

Beratung
Forschung
Weiterbildung

An-Institut der

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

The DVGW logo consists of a stylized blue and orange wave icon above the text 'DVGW' in a bold, black, sans-serif font. Below it, the text 'Mitglied im DVGW-Institutverbund' is written in a smaller, black, sans-serif font.

DVGW
Mitglied im DVGW-
Institutverbund

The JRF logo features a colorful grid of dots in red, green, and blue, arranged in a pattern that suggests a globe or a network. To the right of the dots, the letters 'JRF' are written in a bold, black, sans-serif font. Below the dots and letters, the text 'MITGLIED Johannes-Rau-DE R Forschungsgemeinschaft' is written in a smaller, black, sans-serif font.

JRF
MITGLIED Johannes-Rau-
DE R Forschungsgemeinschaft

INSTANDHALTUNGSSTRATEGIEN FÜR TRINKWASSERNETZE

VORGEHENSWEISE, BEISPIELE UND DAS SCHLIEßEN VON DOKUMENTATIONSLÜCKEN

wat/gat Dialogforum Infrastruktur, Berlin, 24.10.2018

Maxim Juschak (IWW Zentrum Wasser)



■ Korrosionsschutz und Untersuchungen

- Schadensanalysen und Bauteilprüfung
- TW-Qualität und Inhibitor dosierung
- KKS-Anlagen

■ Materialtechnische Zustandsbewertung

- Resttragfähigkeit
- Restnutzungsdauer
- Sanierungsfähigkeit (ZMA)
- Schadensbegutachtung

■ Risiko- und Zuverlässigkeitsbasierte Instandhaltungsstrategien für ganze Versorgungsnetze

- monetäre und technische Bewertung des Schadensrisikos
- Erstellung von Instandhaltungs-Maßnahmenkatalogen

- **Bewertungsmethoden**
- **Materialtechnische Zustandsbewertung (Rohrbeprobung)**
- **Instandhaltungsstrategien nach IWW**
- **Praxisbeispiele und Möglichkeiten zur Verifizierung**



+ Beispiele

+ Tipps und
Tricks

■ Übersicht

Methoden	Datenanforderung	Belastbarkeit
Pauschale Festlegungen und Schätzungen	niedrig	niedrig
Mittleres Leitungsalter	niedrig bis mittel	niedrig
Überlebensmodelle (z.B. Herz-Algorithmen)	mittel	mittel
Schadensraten inkl. Alterungsfunktionen	mittel bis hoch	mittel bis hoch
Zustandsbewertungen (strangbezogen)	niedrig	hoch
Zuverlässigkeitsanalyse	mittel - hoch	hoch
Risikobewertungen	mittel - hoch	hoch

- **messtechnische Erfassung von Einflussfaktoren und Leitungszustand**
- **Korrosionsbewertungen (metallene Leitungen; AZ) an einzelnen Abschnitten**
- **kann zur Verifizierung von Alterungs- oder Ausfallkurven herangezogen werden**

■ Übersicht

Methode	Datenanforderung	Belastbarkeit
Pauschale Festlegungen und Schätzungen	niedrig	niedrig
Mittleres Leitungsalter	niedrig bis mittel	niedrig
Überlebensmodelle (z.B. Herz-Algorithmen)	mittel	mittel
Schadensraten inkl. Alterungsfunktionen	mittel bis hoch	mittel bis hoch
Zustandsbewertungen (strangbezogen)	niedrig	hoch
Zuverlässigkeitsanalyse	mittel - hoch	hoch
Risikobewertungen	mittel - hoch	hoch

- **Bewertungskonzept im Hochbau oder für Gashochdruckleitungen**
- **berücksichtigt Rohrstatik und Belastungsreserven der Leitungen**
- **Prognosezeitraum quasi bis Totalausfall der Leitungsabschnitte (z.B. á 6 m)**
- **belastbare Ergebnisse auch bei vglw. unzureichender Datenlage möglich (durch Parameterstudie und Annahme ungünstiger aber plausibler Faktoren)**

Materialtechnische Zustandsbewertung – Vorgehensweise

■ Von der Rohrprobe zur Prognose der technischen Nutzungsdauer

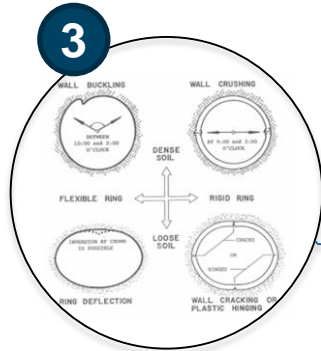


1 Probenbergung- und Transport



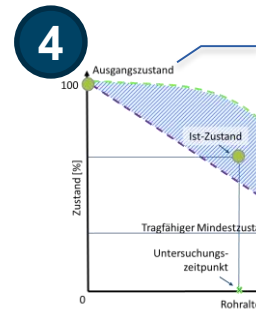
2 Zustandserfassung

- Korrosionsschutz
- Geometrie
- Verlegebedingungen + Boden
- Korrosionsarten
- Festigkeitseigenschaften
- Herstellung
- Korrosionsraten



3 Rohrstatik

- nach ATV 127
- Resttragfähigkeit
- Mindestwanddicke
- max. Betriebsdruck



4 Nutzungsdauerprognose

- Statistische Auswertungen
- Restnutzungsdauer
- Totalausfall
- Wasserverluste

■ Bewertungsbeispiel zu einer Rohrprobe (GGL DN 125 von 1929)



- Augenscheinlich keine Auffälligkeiten/Schäden
- Reste eines bituminösen Korrosionsschutzes vorgefunden



sandgestrahlte Probe

Restwanddicke i.M. 4,1 mm

Muldenkorrosion an der Rohrrinnenseite

Schichtungspuren als Hinweis auf stehend gegossene Rohre

- geringe Abnutzungsreserve
- Ende der Nutzungsdauer bald erreicht

■ Schließen von Dokumentationslücken

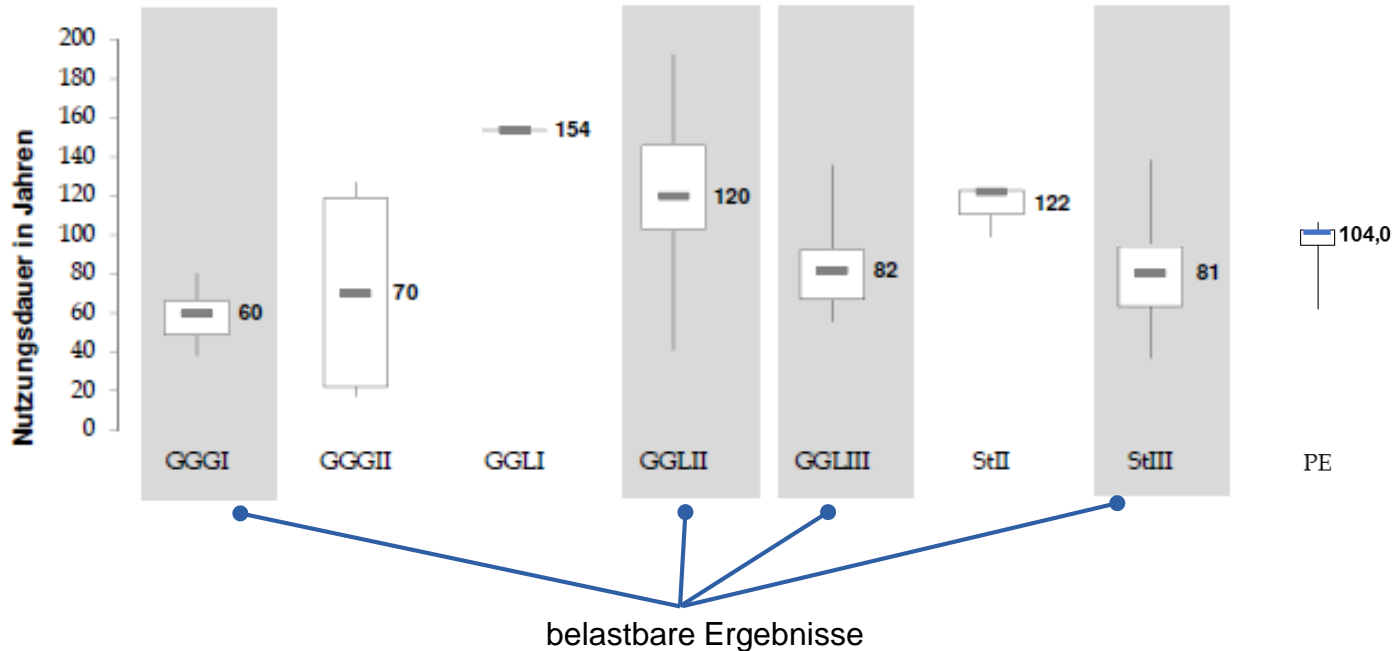
- Welcher Werkstoff wurde verlegt?
- Ist das Verlegejahr plausibel? Welches Verlegejahr sollte stattdessen angenommen werden?
- Zustand der Leitung?
- Qualität des Korrosionsschutzes? Kann eine nachträgliche Innenauskleidung die Nutzungsdauer substantiell erhöhen?
- Welche Restnutzungsdauer ist noch vorhanden?

■ Verwertung der Ergebnisse

- Planung von Instandhaltungsmaßnahmen
- Identifizieren von Schadensursachen
- Verifizierung und Kalibrierung von Instandhaltungsstrategien

■ Zustandsbewertung mittels Rohrproben – Ergebnisse

- Ergebnisse der Nutzungsdauerprognose an über 300 Rohrproben als Box-Plot-Diagramm



■ Evtl. besondere Ausgangsbedingungen

- Lückenhafte Netz oder Schadensdokumentation?
(Achtung: Schadensratenprognosen nur bei sorgfältiger Dokumentation belastbar!)
- Fern- und Zubringerleitungen mit sehr niedrigen Schadensraten?
- Schadensunauffällige Netze?

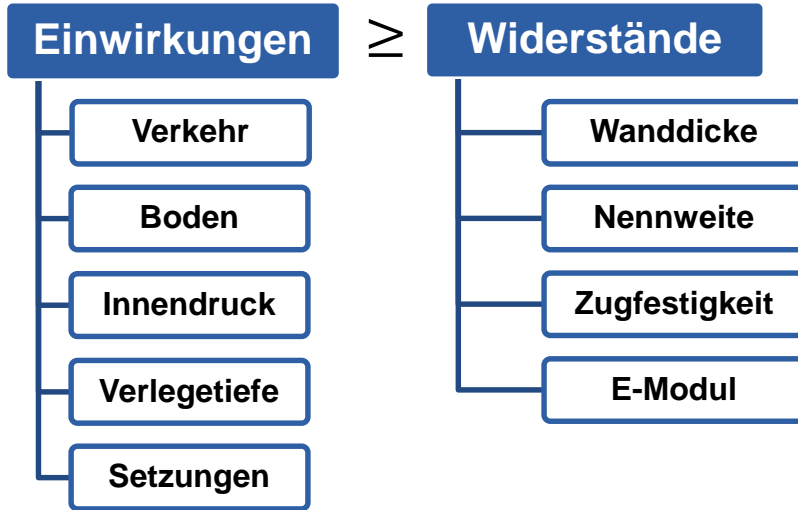
■ Alle Informationen genutzt?

- Schadensdokumentation für gewissen Zeitraum als Adressliste vorhanden?
 - ▶ Auswertung nach zustandsbedingten Schäden möglich?
 - ▶ Georeferenzierung durchgeführt?
(automatisiert und kostenlos z.B. über QGIS-Plugin möglich!)
- Externe Datenquellen genutzt?
 - ▶ Z.B. Bodenkarten der Landesämter → Über Bodenarten und GW-Stand können korrosive Verlegedigungen lokalisiert werden

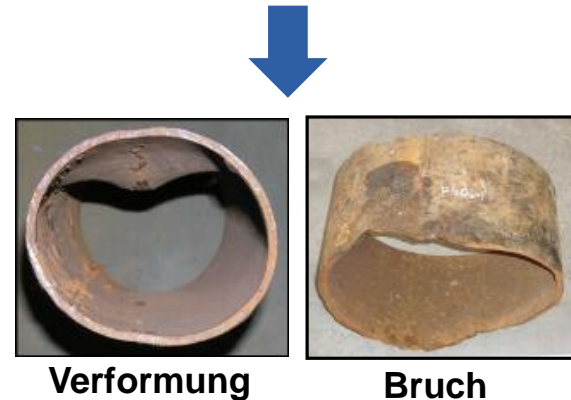
Instandhaltungsstrategie - Bewertungskonzept



■ Zuverlässigkeitsbewertung – Schnell erklärt



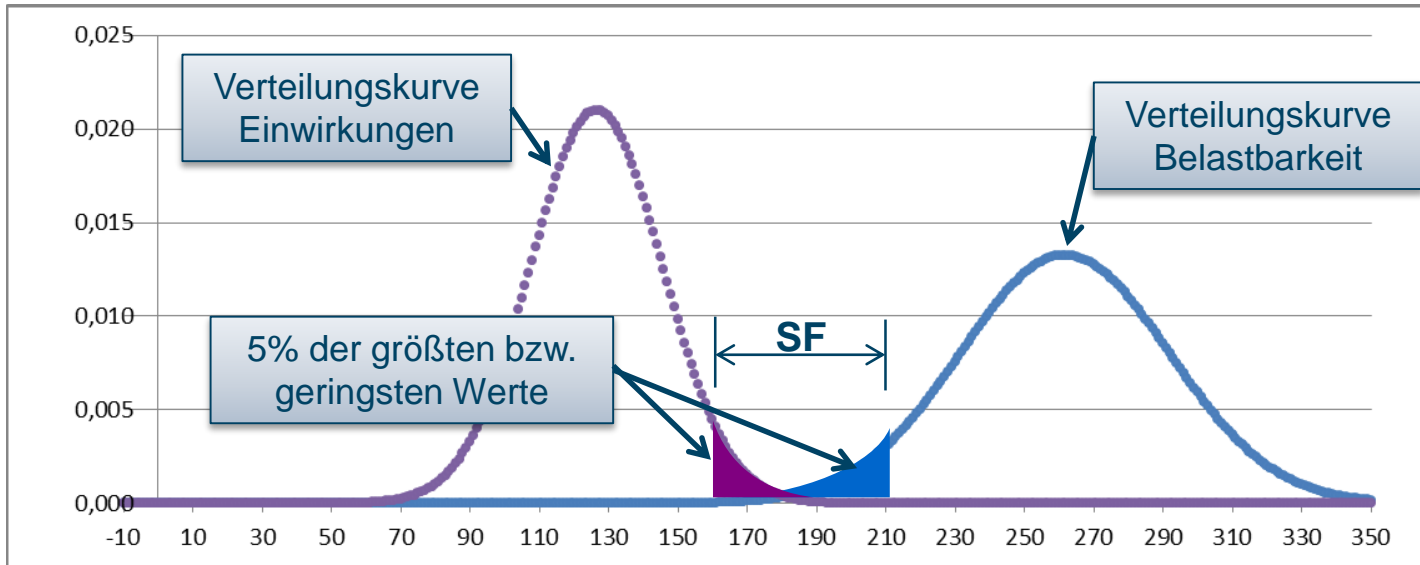
= Versagen der Rohrleitung
Tragfähigkeitsverlust



- Zuweisung und Abschätzung aller relevanten Einflussfaktoren für je 6 m Rohrstrang des GIS-Bestandsnetzes
- Tragfähigkeitsnachweis für jeden Einzelabschnitt: $\frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{vorh}} \geq SF$ ($SF = \text{Sicherheitsfaktor}$)

■ Zuverlässigkeitsbewertung: Was sagt der β -Wert aus?

Je geringer die Versagenswahrscheinlichkeit p_F , umso höher die Zuverlässigkeit
→ Zuverlässigkeitsindex β



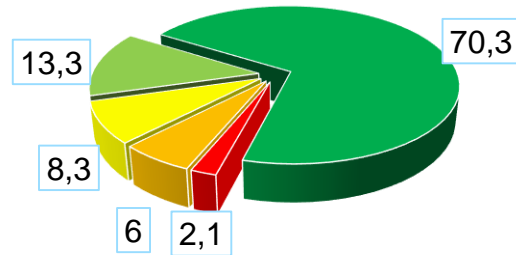
■ Zuverlässigkeitsbewertung: Zuverlässigkeitsindex β

$$\beta = \frac{\mu_R - \mu_E}{\alpha_R \sigma_R + \alpha_E \sigma_E}$$

- μ_R = Mittelwert der Restnutzungsdauer μ_R oder aus Literatur **Berechnungsschritte zur Ermittlung der Restnutzungsdauer:** mittelt
- σ_R = Standardabweichung der Restnutzungsdauer **Sicherheitsfaktor SF \rightarrow Zuverlässigkeitsindex β**
- μ_E = Mittelwert der Einwirkungsfunktion $f(E)$ (normalverteilt) = über rohrstatische Berechnungen der vorhandenen Spannungen ermittelt **\rightarrow Ausfallwahrscheinlichkeit $p_F \rightarrow$ Restnutzungsdauer RND**
- σ_E = Standardabweichung der Einwirkungsfunktion $f(E)$ (normalverteilt) = aus Literatur übernommen
- α_R und α_E = Wichtungsfaktoren
- Der Index β bezieht sich immer auf eine Zeiteinheit (z.B. 1 Jahr) und eine Bauteillänge (z.B. 6 m Rohrleitung)

Ergebnisse einer Zuverlässigkeitsbewertung (INST-Strategie)

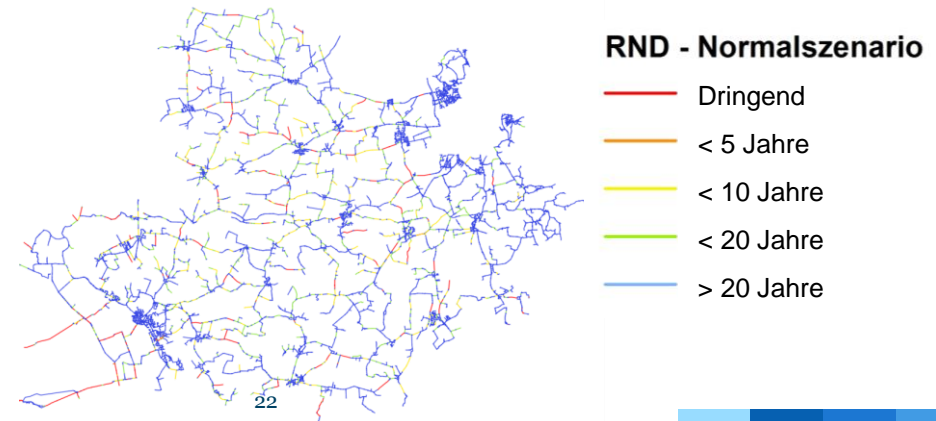
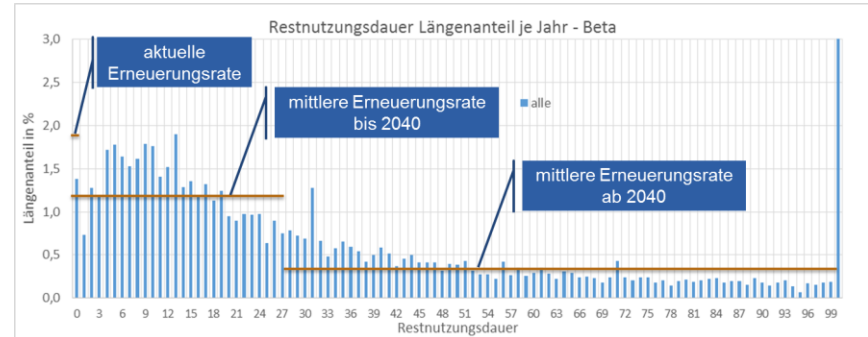
■ Erforderlicher Erneuerungsaufwand bezogen auf das Gesamtnetz in %



- dringend
- < 5 Jahre
- < 10 Jahren
- < 20 Jahren
- > 20 Jahre

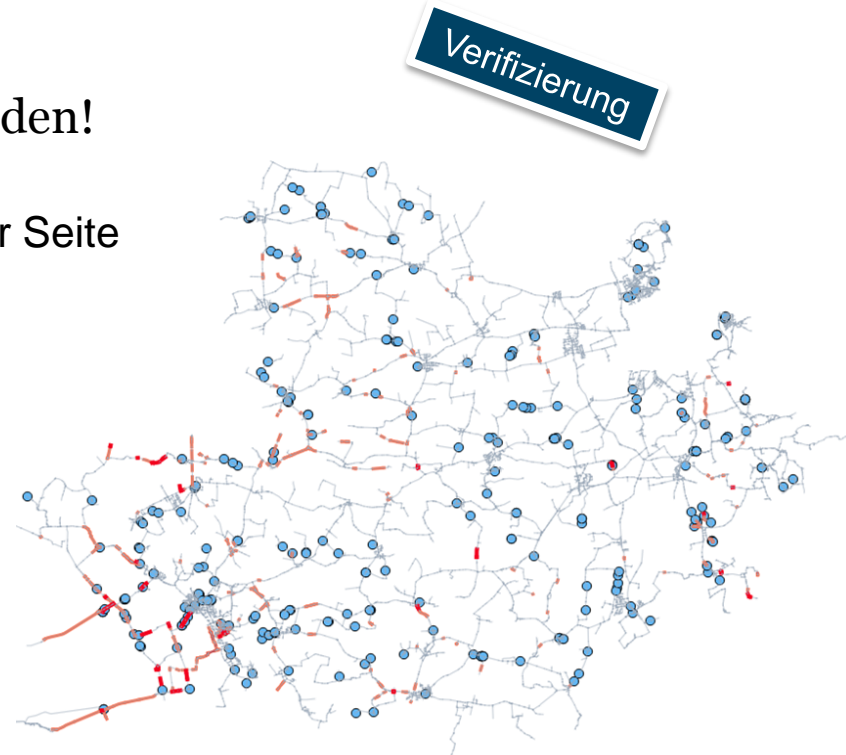
■ Ca. 1.500 km Netzlänge: Welche Abschnitte sind zu priorisieren?

■ Welche Erneuerungsrate wird erwartet?



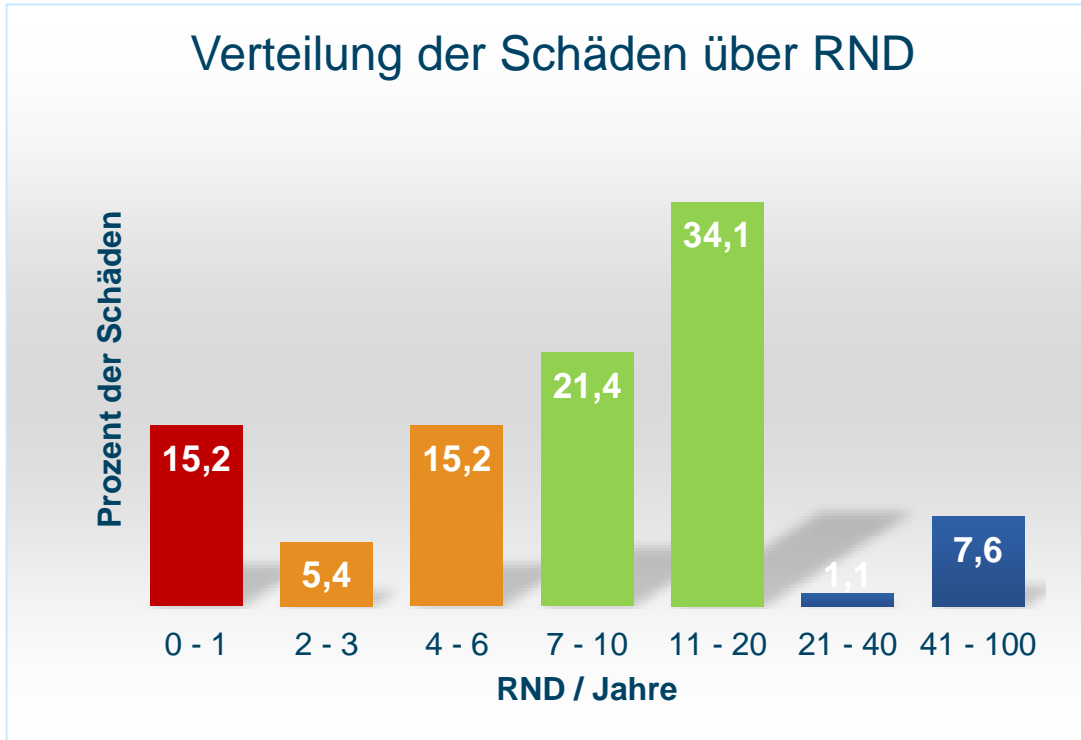
■ Wo befinden sich Schäden?

- Nur zustandsbedingte Schäden verwenden!
 - ▶ Unterscheidung möglich?
Wenn Nein: Ergebnis auf pessimistischer Seite
- Grenzen der automatischen Georeferenzierung beachten!
 - ▶ (z.B.: bei Schäden auf freiem Feld oder wenig Bebauung ist die Genauigkeit der Angabe „Straße + Hausnummer“ stark reduziert!
Tip: In Zukunft Schadenserfassung über Koordinaten realisieren (z.B. GoogleMaps)



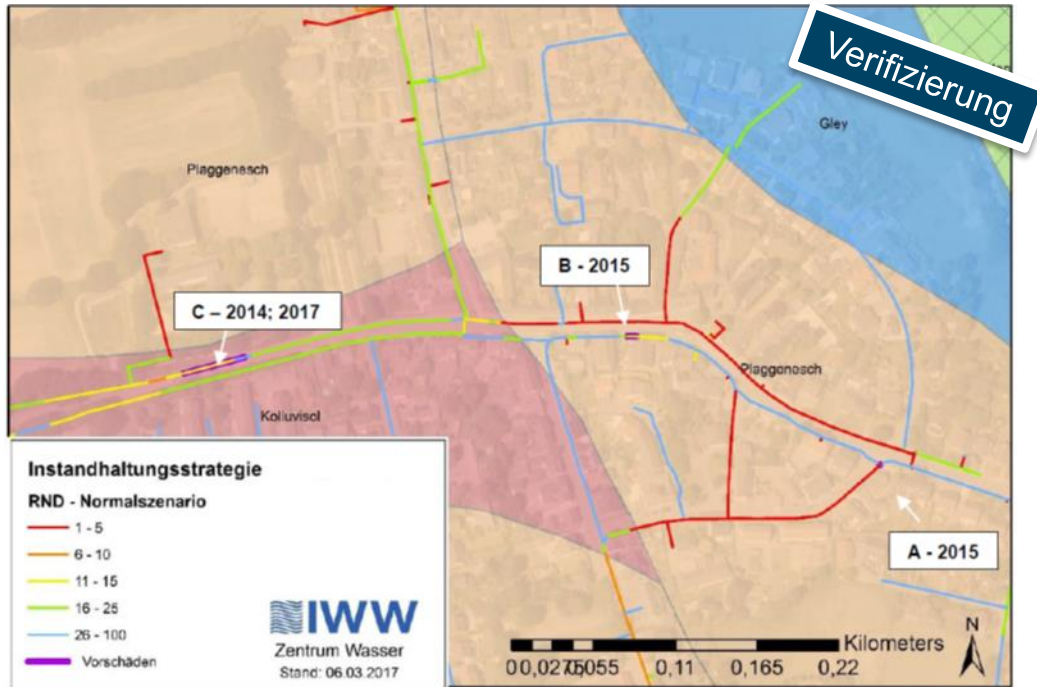
Hohe Lasten und/oder hohe Korrosionsgefährdung,
fehlende Tragfähigkeit (= rot markierte Abschnitte)

■ Nur zustandsbedingte Schäden georeferenziert!



- 1500 km Netzlänge; 276 zustandsbedingte und lokalisierbare (Reverse Geocoding) Schäden
- 91,3 % der Schäden liegen auf Leitungen mit RND \leq 20 Jahre (91,3 % der Schäden auf 29,7 % des Netzbestandes)
- 57,2 % der Schäden liegen auf Leitungen mit RND \leq 10 Jahre (57,2 % der Schäden auf 16,4 % des Netzbestandes)

■ Detailbetrachtung bei wenigen Schäden und in sensiblen Bereichen sinnvoll!



- A – Kritischer Abschnitt
- B – Leitungsabschnitt bereits erneuert oder doch auf parallelem nördlichen Abschnitt?
- C – Schadensserie auf gut bewertetem Abschnitt?
 - ▶ Ungenauigkeit der Bodenkarte (korrosiverer Boden nur 20 m weit entfernt)?
 - ▶ Städtischer Bereich! Umschichtung des Bodens während Bauprozess?



IWW ZENTRUM WASSER

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH

Justus-von-Liebig-Str. 10
46584 Biebesheim am Rhein
Telefon: +49 (0)69 25490-8001
Fax: +49 (0)69 25490-8009



Maxim Juschak, M.Sc.

m.juschak@iww-online.de

Telefon: +49 (0) 208 403 03-618



IWW ZENTRUM WASSER

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für
Wasserforschung gemeinnützige GmbH

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
Moritzstraße 26

45476 Mülheim an der Ruhr

Telefon: +49 (0) 208 4 03 03-0

Fax: +49 (0) 208 4 03 03-80

