

Ergebnisse des DVGW-Forschungsvorhabens EvaNeMeL

zur oberirdischen Rohrnetzüberprüfung mit neuartigen Messverfahren

Im Rahmen des DVGW-Forschungsvorhabens EvaNeMeL wurde die **Leistungsfähigkeit von neuartigen Messsystemen zur oberirdischen Rohrnetzüberprüfung von Gasverteilnetzen untersucht**. Der vorliegende Fachbeitrag beschreibt u. a. den Umfang der Untersuchungen und **gibt einen Überblick über die zentralen Erkenntnisse des Forschungsvorhabens**.

von: Kerstin Kröger, Jochen Schütz & Dr. Frank Graf (alle: DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie)

Neben der Gasodorierung stellt die oberirdische Überprüfung von erdverlegten Gasleitungen eine wichtige sicherheitstechnische Maßnahme zum Schutz der Bevölkerung vor der Entstehung von entzündlichen Gas-Luft-Gemischen dar. Während die Odorierung des verteilten Gases die frühzeitige Entdeckung von Gasleckagen innerhalb von Gebäuden gewährleistet, dient die regelmäßige oberirdische Überprüfung dem Integritätsnachweis der Versorgungsleitungen und der Hausanschlüsse in Verteilnetzen. Die Durchführung, die Auswertung sowie die Verantwortlichkeiten zur oberirdischen Überprüfung von erdverlegten Gasleitungen sind im DVGW-Arbeitsblatt G 465-1 „Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar“ geregelt [1]. Die oberirdische Leitungsüberprüfung kann demzufolge durch Begehungen, Befahrungen und Befliegungen stattfinden. Im abgeschlossenen DVGW-Forschungsvorhaben EvaNeMeL „Evaluierung neuartiger Messmethoden zur Leitungsüberprüfung in Gasnetzen“ wurden insgesamt drei handgetragene Gasferndetektionsverfahren und fünf fahrzeuggetragene Messsysteme anhand von theoretischen und experimentellen Untersuchungen evaluiert. Die erzielten Ergebnisse sollten die Leistungsfähigkeit neuartiger Methoden gegenüber einem Benchmark (BM) aufzeigen und als Grundlage für eine anschließende Ergänzung bzw. Präzisierung des DVGW-Regel-

werks zur oberirdischen Leitungsüberprüfung dienen. Als Benchmark wurde ein erfahrener Gasspürer ausgewählt, der parallel zu den experimentellen Untersuchungen eine Begehung mit einer Teppichsonde und einem Flammenionisationsdetektor (FID) durchführte. Diese etablierte Begehung erdverlegter Leitungen stellt ein hohes Sicherheitsniveau für die Gasversorgung der Allgemeinheit dar.

Untersuchungsumfang und Beschreibung der Messgerätetechnik

Im Rahmen des Projekts wurden insgesamt acht neuartige Technologien zur oberirdischen Überprüfung untersucht. Die Technologien wurden in drei Kategorien eingeteilt:

- Kategorie A: drei handgetragene Gasferndetektionsgeräte (Tab. 2)
- Kategorie B: drei fahrzeuggetragene Messsysteme zur systematischen Überprüfung (Tab. 3)
- Kategorie C: zwei fahrzeuggetragene Messsysteme neue Herangehensweise (Tab. 3)

Neben einem Technologie-Screening, u. a. zur Beschreibung der verwendeten Messprinzipien, wurden insgesamt sechs Messkampagnen durchgeführt. Der Messkampagnenplan ist in **Tabelle 1** zusammengefasst. Im Rahmen der beiden Messkampagnen (MK) 1.1 und 1.2 wurden auf zwei Testfeldern Leckagen mit festgelegten Gasaustrittsvolumen simuliert. In der MK 2 wurden in Laboruntersuchungen u. a. Empfindlichkeit, Querempfindlichkeit und Handhabung sowie die Bedienungsanleitungen geprüft. Die MK 3 umfasste drei Praxistests in Gasversorgungsgebieten, in denen zwar Leckagen vorhanden sein mussten, die aber den Teilnehmern nicht bekannt waren.

Für die Detektion von Methan wird bei allen untersuchten Messsystemen das sogenannte TDLAS-Prinzip (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) mit gerätespezifischen Abwandlungen eingesetzt. Dieses Laserverfahren ist bei der

Tabelle 1: Experimentelle Untersuchungen, Messkampagnenplan

Nr.	Name	Ort
MK 1	MK 1.1	Testfelder, Emsbüren
	MK 1.2	Testfelder, Emsbüren
MK 2	MK 2	Brennstofflabor, Karlsruhe
MK 3	MK 3.1	Stadtteile, Salzgitter
	MK 3.2	Stadtteile, Meschede
	MK 3.3	Stadtteil, Hamburg

Quelle: EBI

Tabelle 2: Benchmark und untersuchte handgetragene Messsysteme der Kategorie A

Benchmark	Handgetragene Gasferndetektionsgeräte „Laserpistolen“		
Sewerin: PORTAFID M3K; Teppichsonde	Esders: ELLI	Schütz: SL3	Sewerin: RMLD-CS
			
Gasspürer nach G 465-1	Aktive Laser mit dem TDLAS-System Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy		

Quelle: EBI

Tabelle 3: Fahrzeuggetragene Messsysteme der Kategorie B und C

Systematische Herangehensweise nach G 465-1 (Kat. B)			
Ansaugöffnungen nah an der Oberfläche und über die gesamte Fahrzeugbreite	Esders: GasCar	Schütz: Scout VGS 4500	Sewerin: LGP 800
			
	Neue Herangehensweise (Kat. C)		
Ansaugöffnungen und Position sowie installiertes Windmessequipment	ABB Automation		Picarro
			
			

Quelle: EBI

spezifischen Messwellenlänge von Methan ($\lambda = 1,65 \mu\text{m}$) sehr empfindlich und weist keine relevanten Querempfindlichkeiten zu atmosphärischen Gasen auf. Bei den drei Gasferndetektionsgeräten handelt es sich um aktive Lasergeräte, die bereits zur Erfassung von Gasleckagen an freiliegenden Leitungen im DVGW-Regelwerk genannt sind. In **Tabelle 2** sind

der Gasspürer und die drei handgetragenen Gasferndetektionsgeräte dargestellt.

Die fünf fahrzeuggetragenen Messsysteme sind in **Tabelle 3** dargestellt. Die Messsysteme befinden sich in der Regel im Kofferraum des Fahrzeugs und werden durch eine herstell-

lerspezifische Software automatisch gesteuert. Die Datenaufnahme umfasst neben den Messwerten auch den ordnungsgemäßen Zustand der Messtechnik und eine GPS-gesteuerte Routenplanung. Die bereits im DVGW-Arbeitsblatt G 465-1 erfassten fahrzeuggetragenen Messsysteme wurden in die Kategorie B eingeordnet. Diese Messsysteme verfügen jeweils über acht niedrig angebrachte Gasansaugstutzen, die über die gesamte Fahrzeugfront angeordnet sind. Dies ermöglicht das Fahren oberhalb der Leitung und damit die Einsichtnahme der Leitungstrasse. Unter der Kategorie C sind zwei Systeme zusammengefasst, die neben der Methan- und Ethanmessung zur Spezifizierung von Erdgas eine hochgenaue Windmessung integriert haben und so eine neue Herangehensweise beschreiben. Im Post-Processing korreliert die Software die Gasmessdaten mit den Winddaten und berechnet daraus den wahrscheinlichen Ort der Leckage. Ein Messsystem der Kategorie C berechnet aus den erfassten Leckagen zusätzlich den wahrscheinlich entstehenden Volumenstrom und „schätzt“ die dadurch entstandenen Methanemissionen in die Atmosphäre.

Ergebnisse zu den Gasferndetektionsmessgeräten „Laserpistolen“ - Befahrungen

Die drei handgetragenen (aktiven) Gasferndetektionsverfahren zeigten in den experimentellen Untersuchungen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Methan und keine relevanten Querempfindlichkeiten, die Einflüsse auf das Messergebnis hatten. Das Abscannen eines Bereichs

wird durch den Einsatz des Spotters bzw. einer Kamera deutlich erleichtert. Um Leckagen an freiliegenden Leitungen zu detektieren, muss eine geeignete Reflexionsfläche als Hintergrund vorhanden sein. Bei der Gasferndetektion gehen in den Messwert sowohl die detektierte Methankonzentration in ppm als auch die Entfernung in Metern ein. Damit wird der Messwert eher ungewöhnlich in ppm-m erfasst, was eine spezielle Schulung des Personals erforderlich macht, um das Ergebnis richtig zu interpretieren. Die Erfassung einer Leckage an freiliegenden Leitungen mit einem Volumenstrom von 10 l/h ist bei allen drei Geräten bis zu einer Entfernung von ca. 25 m möglich.

Ergebnisse zu den fahrzeuggetragenen Messgeräten - Befahrungen

Sowohl auf Testfeldern als auch im städtischen Umfeld fanden experimentelle Untersuchungen mit den neuartigen Technologien statt. Auf den Testfeldern wurden unterirdische Leckagen mit einem Volumenstrom von 15 l/h simuliert und anschließend die oberirdische Freisetzung durch den Gasspürer erfasst. In **Abbildung 1** sind die Ergebnisse der Befahrungen auf den beiden Testfeldern zusammengefasst. Hierbei wurde die jeweilige Leckstelle mehrmals mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit von ca. 15 km/h überfahren. Insbesondere auf der versiegelten Fläche (Testfeld 1, Plattenfeld) zeigten sich die Grenzen der fünf fahrzeuggetragenen Systeme, da sich hier durch den strichförmigen Gasaustritt (Fugen) und den Wind keine Gaswolke stabilisieren

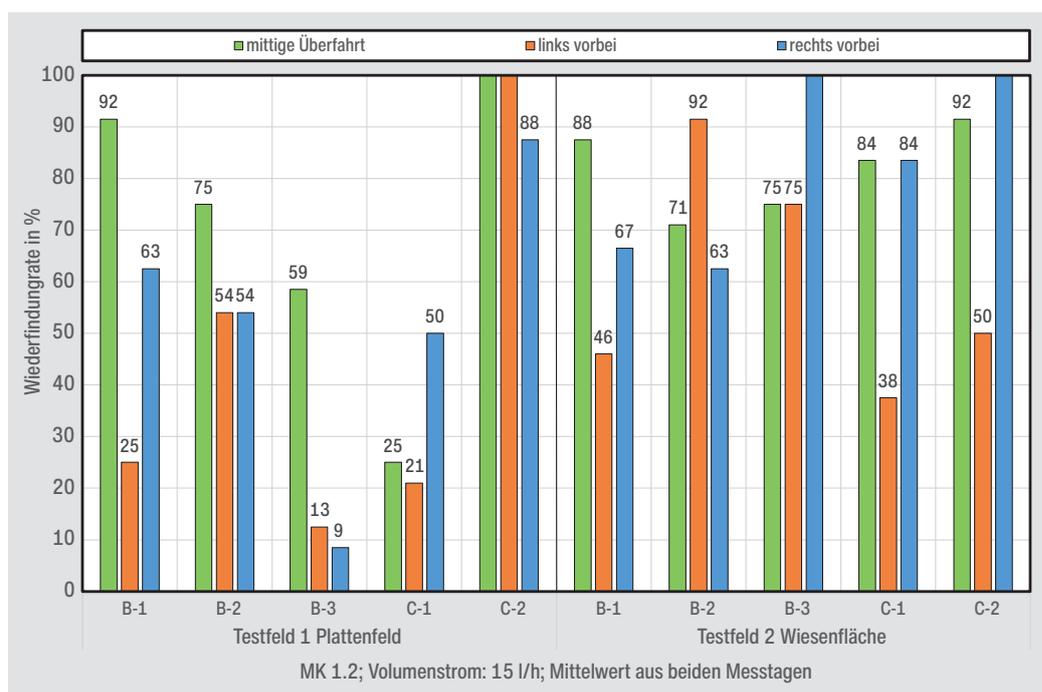


Abb. 1: Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Befahrungen auf den Testfeldern

Quelle: EBI

konnte. Auf der offenporigen Wiesenfläche wiederum konnte sich innerhalb des Bewuchses eine Gaswolke stabilisieren; hier wurden von allen fünf Messsystemen die höchsten Leck-Wiederfindungen bei der mittigen und windabgewandten Überfahrt (rechts vorbei) erreicht. Die Messsysteme mit integrierter Windmessung (Kategorie C) konnten die örtliche Lage der beiden Leckagen auf den Testfeldern auch bei Umfahrungen des Testgebiets (Befahrung nicht über der Leitungstrasse) bestimmen.

Bei den praxisnahen Messkampagnen in städtischer Umgebung war den Beteiligten weder die Anzahl noch die Lage der vorhandenen Leckagen im Vorfeld be-

kannt. Bei allen Systemen muss zur Ermittlung der Leckagen eine mehrmalige Befahrung des Untersuchungsgebiets nach den jeweiligen Arbeitsanweisungen durchgeführt werden. Die jeweils vorliegenden Witterungsbedingungen müssen dabei berücksichtigt werden. Die Ergebnisse der fahrzeuggetragenen Messsysteme in zwei Praxistests sind in **Abbildung 2** zusammengefasst. Bei den Fundstellen beziehen sich die prozentualen Angaben auf die vom Gasspürer (Benchmark) detektierten Leckagen. Die Systeme der Kategorie B und C-2 haben bei der Messkampagne 3.3 eine maximale Wiederfindungsrate von 58 Prozent gezeigt. Bei diesen vier Systemen wurde auch der Anteil der Fehl-

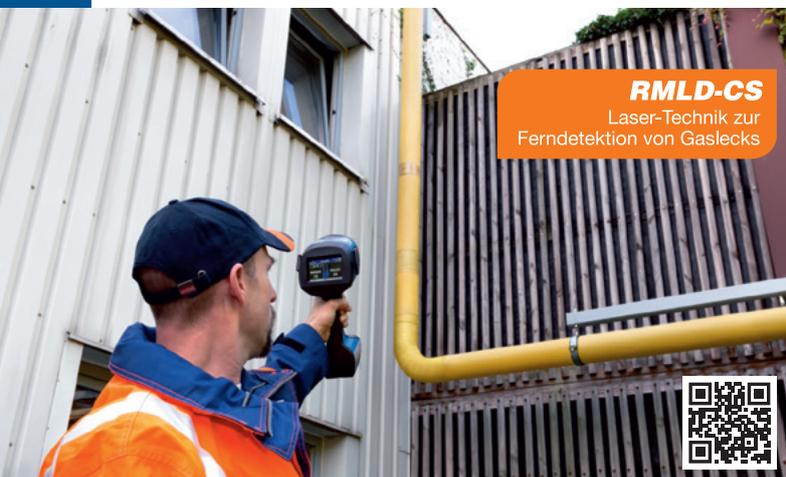
indikationen gegenüber der Messkampagne 3.1 reduziert. Fehlindikationen sind alle vom jeweiligen Messsystem ausgewiesenen Indikationen, die nicht von der Benchmark bestätigt wurden. Die prozentuale Angabe bezieht sich hierbei auf die Gesamtanzahl der gemeldeten Indikationen. Die Systeme der Kategorie C zeigten aufgrund einer Methanempfindlichkeit von bis zu 1 ppb auch sehr niedrige Methankonzentrationen an.

Fazit

Die Ergebnisse zu den handgetragenen Gasferndetektionsgeräten zeigen, dass diese eine sinnvolle Ergänzung zum ▶



Oberirdische Rohrnetzüberprüfung



RMLD-CS
Laser-Technik zur
Ferndetektion von Gaslecks



SeGas®
Sewerin Gas Anlagen Service
Prüfung von freiverlegten Gasleitungen
auf Werksgeländen



LaserGasPatroller LGP 800
Fahrzeuflösung zur Rohrnetzüberprüfung
erdverlegter Gasleitungen:
ökonomisch – laserbasiert – vollautomatisch



SeCuRi® SAT
Gasspüren ohne Lotse



VARIOTEC® 460
Tracergas
Der Spezialist für die Lecksuche
mit Tracergas und Wasserstoff



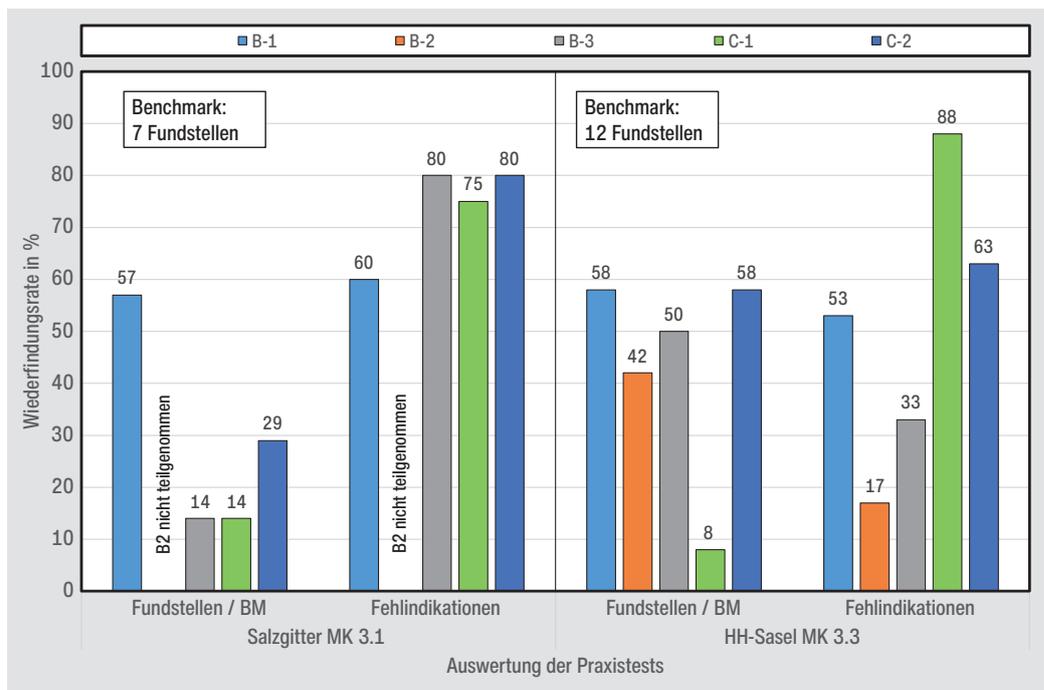


Abb. 2: Zusammenfassung der Ergebnisse der praxisnahen städtischen Befahrungen

Quelle: EBI

Einsatz von sondenbasierten Gaskonzentrationsmessgeräten während einer Begehung darstellen. Beispielsweise gehören hierzu die Überprüfung von Hausanschlüssen in nicht betretbaren Arealen oder freiliegende Leitungen unter Brücken und an Verdichter- und Biogasanlagen. Diese Ergänzungsmöglichkeiten sind bereits im DVGW-Arbeitsblatt G 465-1 beschrieben, können aber beispielsweise hinsichtlich der möglichen Detektionsentfernung präzisiert werden.

Wenn wesentliche Rahmenbedingungen beachtet werden, können auch die fahrzeuggetragenen Messsysteme zukünftig eine Ergänzung bzw. Erweiterung zur oberirdischen Überprüfung durch die etablierte Begehung des Gasspürers darstellen. Unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten Gegebenheiten (z. B. parkende Fahrzeuge, enge Straßen) konnte für den innerstädtischen Bereich eine geeignete Fahrzeuggeschwindigkeit zwischen ca. 15 und 30 km/h ermittelt werden. Weiterhin hat sich gezeigt, dass zur Erfassung von Leckagen ein mäßiger Wind notwendig ist. Dieser treibt bei mehrmaliger Befahrung in verschiedenen Richtungen das Gas einer Leckage in Richtung des Fahrzeugs und kann so detektiert werden. Leckagedetektionen waren bei der direkten Überfahrt oder auf der windabgewandten Seite der Leckage mit allen fünf Messsystemen möglich. Allerdings war die Leck-Wiederfindungsrate besonders bei den unbekanntem Leckstellen in den Praxistests mit maximal 58 Prozent nicht hoch. Eine niedrig angebrachte und über die Fahrzeugbreite installierte Gasansaugung kann die Wiederfindung der Leckagen ver-

bessern. Alle Messsysteme verfügen über eine Software, die sowohl den ordnungsgemäßen Betrieb der Messtechnik überwacht als auch die Messdaten mit Position der Leckageindikation speichert. Eine Nachbearbeitung der aufgezeichneten Rohdaten ist bei allen Systemen möglich. Die Messsysteme der Kategorie C können durch die Integration der Windmessung auch Leckagen abseits der Leitungstrasse mit einer Angabe des wahrscheinlichen Standorts detektieren. Des Weiteren können diese beiden Systeme durch die parallele Ethanmessung auch eine automatische Bestimmung der Herkunft des Gases durchführen. Die hohe Empfindlichkeit dieser Messsysteme führte zu Indikationen, die durch die Benchmark nicht verifiziert werden konnten und damit als Fehlindikationen interpretiert wurden.

Als Gesamtfazit kann festgehalten werden, dass die oberirdische Überprüfung durch den Einsatz der acht untersuchten neuartigen Messsysteme die derzeitige sondenbasierte Begehung durch einen Gasspürer ergänzen kann. Die Gasferndetektion kann zur Leck-Erfassung von freiliegenden nicht zugänglichen Leitungen oder abgesperrten Arealen verwendet werden. Da die Befahrung die Möglichkeit bietet, auch größere Gebiete schneller auf Leckageindikationen zu untersuchen, könnten diese oberirdischen Überprüfungen öfter durchgeführt werden. Dadurch könnten Leckagen in den Versorgungsleitungen eher detektiert und beseitigt werden, sodass damit eine Reduzierung von Methanemissionen einhergeht. Bei den fahrzeuggetragenen Messsystemen zeigte sich aber auch Verbesserungs-

potenzial: Dies bezieht sich auf eine Erhöhung der Leck-Wiederfindungsrate, auf eine Reduzierung von Fehlindikationen und auf die Schulung des Personals zur Interpretation und Plausibilisierung der Messergebnisse. So führt z. B. eine hohe Anzahl von Fehlindikationen dazu, dass der nachgehende Gasspürer einen hohen Arbeitsaufwand hat, um die durch die Befahrung indizierten Leckagen zu verifizieren.

Die Ergebnisse des DVGW-Forschungsvorhabens „EvaNe-MeL“ sollen als Grundlage für einen Projektkreis (PK) „G 465“ dienen. Dieser Projektkreis wird das DVGW-Arbeitsblatt G 465-1 und das DVGW-Merkblatt G 465-4 überarbeiten bzw. ergänzen. Dazu gehören beispielsweise eine Präzisierung der Einsatzbedingungen wie maximale Entfernung bei der Gasferndetektion und die Befahrungsgeschwindigkeiten. Im Regelwerk ergänzt werden müssen die Messsysteme, die den neuartigen Ansatz der Methan-Ethan-Messung und Winddatenerfassung verfolgen. Um die ordnungsgemäße Durchführung, Auswertung und Interpretation einer oberirdischen Überprüfung erdverlegter Leitungen mit den hier untersuchten neuartigen Messmethoden weiterhin sicherzustellen, muss das Personal entsprechend geschult werden. Diese Schulung könnte in das DVGW-Schulungsprogramm für Gasspürer aufgenommen werden. ■

Literatur

[1] DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar, Bonn 2019.

Die Autoren

Kerstin Kröger ist Projektingenieurin mit langjähriger Erfahrung in den Bereichen Gasodorierung und oberirdische Überprüfung von Gasleitungen an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut (EBI) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Jochen Schütz ist Leiter des Brennstofflabors an der DVGW-Forschungsstelle am EBI des KIT.

Dr. Frank Graf leitet die Bereiche Gastechologie und Innere Dienste an der DVGW-Forschungsstelle am EBI des KIT.

Kontakt:

Kerstin Kröger
DVGW-Forschungsstelle am EBI des KIT
Engler-Bunte-Ring 1
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721 608-41272
E-Mail: kroeger@dvwg-ebi.de
Internet: www.dvbw-ebi.de

Oberirdische Rohrnetzüberprüfung



Durch die Überarbeitung des DVGW Regelwerkes G 465-1 im Jahr 2019 sind neben der klassischen oberirdischen Überprüfung mit handgeführten Messgeräten und geeigneter Sondentechnik nun auch andere Arten der Überprüfung zulässig.

Mit dem **Modularen System** bieten wir Ihnen verschiedene Varianten und damit maximale Flexibilität in der Rohrnetzüberprüfung.

- **Teppichsonde TS14 / Glockensonde**
- **E-Scooter Laser HUNTER**
- **GasCar Laser HUNTER**
- **Quad**

