

Weiterbildungskurse 2023



www.brunnenmeister.ch

Leitungs- und Leckortungen

Grundlagen für die Praxis

Eine Zusammenarbeit von:



www.waelli.ch



www.kempter-meile.ch



www.riwatec.ch



www.vonroll-hydro.world



www.lienhard-ag.ch



www.hinni.ch

Veranstaltungsort:



SBV – Weiterbildungskurse 2023

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Aktive Mithilfe durch den Brunnenmeister	4
2.1 Leitungsortung	4
2.2 Leckortung	4
3. Herausforderungen für einen Ortungsspezialisten.....	5
4. Leitungsortung	6
4.1 Technische und physikalische Grundlagen	6
4.2 Ankopplungsarten	7
4.3 Tiefenbestimmung:.....	9
4.4 Nichtmetallische Leitungsortung.....	10
5. Leckortung	11
5.1 Untersuchungstechniken.....	11
5.2 Akustische Verlustkontrolle	13
5.3 Spezial Ortungen	17

1. Einleitung

Leitungs- und Leckortungen gehören zu den anspruchsvollsten Tätigkeiten eines Brunnenmeisters. Es bedarf viel Erfahrung und Routine, damit eine punktgenaue und effiziente Ortung gewährleistet werden kann. Jede Situation muss vor Ort neu beurteilt und eingeschätzt werden. Ein erfahrener Ortungsspezialist kann sich so jederzeit auf alle seine Sinne verlassen.

Trinkwasser ist eine natürliche Ressource die nicht endlos zur Verfügung steht. Der Klimawandel hat in den letzten Jahren mit den heissen und trockenen Perioden aufgezeigt, dass jeder Tropfen Trinkwasser benötigt wird.

Im weiterem sind die spezifischen Wasserverluste ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung des technischen und betrieblichen Zustands eines Trinkwassernetz. Daher sind aus ökologischen wie auch wirtschaftlichen Gründen Wasserverluste möglichst gering zu halten.

Moderne Lecküberwachungssysteme oder periodische Netzuntersuchungen helfen den Wasserversorgern dabei Verluste möglichst gering zu halten, weil jeder Tropfen Trinkwasser zählt!

Die nachfolgenden Unterlagen basieren auf Herstellerangaben, Fachlektüren und Lehrmittel und sollen den Teilnehmern der Brunnenmeisterkurse eine grobe Übersicht für Leitungs- und Leckortung bieten.

Selbstverständlich stehen wir euch als kundenorientierte Dienstleister bei Fragen gerne zur Verfügung und freuen uns auf eine Kontaktaufnahme.

Ihre Ortungsspezialisten:

www.waelli.ch

www.kempter-meile.ch

www.riwatec.ch

www.vonroll-hydro.world

www.lienhard-ag.ch

www.hinni.ch

2. Aktive Mithilfe durch den Brunnenmeister

Der Brunnenmeister kann die Ortungsspezialisten vor einer allfälligen Leitungsortung bzw. Leckortung aktiv unterstützen und spart dabei erst noch wertvolle Zeit und somit auch Kosten.

2.1 Leitungsortung

Für eine zielführende Leitungsortung sollte daher folgendes beachtet werden:

- Leitungskatasterpläne M 1:200 / M 1:500 mit Werkstoff- und Dimensionsangaben vor Ort zur Verfügung stellen.
- Leitungskatasterpläne von anderen Werken bereitstellen (Störquellen können so berücksichtigt werden).
- Zugänglichkeit zu Liegenschaften / Kellerabteilen organisieren.

2.2 Leckortung

Nach der erfolgten Leitungsortung kann vor einer effizienten Leckortung folgendes durch den Brunnenmeister berücksichtigt werden:

- Funktion von Strassenkappen und Absperrarmaturen vorgängig kontrollieren.
- Damit keine Verunreinigung durch Schmutzwasser sowie unerwünschte Luft in die Trinkwasserleitungen gelangt, sollte das Wasser nicht vollständig abgesperrt werden und durch einem kleinen Stetslauf gedrosselt werden.
- Wenn möglich: Leitungslage aus Plan grob anzeichnen.
- Grobe Leitungsführung vor Ort klären.
- Wenn möglich: Grobortung durch ein Horchgerät.
- Übersichtspläne auf Platz zur Verfügung stellen.
- Versorgungssicherheit im Falle einer nötigen Abstellung gewährleisten. (gerade bei Pumpen- und Reservoirleitungen)
- Verkehr sperren, umleiten (Sicherheit und Lärminderung)
- Lärmquellen auf ein Minimum ausschliessen (z.B. Tiefbauer pausieren lassen)



Neu verlegte Werkleitungen müssen vor dem Eindecken eingemessen werden.

Damit sich im Nachgang der Zustand der Rohrleitung ermitteln lässt, sollten auch Reparaturstellen vor dem Verfüllen vermassst werden.

Dazu gehört neben der Einmasszeichnung auch eine vollständige Dokumentation über das Schadensbild, -ursache, Werkstoff etc. der erfolgten Reparatur.

3. Herausforderungen für einen Ortungsspezialisten

Selbst sehr erfahrene Ortungsspezialisten / Messtechniker werden nicht von einer Fehlortung verschont. Eine Fehlortung hat aber in den meisten Fällen seine begründeten Ursachen:

- Falsche oder unbekannte Angaben zum Rohrwerkstoff, Dimension und Leitungsführung.
- Luft im Trinkwassersystem durch vorgängige Wasserabstellung = > dadurch ist keine genaue Korrelation mehr möglich.
- Unterhöhlungen vom Strassenbelag.
- Steine, Betonriegel, Fremdleitungen, Kanäle im Untergrund.
- Störgeräusche durch Verkehr, Flugzeuge, Maschinen etc.
- Kein oder zu wenig Druck in der Leitung.
- Sehr kleine Leckagen (< 1 l/min).
- Kein Zutritt zu Liegenschaften, Grundstücke, starke Bewaldung, Tierhaltung.

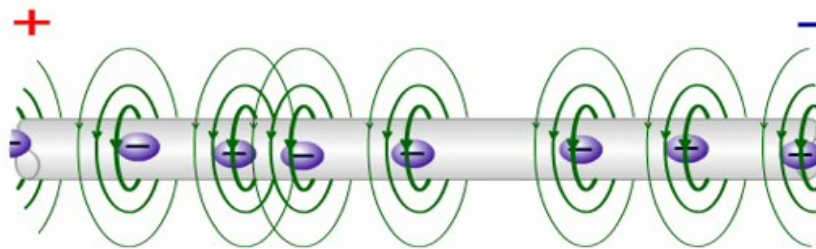
Bitte zeigt in solchen Fällen Verständnis, denn der Ortungsspezialist kann sich neben seinen Messgeräten und seiner Erfahrung auch nur auf seine Sinne verlassen!

4. Leitungsortung

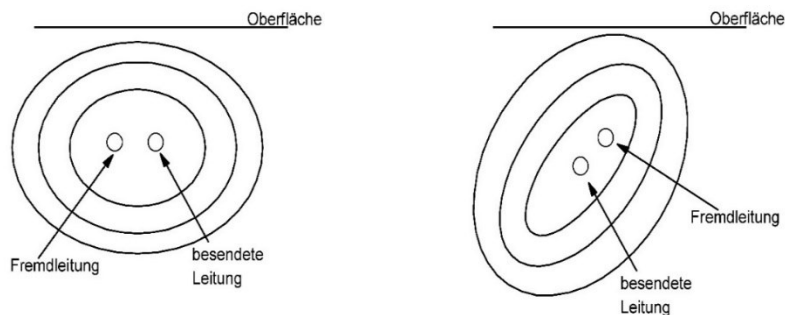
4.1 Technische und physikalische Grundlagen

Ortungstechnik:

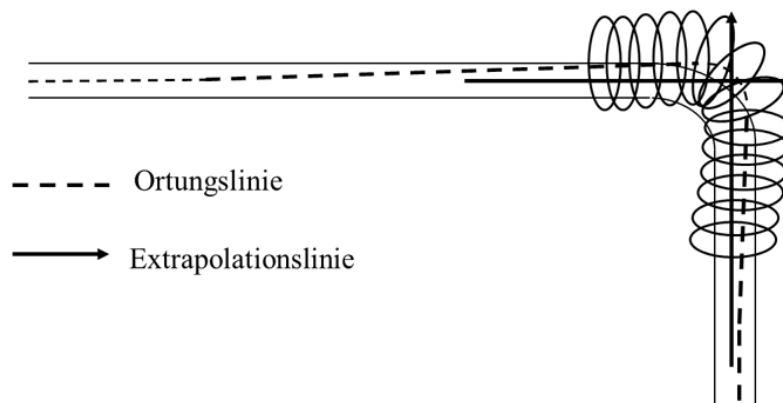
Die Ortungstechnik basiert auf der Suche nach elektro-magnetischen Feldern, die sich um eine metallische Leitung oder Kabel bilden können. Dieses Signal bzw. diese Felder werden vom Empfänger aufgenommen, akustisch wiedergegeben und visuell angezeigt.



Bei mehreren Leitungen kann es zu einem grossen Magnetfeld über alle Leitungen geben oder die Feldlinien werden elliptisch. Dadurch können sich Verschiebungen an der Oberfläche, sowie falsche Tiefenbestimmungen ergeben:



Felddeformationen an Biegungen:



4.2 Ankopplungsarten

Die beschriebenen Ankopplungsarten sind:

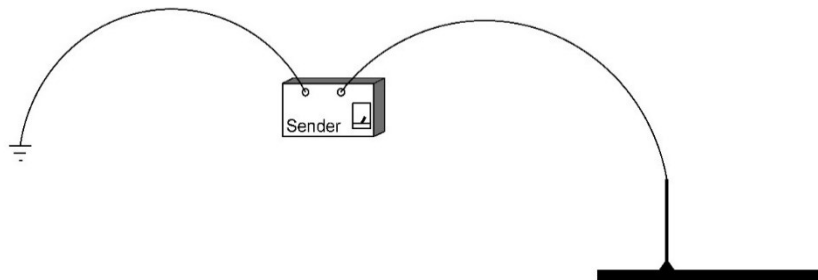
- Galvanische Ankopplung
- Galvanisch, Schleifenmessung
- Induktive Ankopplung über Sendeanzeige
- Zangenankopplung (Induktiv)

Galvanische Ankopplung:

Die galvanische Ankopplung ist die häufigste Art der Ankopplung. Sie wird meistens im Wasserbereich angewendet.

Anschluss:

Es wird ein direkter Kontakt mit der Leitung hergestellt. Ein Anschluss wird an die Leitung angeschlossen, der andere als Erdung in weichen Boden eingesteckt. Die Qualität der Erdung beeinflusst grösstenteils das Ergebnis der Ortung. Sie sollte in Gegenrichtung zum Ortungsverlauf, d.h. 180° zur gesuchten Leitung verlegt werden. Bei dieser Anschlussstechnik wird ein Maximum an Leistung auf die Leitung gebracht.

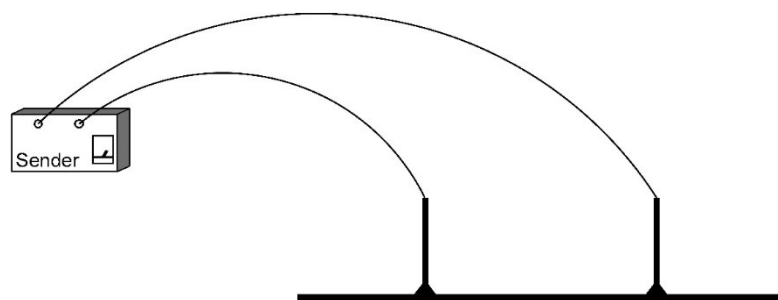


Schleifenmessung:

Eine spezielle Ankopplungsart ist die Schleifenmessung. Sie zählt zur Gruppe der galvanischen Ankopplung.

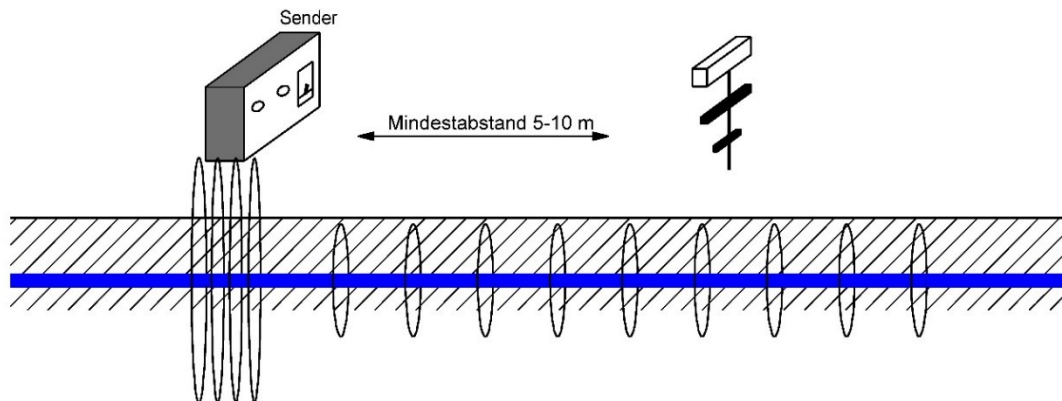
Anschluss:

Sie wird durch direkten Anschluss an zwei Leitungspunkten ausserhalb der zu suchenden Leitung ausgeführt. Dadurch wird ein optimaler Stromkreis gebildet. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Rückleitung einen angemessenen Abstand zur suchenden Leitung hat.



Induktive Ankopplung:

Beim Orten einer Leitung ist stets zu beachten, dass Umwelteinflüsse die Qualität der Ortung beeinflussen können. Benachbarte Leitungen können das Signal von der eigentlich gesuchten Leitung ablenken. Dies kann zu einer Falschortung sowohl in der Richtung als auch Tiefe der gesuchten Leitung führen. Schwenken Sie das Gerät gleichmäßig zu jeder Seite der gesuchten Leitung, um das Vorhandensein anderer Leitungen zu überprüfen.

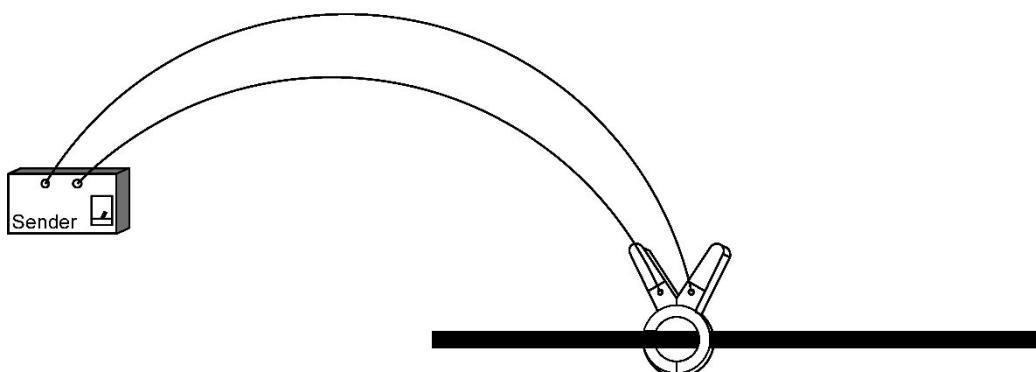


Zangenankopplung:

Diese Anwendung wird vor allem im EW-Bereich eingesetzt, auch bei spannungsführenden Leitungen. Im Wasserbereich in städtischen Gebieten ist diese Variante eine einfache Ankopplungsmöglichkeit.

Anschluss:

Die Zange wird um die Leitung vollständig geschlossen. Nicht einsetzbar bei einem Endpunkt (Bsp. Brunnen Standrohr, Hydrant).



4.3 Tiefenbestimmung:

Moderne Messgeräte besitzen eine elektronische Tiefenbestimmung, d.h. mit einem Knopfdruck kann die Leitungstiefe digital abgelesen werden.

Bitte beachten Sie, dass die Vielzahl der Umgebungseinflüsse, inklusive Bodenbeschaffenheit, Überlandleitungen, angrenzende Leitungen und das Material der Versorgungsleitungen die Tiefenmessung beeinflussen kann.

Viele Wasser- und Gasleitungen liegen in der Regel niedriger als Fernseh- oder Nachrichtenkabel. Nutzen Sie die Tiefenmessung um sicherzustellen, dass Sie sich weiterhin auf der von Ihnen gesuchten Leitung befinden.

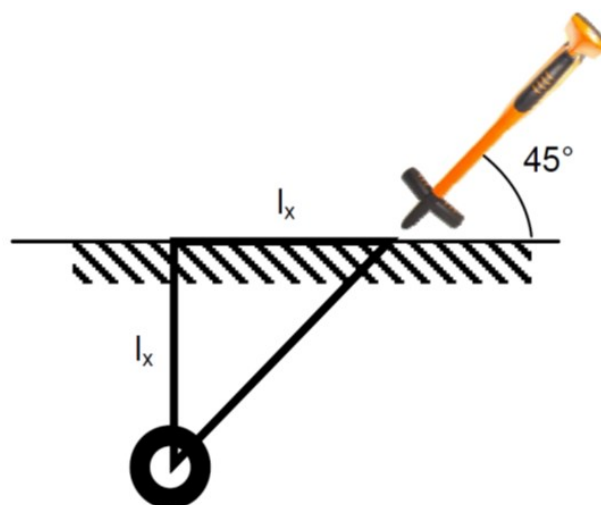
Elektronische Tiefenbestimmung durch Ablesung am Display:



45° Grad Methode:

Verändert sich die Tiefe einer Leitung plötzlich oder ist sie in direkter Nachbarschaft zu anderen Leitungen verlegt, benutzen Sie die 45-Grad-Methode zur Bestätigung der Tiefe. Diese Vorgehensweise bietet die Möglichkeit, sowohl die Lage als auch die Tiefe der gesuchten Leitung zu bestimmen.

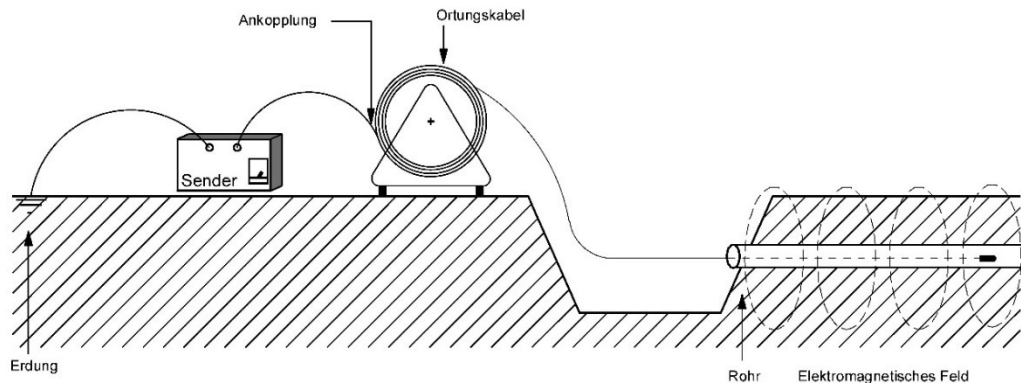
Die 45-Grad-Methode basiert auf dem Prinzip, dass zwei Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks gleich lang sind.



4.4 Nichtmetallische Leitungsortung

Glasfaserortung:

Mit der konventionellen Technik ist die Leitungsortung eines nichtmetallischen Materials nicht möglich. Zur Ortung muss ein metallischer Leiter in das Rohr geschoben werden. Meistens wird eine Glasfasersonde mit einem Innenleiter verwendet.



Nichtmetallische Leitungen können geortet werden, wenn der Glasfaserstab in das gesuchte Rohr eingeführt werden kann. Dieser ist mit einer eingebetteten Kupferlitze ausgestattet, so dass er von dem Leitungsortungssystem mit einem Generator besendet und mit einem Empfänger geortet werden kann. Damit lässt sich die Trasse der gesuchten Leitung bis auf die letzten Meter genau und schnell bestimmen.



Bemerkung:

Wird eine Glasfaserrute für verschieden Medien wie Abwasser und Frischwasser verwendet, ACHTUNG auf vollständige Reinigung bzw. getrennte Sonden für das Frischwasser (Lebensmittel) und Kanalisationsleitungen.



5. Leckortung

5.1 Untersuchungstechniken

Techniken:

Grundsätzlich werden zwei Untersuchungstechniken unterschieden:

- Quantitative Verlustkontrolle
- Akustische Verlustkontrolle

Quantitative Verlustkontrolle:

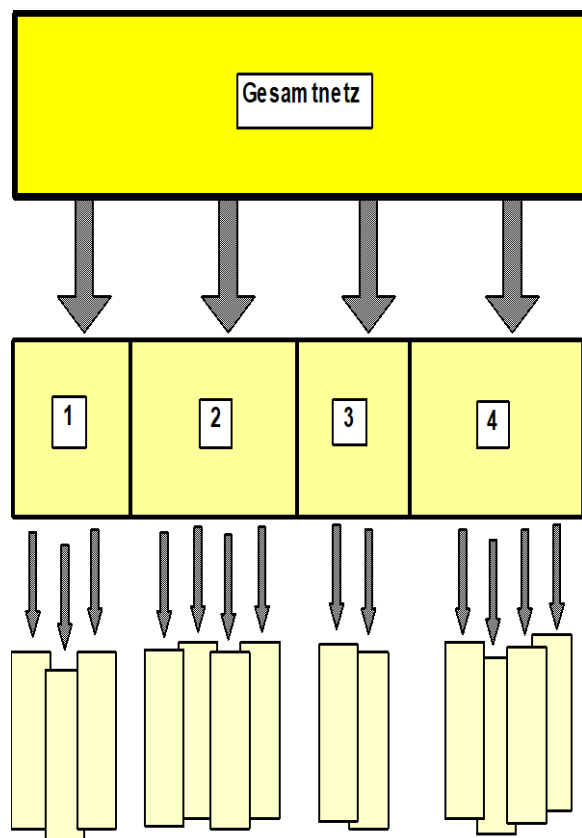
Mit der quantitativen Leckortung wird eine mengenmässige Leckgrössenbestimmung durchgeführt, womit eine Grössenbestimmung der einzelnen Leckstelle möglich ist.

Zur Messung von Rohnetzabschnitten gibt es sowohl mobile als auch stationäre Messeinrichtungen.

Diese Art der Verlustkontrolle ist unabhängig vom Material und der Dimension in den Rohrnetzen.

Prinzip der mengenmässigen Erfassung:

Gesamtnetz



Grossraumsektormessung

Sektoreinspeisung Druckeinspeisung

Gesamtnetz:

Das Gesamtnetz wird anhand der Zahlen aus der Betriebszentrale quantitativ bewertet (Nachtverbrauch, Stundenwerte, Tagesverbrauchswerte).

Steht keine moderne Steuerung zur Verfügung kann mit einem mobilen Ultraschallmesser eine Ganglinie ermittelt werden.

Anhand dieser Zahlen wird ein Ist Zustand eines Gesamtnetzes oder einer Zone bestimmt.

Die Beurteilung und Bewertung auf Wasserverluste beruhen auf Berechnungs- und Erfahrungswerten.

Die Grösse der Verlustmenge betrifft das Gesamtgebiet. Für die Einkreisung der Verluste wird das Messgebiet verkleinert.

Grossraumsektormessung:

Bei Grossräumen handelt es sich um Netzgrössen von 5 - 20 km Hauptleitung mit 2'000 bis 4'000 Einwohner.

Zur Erfassung dieser Messwerte bedient man sich mobiler Messanlagen sowie festeingebauter Messschächte im Rohrnetz.

Sektoreinspeisung mit (Druck-) Einspeiseverfahren:

Sektoreinspeisung als Nullverbrauchsmessung bildet die dritte Stufe der Verlustmessung auf einem kleinen absperrbaren Rohrnetzteil.

Die Einspeisung erfolgt normalerweise mittels Bypass Leitung (Entnahmehydrant - Einspeisehydrant) oder Druckeinspeisung ab Fahrzeug.

Ein bestimmtes Gebiet (Sektor) wird durch Schieberschliessungen über eine Messanlage mit Wasser versorgt.

Die Durchflussmenge und der Druck werden im Momentanwert erfasst und können sofort ausgewertet werden. Zeigt die Kurve in einer bestimmten Zeitspanne mehrmals den Wert Null an, kann von einem verlustfreien Untersuchungsgebiet ausgegangen werden.

Wir der Nullverbrauch nie erreicht, sind entweder Wasserverluste oder Dauerverbraucher im Messbezirk vorhanden.

5.2 Akustische Verlustkontrolle

Ausgenutzt wird der Körperschall, der an der Leckstelle entsteht und sich auf beide Seiten ausbreitet. Je nach Abklinglänge kann ein Defekt weit oder weniger weit gehört werden. Bedingt durch die verschiedenen Arten der Leckstellen und Materialien (hoher Anteil an Kunststoffleitungen, Abklinglänge klein) kann jedoch eine Leckstelle auch unerkannt bleiben.

Manuelles Abhorchen:

Das Abhorchen ist eine einfache Untersuchungsmethode mit bescheidenem Geräteaufwand. Dabei ist zu beachten, dass für diese Methodik viel Erfahrung und ein speziell geschultes Ohr des Horchers notwendig ist.

In Versorgungsgebieten mit hoher Anschlussdichte und Armaturenanteil wird das Verfahren mit gutem Erfolg angewendet.

Durch das systematische Abhorchen der Armaturen und Rohranschlusspunkte können Geräusche festgestellt werden, die auf Defekte hinweisen. Je mehr man sich der Leckstelle nähert, desto lauter wird das Geräusch. Somit kann die Leckstelle eingekreist werden, um in den defekten Bereich zu gelangen.

Diese Art der Untersuchung entspricht einer Vorortung, d.h. für eine Aufgrabung der Leckstelle muss zusätzlich mit einer Nachortung der genaue Defektort noch ermittelt werden.

Mit einer einfachen Ausrüstung und Instruktion können so effizient Leckstellen geortet werden.

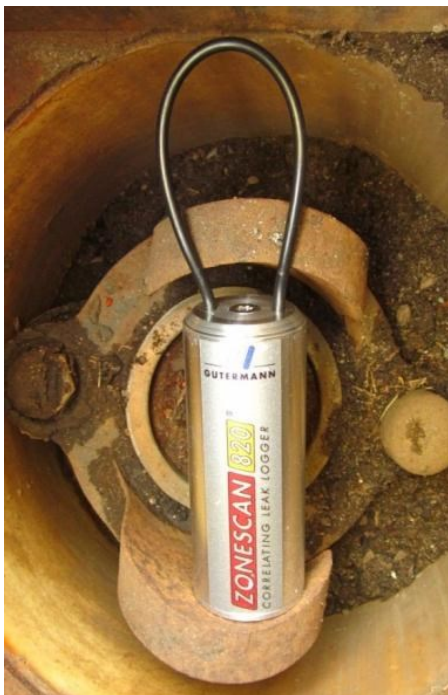


Geräuschpegelmessung:

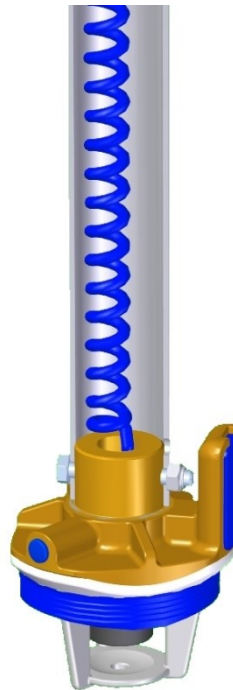
Ein elektronisches Gerät, der Geräuschpegel oder Logger, wird an Kontaktpunkten im Wassernetz im Abstand von ca. 150 bis 250 m montiert.

Die Kontaktpunkte sind Schieber oder Hydranten. Je nach System werden sie auch direkt als Hydrophon an der Wassersäule beim Hydranten-Haupt Ventil montiert.

Logger in Schieber:



Logger als Hydrophon in Hydranten:



Hochempfindliche Mikrofone messen vor allem in den ruhigen Nachtstunden die Geräuschintensität. Der Messwert in db und das Geräusch als Frequenzspektrum werden elektronisch gespeichert.

Auswertung:

Die Auswertung zeigt die Geräuschintensität für jede Nacht als Balkendiagramm.

Moderne Systeme übertragen zusätzlich das Geräusch als Frequenzspektrum.

Dadurch ist eine Interpretation des Geräusches möglich (Leckgeräusch oder Fremdgeräusch).

Als weiteres besteht bei zeitsynchronisierten Systemen die Möglichkeit der automatischen Korrelation durch die Softwar

Korrelation:

Die Korrelation eignet sich zur Bestimmung einer Leckstelle

Bei der Korrelationstechnik wird über den Laufzeitunterschied der Geräusche eine Distanz errechnet

An den Anschlusspunkten, bei Schiebern, an Hydranten, in Häusern, etc. werden empfindliche Aufnehmer gesetzt. Diese nehmen den Körperschall auf, werden verstärkt und über Funk auf den Korrelator übertragen.

Der Rechner vergleicht die beiden Signale und über den Laufzeitunterschied wird eine Leckdistanz errechnet.



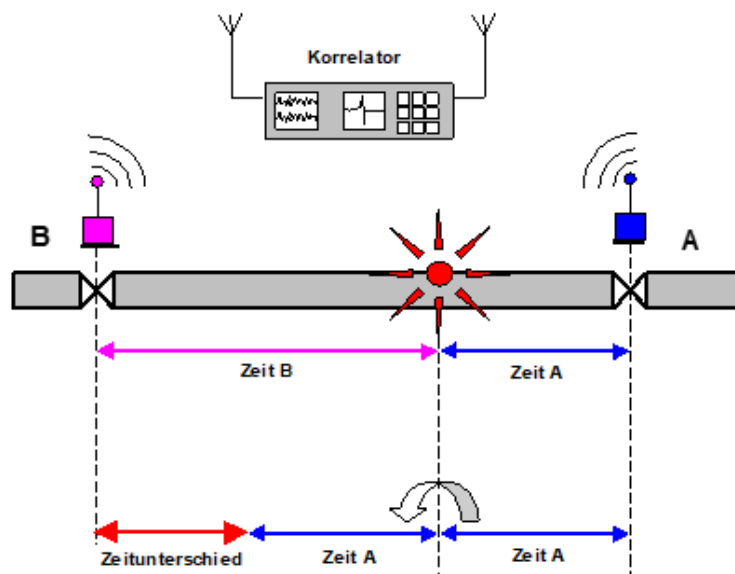
Als Vorgabe benötigt der Rechner

- Distanz Aufnehmer-Aufnehmer,
- Rohrmaterial
- Dimension.

Für die Auswertung am Rechner benötigt der Korrelator beide Geräusche. Wird das Leck nur an einem Aufnehmer gehört, ist keine Korrelation möglich.



Prinzip Korrelationstechnik:



Nachortung / Feinortung:

Akustische Übergrundabhorchung mit Bodenmikrofonen:

Eine Leckkontrolle mit einem Bodenmikrofon an der Erdoberfläche entspricht einer klassischen Nachortung. Das austretende Wasser aus der Leckstelle, der Bodenschall, wird mit einem empfindlichen Mikrofon (Geophon/Piezomikrofon) aufgenommen. Über den Verstärker mit speziellen Frequenzfiltern kann das Geräusch abgehört werden.



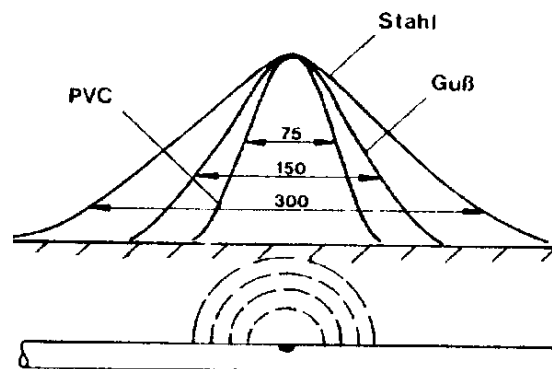
In Abständen von 1-2 m wird dabei genau über der Leitung das Bodenmikrofon aufgesetzt und der Ort mit der grössten Schallintensität gesucht. Durch diese Technik kann eine Schadenstelle für eine Aufgrabung bestimmt werden.

Bei hohem Umgebungslärm von Industrie, Fluglärm oder stark befahrenen Strassen kann nur in den ruhigen Nachtstunden geortet werden.



Sogenannte Resonanzerscheinungen und Schallreflexionen können eine genaue Leckortbestimmung beeinflussen und erschweren.

Schallausbreitung bei verschiedenen Rohrmaterialien



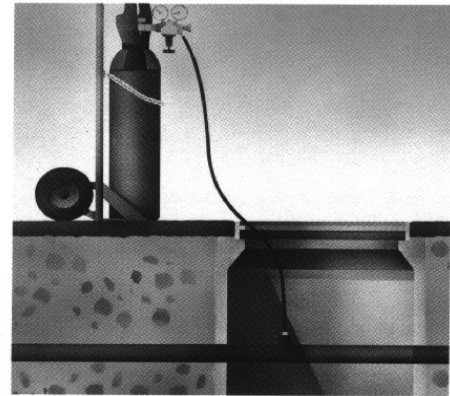
5.3 Spezial Ortungen

Leckortung mit Gasen:

Sehr kleine Defekte oder drucklose Leitungen, die keine Schallquelle bilden, können mit den herkömmlichen Verfahren nicht geortet werden. Anhand einer Gaseinspeisung kann die Leckstelle gefunden werden.

Es wird ein giftfreies Gas H_2 (Wasserstoff) eingesetzt, das in der Trinkwasserversorgung keine Rückstände hinterlässt.

In der richtigen Zusammensetzung ist das Gas nicht explosibel und kann daher auch bei Installationen verwendet werden.



Gaseinspeisung

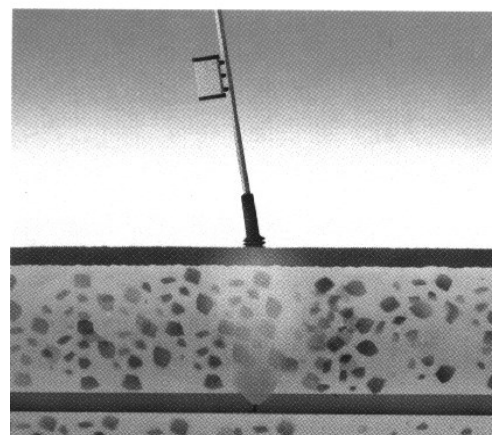
Das Gasspürgerät reagiert nur auf H_2 . Somit beeinflussen andere Gase die Ortung nicht.

Diese Anwendung erfolgt z.B.:

- Undichte Druckproben (für alle Leitungsarten)
- Sanitär- und Heizanlagen
- Quell- und Heberleitungen
- Tankanlagen
- Kanalisationen
- Flachdächer
- Schwimmbäder
- etc.



Trassenbegehung mit Sonde



Gasausbreitung