simulation / Leitungsarbeiten (Umverlegungen)

# Forschungsschwerpunkte



GDR / Odorierung

Verteilernetz

Endanwendungen

Versuchscontainer

Funktionalität /  
Wasserstoffeignung

Eignung von PE-Rohren  
im Zusammenhang mit  
Verlegeverfahren

H<sub>2</sub>-geeignete  
Kundenanlagen

Eignungsuntersuchungen  
an Komponenten der  
Gasinfrastruktur

# Forschungslandkarte

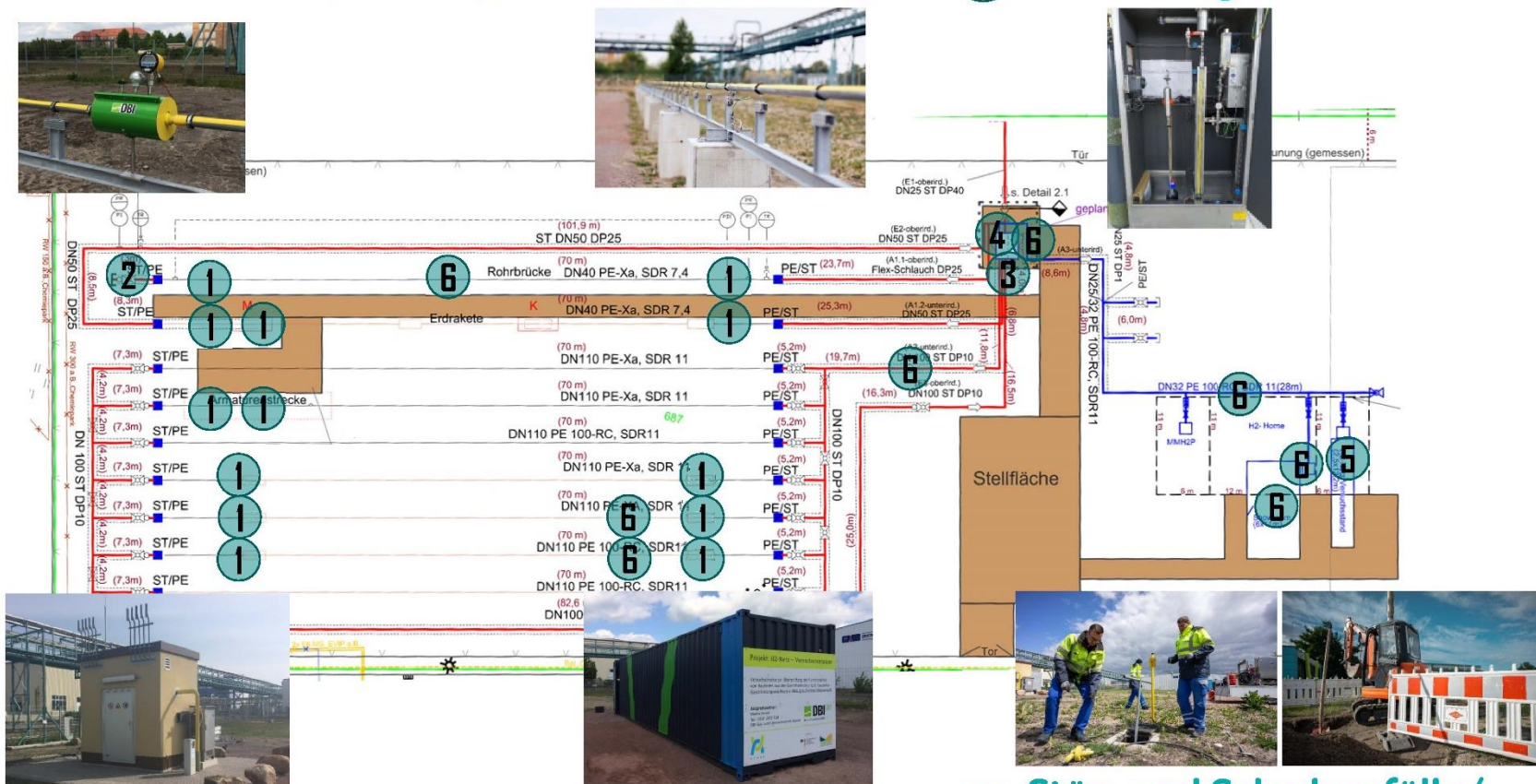
## 1 Permeation / Leckage



## 2 Dehnungsmessung



## 3 Odorierung



## 4 GDRMA (Betriebserfahrungen)



## 5 Versuchsstand



## 6 Stör- und Schadensfälle/ Leitungsarbeiten



# Odorierung

## Ergebnisse / Auswertung

- die Micro- bzw. Kleinstmengen-Odorierung von geringsten Wasserstoffmengen (3 m<sup>3</sup>/h im Normzustand ) ist über die Dosierung im Hochdruckbereich bei rund 17 bar möglich
- die chemische und geruchliche Stabilität der am Markt erhältlichen Odoriermittel in der Matrix Wasserstoff konnte nachgewiesen werden
- bei der Odorierung mit Acrylaten und mit Mercaptanen besteht eine gute geruchliche Wahrnehmbarkeit
- zukünftig ist die Odorierung von Wasserstoff mit dem Odoriermittel Gasodor<sup>®</sup> Hydrogen geplant. Der Vorteil dieses Mittels besteht in der guten Verträglichkeit für die Anwendungstechnologie „Brennstoffzelle“

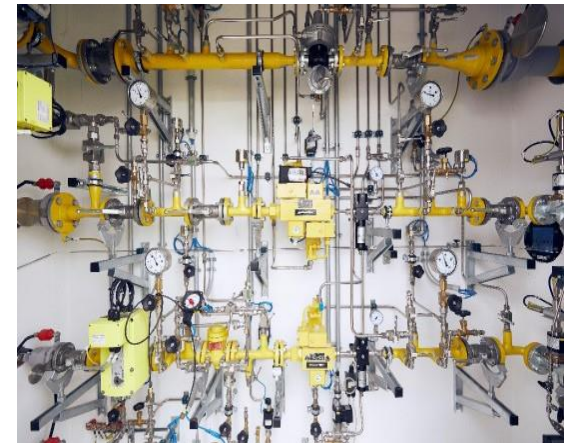
gwf Gas + Energie 10/2021

Dipl.-Ing. (FH) **Raymond Mothes**  
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH | Leipzig  
Tel: +49 341 2457-162 | raymond.mothes@dbi-gruppe.de

# GDRMA (Betriebserfahrungen)

## Versuchsbeschreibung

- Errichtung einer GDRMA für unterschiedliche Druckstufen (DP40, DP16 und DP1) und den gegebenen Lastflüssen (Vorgabe H<sub>2</sub>- HOME)
- Einsatz von konventionellen Erdgaskomponenten (u.a. Mess- und Regelungstechnik, Armaturen, Leitungen)
- **Versuchsergebnisse (Ziel)**
  - Aussage zur Funktionalität der Geräte hinsichtlich Wasserstoffverträglichkeit und der Belastung
  - Durchführung von Instandhaltungstätigkeiten in Anlehnung an das DVGW-Regelwerk und Ableitung von Aussagen zu Instandhaltungszyklen im Kontext Wasserstoff
  - Feststellung Wirkungsweise in Bezug auf SIL
  - Aussagen zur Zeitabhängigkeit beim Auftreten erster Leckagen
  - Erfüllung der Anforderungen zum EX-Schutz (Zone 2)



# GDRMA (Betriebserfahrungen)

## Ergebnisse / Auswertung

### Instandhaltungszyklen:

- Anlehnung an DVGW-Regelwerk mit individueller Erweiterung (häufigere Zyklen) zum Erfahrungsgewinn G 465-1, G 466-1; G 614; G 495
- keine Auffälligkeiten im Betriebszeitraum
- aktuell keine Anpassung des Regelwerkes in Bezug auf Instandhaltungszyklen für H<sub>2</sub> absehbar
- kein erhöhter personeller Aufwand bei H<sub>2</sub> in Bezug auf Erdgas notwendig
- Schulung Wartungspersonal
- Anpassung der Messmittel

Instandhaltungsmaßnahme (GDRMAD)	Turnus
Inspektion (I)	wöchentlich
Funktionsprüfung (F)	halbjährlich
Wartung (W)	jährlich
Instandhaltungsmaßnahme (Netz)	Turnus
Streckenkontrolle	wöchentlich
Gaslecksuche, Dichtheit Außengelände, Prüfung Freileitungen & Betriebseinrichtungen	halbjährlich
Dichtheitsprüfung innen	halbjährlich
KKS	jährlich
Instandhaltung (GWA)	Turnus
Funktionsprüfung (F)	halbjährlich
Wartung (W)	jährlich

# Stör- und Schadensfall-Simulation / Leitungsarbeiten

## Versuchsbeschreibung

- Simulation von verschiedenen Stör- und Schadensfällen
  - Gasaustritt Rohrbrücke
  - Gasaustritt am Verteilnetz
  - Auslösen der Gaswarnanlage
  - erhöhter/verminderter Druck im MD-Netz
- Durchführung von bekannten Leitungsarbeiten
  - Leitungsumverlegung / Rohrnetzauswechslung im PE-Netz D 110 und D 32 mit Abquetschen und Blasensetzen bei 4 bar

## Versuchsergebnisse (Ziel)

- Überprüfung der Funktionsfähigkeit und Zweckmäßigkeit der installierten Sicherheitseinrichtungen im Betriebszustand
- Sammeln von Betriebserfahrungen und Ableitung von Handlungsanweisungen im Kontext Wasserstoff





# Stör- und Schadensfall-Simulation

## Ergebnisse / Auswertung

### Gasaustritt Rohrbrücke / Verteilnetz

- die Simulation eines Gasaustritts an der oberirdischen Rohrbrückenleitung sowie im Bereich des HD-Verteilnetzes wurde erfolgreich durchgeführt
- eine Freisetzung von H<sub>2</sub> in die Atmosphäre wurde durch den Einsatz der mobilen H<sub>2</sub>-Fackel vermieden
- die Funktionsfähigkeit der gemäß HAZOP-Studie definierten sicherheitsgerichteten Einzelmaßnahmen / Sicherheitskette wurde erfolgreich nachgewiesen
- die Abschaltung funktioniert bestimmungsgemäß und die Absperrarmaturen sind dicht



# Leitungsarbeiten D 32 / MOP 1 / SDR 11

## Versuchsbeschreibung

### Leitungsumverlegung / Rohrnetzauswechslung:

- Durchführung von erforderlichen Leitungsarbeiten am in Betrieb befindlichen Netz wie z. B. Leitungsumverlegungen / Rohrnetzauswechslungen unter Einhaltung der definierten Sicherheitsvorkehrungen
- Absperrn einer MD-Leitung D 32 mittels Ouetschvorrichtung und Messung des Rückrundungsverhaltens
- Messung der Permeation / Leckage im Bereich der abgequetschten Rohrleitung

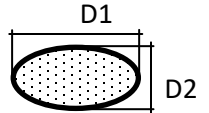


# Leitungsarbeiten D 32 / MOP 1 / SDR 11

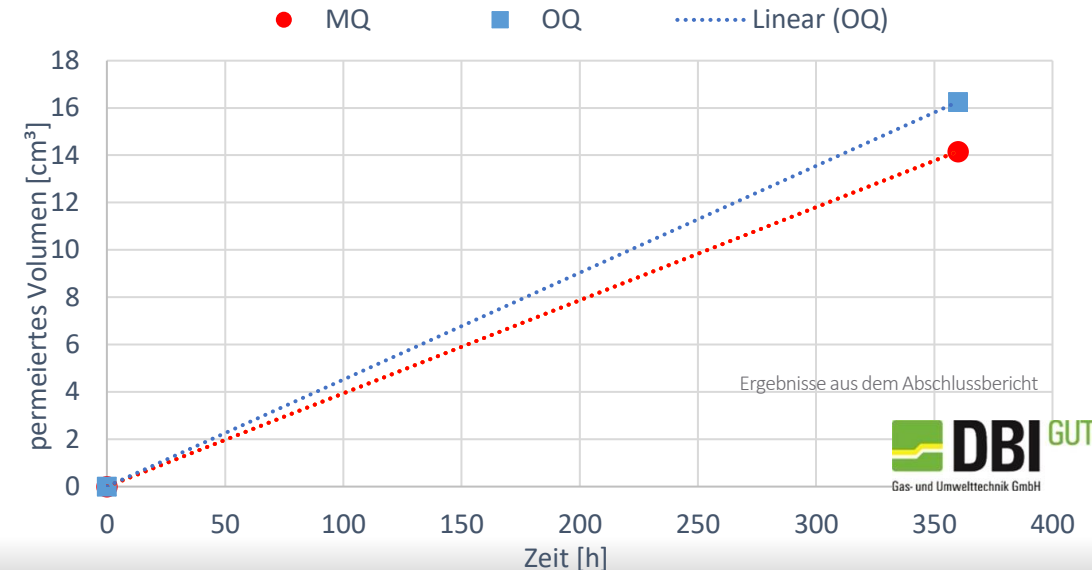
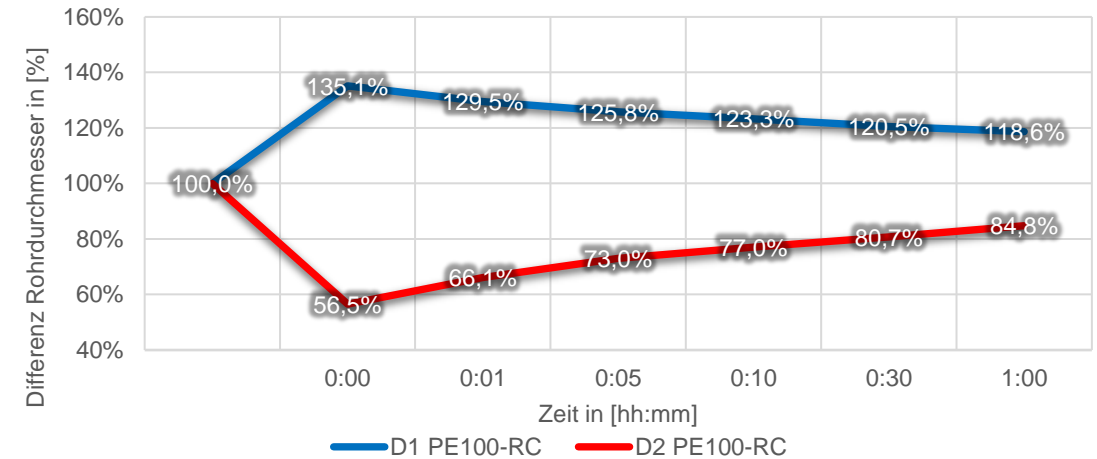
## Ergebnisse / Auswertung

### Leitungsumverlegung / Rohrnetzauswechslung

- Abquetschen einer MD-Leitung DN32 / MOP 1 mittels Quetschvorrichtung und anschließende Messung des Rückrundungsverhaltens
- Rückrunden ist zu empfehlen
- die Messung der Permeation und Leckage im Bereich der abgequetschten Rohrleitung zeigte keine signifikanten Unterschiede der Performance zwischen beschädigtem und unbeschädigtem Material
- die Durchführung von erforderlichen Leitungsarbeiten am in Betrieb befindlichen HA-Netz ist unter Einhaltung der definierten Sicherheitsvorkehrungen ohne Probleme möglich



Rückformungsverhalten  
Durchmesser | PE100-RC | MD-Bereich



# Leitungsarbeiten D 110 / MOP 10 / SDR 11

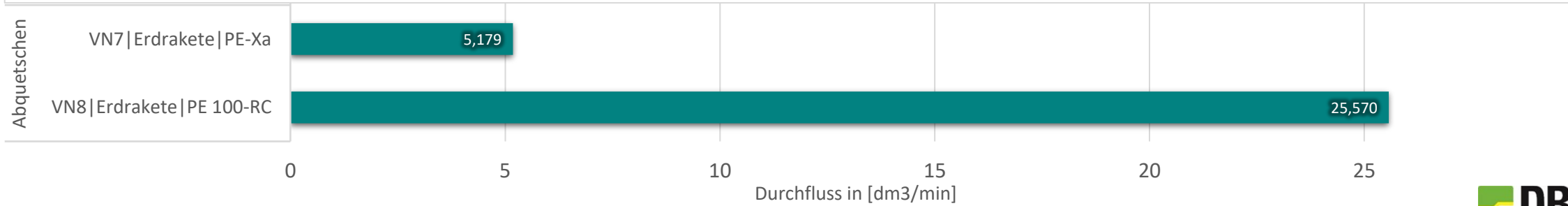
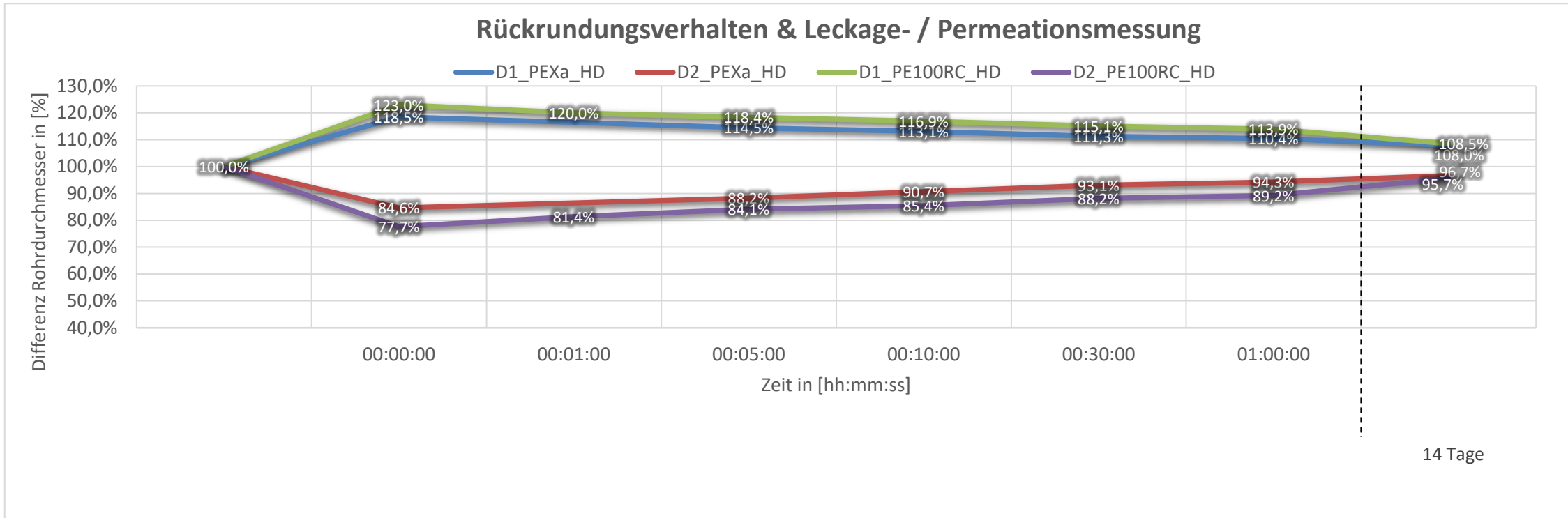
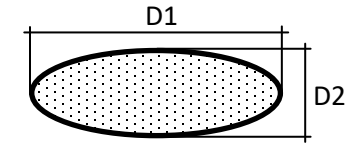
## Versuchsbeschreibung

### Leitungsumverlegung / Rohrnetzauswechslung

- Durchführung von erforderlichen Leitungsarbeiten am in Betrieb befindlichen Netz wie z. B. Leitungsumverlegungen / Rohrnetzauswechslungen unter Einhaltung der definierten Sicherheitsvorkehrungen
- Absperren einer HD-Leitung D 110 (PE 100-RC & PE-XA) mittels Quetschvorrichtung und Messung des Rückrundungsverhaltens
- Messung der Messung der Schleichgasmengen im Bereich der abgequetschten Rohrleitung
- Messung der Permeation im Bereich der Quetschstelle
- Absperren einer HD-Leitung (MWP 4 bar) mittels Blasensetztechnologie und Messung der Schleichgasmengen



# Leitungsarbeiten / D 110 / MOP 10 / SDR 11



# Leitungsarbeiten

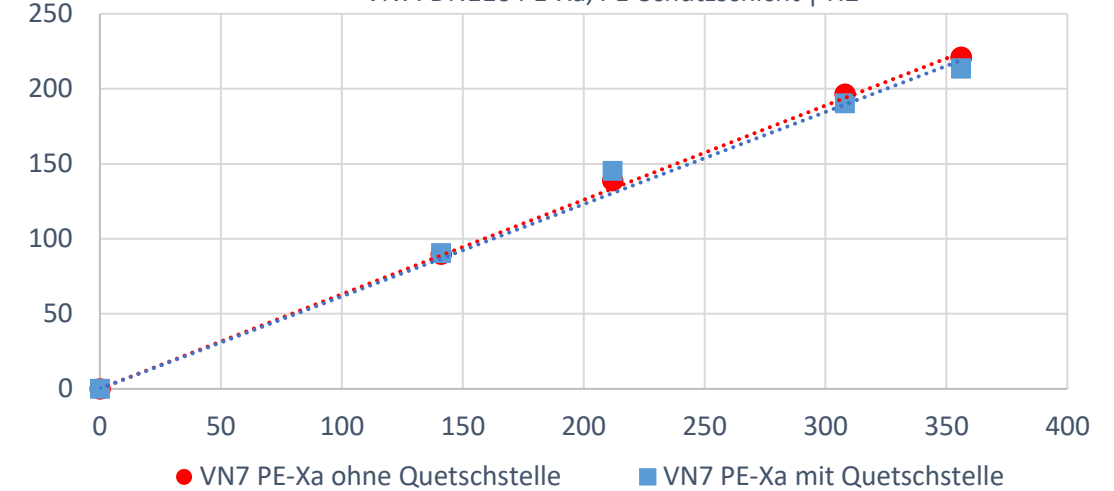
## D 110 / MOP 10 / SDR 11

### Ergebnisse / Auswertung

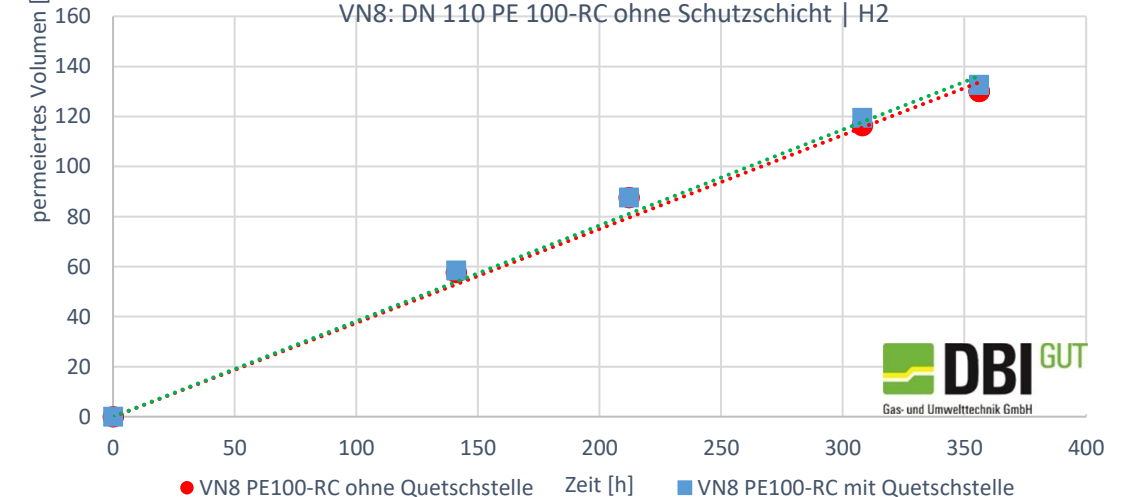
#### Leitungsumverlegung / Rohrnetzauswechslung

- Abquetschen ist unter den Versuchsbedingungen (4bar Betriebsdruck) **nicht** für das provisorische Absperren von in Betrieb befindlichen Leitungen unter Wasserstoff geeignet
- Rückrunden von HD-Ltg. D 110, SDR 11 ist nicht notwendig
- die Messung der Permeation und Leckage im Bereich der abgequetschten Rohrleitung zeigte keine signifikanten Unterschiede der Performance zwischen beschädigtem und unbeschädigtem Material

Permeiertes Volumen in Abhängigkeit von der Laufzeit  
VN7: DN110 PE-Xa, PE-Schutzschicht | H<sub>2</sub>



Permeiertes Volumen in Abhängigkeit von der Laufzeit  
VN8: DN 110 PE 100-RC ohne Schutzschicht | H<sub>2</sub>

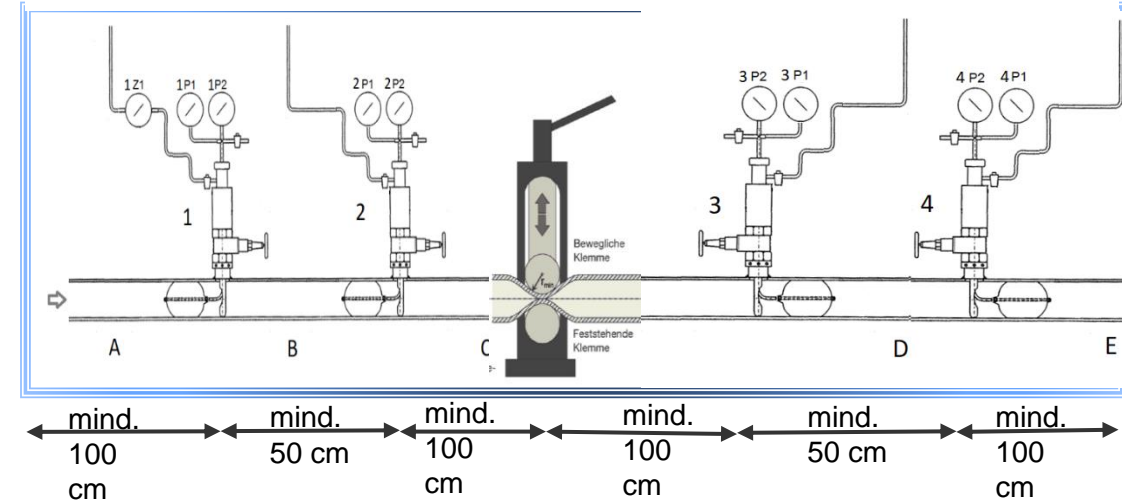


# Leitungsarbeiten D 110 / MOP 10 / SDR 11

## Ergebnisse / Auswertung

### Leitungsumverlegung / Rohrnetzauswechslung:

- nach dem Absperren konnten **keine** für PE 100-RC & für PE-XA Schleichgasmengen nach der Gasblase (erste Blase in Gasflussrichtung) ermittelt werden
- Blasensetzen bei 4 bar Betriebsdruck ist als Absperrentechnologie für Rohrleitungen unter Wasserstoff (PE 100-RC und PE-XA) geeignet
- eine Absicherung der Rohrleitung und der Blasensetzgeräte ist auf Grund von Hebelwirkungen und Eigengewicht der Setzgeräte erforderlich
- die Durchführung von Leitungsarbeiten am in Betrieb befindlichen Netz wie Leitungsumverlegungen / Rohrnetzauswechslungen ist unter Einhaltung der definierten Sicherheitsvorkehrungen ohne Probleme möglich



Leitungsarbeiten: Schleichgasmengen-Messung (Blasensetzen)

# Fazit

Der Betrieb der Wasserstoff - Infrastruktur im „Wasserstoffdorf Bitterfeld“ hat gezeigt, dass

- der Einsatz der ausgewählten Komponenten mit 100% Wasserstoff grundsätzlich möglich ist
- Hersteller die gesammelten Erfahrungen nutzen können, um die geforderte regelwerkskonforme Zulassung (DVGW) voranzutreiben
- eine Odorierung von Wasserstoff mit den am Markt üblichen Odoriermitteln möglich ist
- weitere Betriebs- und Langzeiterfahrungen nötig sind
- sich Rohr- und Anlagenbau sowie Serviceunternehmen auf die komplette Bandbreite der Besonderheiten von H<sub>2</sub> einstellen und qualifizieren müssen



# Etikettenwechsel Wasserstoff!



# Tag der offenen Tür



HYPOS: H2-Netz  
Tag der offenen Tür in Bitterfeld-Wolfen  
[Jetzt anmelden](#)

HYPOS  
DBI GUT  
Gas- und Umwelttechnik GmbH  
HITWK  
Hochschule für Technik,  
Wirtschaft und Kultur Leipzig  
MITNETZ  
GAS  
GEFÖRDERT VOM  
Bundministerium  
für Bildung  
und Forschung  
TÜV SÜD  
Industrie Service  
REHAU  
Unlimited Polymer Solutions  
zwanzig20  
PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

Jetzt anmelden unter

<https://event.enviam-gruppe.de/tms/index.cfm>

# Kontakt

## Karsten English

TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Niederlassung Leipzig  
Mobil +49 (0) 160 7044 385  
E-Mail: [karsten.english@tuvsud.com](mailto:karsten.english@tuvsud.com)



**Mehr Wert.  
Mehr Vertrauen.**

