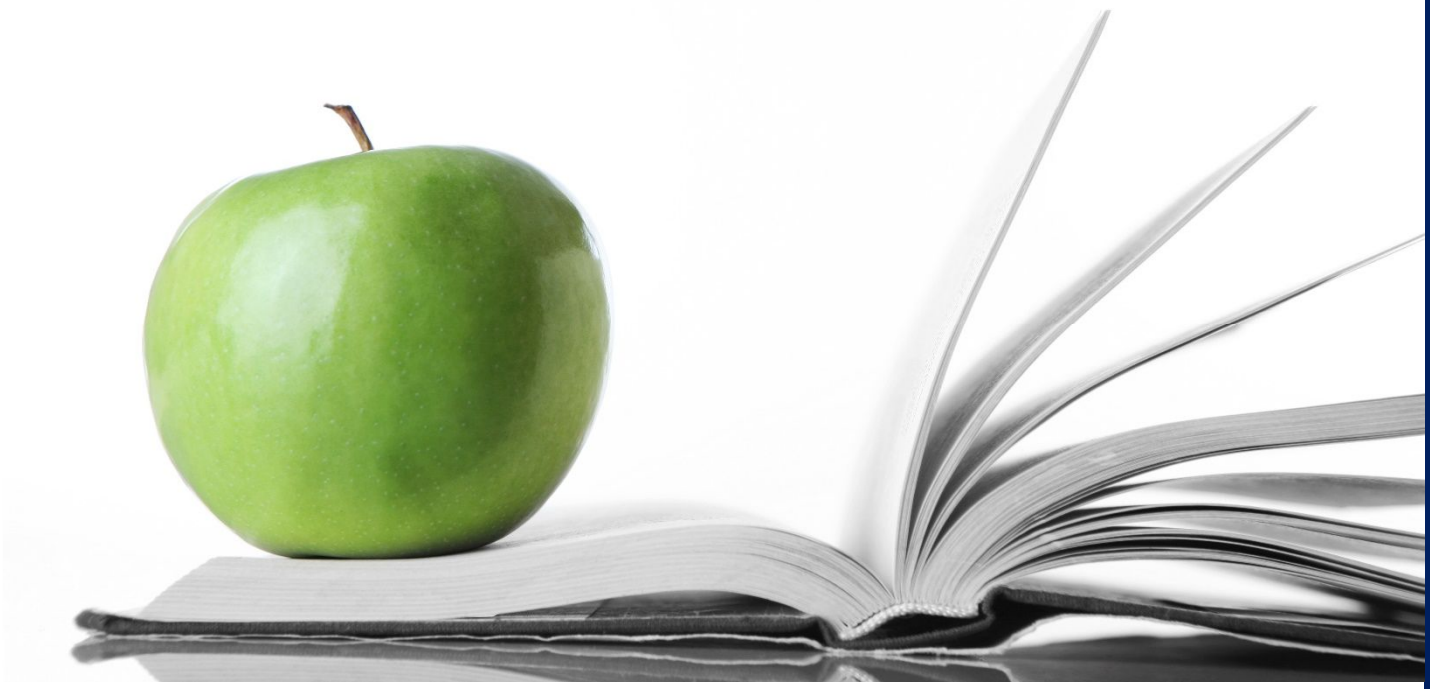
ROBERT BARGOLINI
SERVICE COMPANY

GENERAL INFRASTRUCTURE SYSTEMS SOLUTIONS



H_2O Aula _ Systematische Leckortung in Rohrnetzen

Montag, 30. Januar 2017

Robert Bargolini • Heuholzerstrasse 23 • D-74629 Pfedelbach

Member of
German Water
Partnership

Aula	Seiten 2 von 28

Arbeitstitel SYS_16
Ihr Ansprechpartner: Robert Bargolini
Telefon : +49 (0) 7949 31732 48
Fax: +49 (0) 7949 31732 49
Mobil: +49 (0) 152 547718 15
E-Mail: robertbargolini@aol.com

Auszug aus dem Fachbuch

Instandhaltung von Wasserversorgungsnetzen

Taschenbuch, Vulkan Verlag, Erschienen: November 2010, 469 Seiten, ISBN: 3802728483, EAN: 9783802728488

Kapitel 6 Inspektion | Systematische Leckortung in Rohrnetzen

Co.Autor: Robert Bargolini

INDEX

1. Einleitung 5
2. Prinzip der Leckortung 5
3. Geräuscharten 6
3.1 Körperschall 6
3.2 Bodenschall 6
3.3 Strömungsschall 6
3.4 Leckortungsmethoden 7
5. Rohrmaterial 8
5.1 Rohrdurchmesser 9
5.2 Bodenbeschaffenheit 10
5.3 Leckgröße und Rohrdruck 11
6. Quantifizierung von Leck stellen durch Zonenmessung 12
6.1 Warum Zonenmessung? 12
6.2 Zonenmessung mit Durchflussmessgeräten 12
6.2.1 Vorteile der Zonenmessung 13
7. Vorortung 14
7.1 Vorortung mit Geräuschpegelloggern 14
7.1.1 Gerätebeschreibung 14
7.1.2 Anwendung 15
7.1.3 Auswertung der Messung 16
7.1.4 Vorteile der Geräuschpegellogger 17
7.2 Vorortung mit elektroakustischen Horchgeräten 17
7.2.1 Gerätebeschreibung 17
7.2.2 Anwendung 17
7.2.3 Auswertung der Messung 18
7.2.4 Vorteile moderner elektroakustischer Horchgeräte bei der Vorortung 18
7.3 Vorortung mit Korrelatoren 18
7.3.1 Gerätebeschreibung 18
7.3.2 Prinzip der Korrelationsmessung 19
7.3.3 Auswertung der Messung 20
7.3.4 Vorteile der Korrelationsmessung 21
8. Punktortung 21
8.1 Punktortung mit elektroakustischen Horchgeräten 21
8.1.1 Auswertung der Messung 22

8.1.2 Vorteile modernen elektroakustischer Horchgeräte 22
9. Das Spürgasverfahren 23
9.1 Einsatzmöglichkeiten 23
9.2 Eigenschaften von Tracergas 24
10. Zusammenfassung 25

Abbildung 1: Geräuschausbreitung 5
Abbildung 2: Schallausbreitung Rohrdimension 9
Abbildung 3: Zuflussmessung TWS Stuttgart 13
Abbildung 4: Loggerauslese via Funk 14

Tabelle 1: Körperschallausbreitung 8
Tabelle 2: Bodenschallausbreitung 10
Tabelle 3: Leckgröße in Relation zu Druck und Lochdurchmesser 11
Tabelle 4: Nachtminimalverbrauch 12

Anhang CV Robert Bargolini

Systematische Leckortung In Rohrnetzen

1. Einleitung

Durch den Einbau von erdverlegten Rohrleitungen und Armaturen im Trinkwassernetz entstehen hohe Investitionen für ein Versorgungsunternehmen. Leck stellen in Rohrleitungen verschwenden wertvolle Ressourcen. Zusätzlich müssen aufgrund von Wasserverlusten erheblichen Mehraufwendungen bei der Wasseraufbereitung sowie Mehrkosten durch überdimensionierte Netz-Strukturen (Pumpen, Rohre, Speicherbehälter etc.) in Kauf genommen werden. Wenige große Leckstellen können bereits große finanzielle Verluste hervorrufen. Schäden in Rohrnetzen müssen deshalb schnell geortet und behoben werden.

2. Prinzip der Leckortung

Für die Ermittlung von Leckstellen in Wasserrohrnetzen wird generell das Geräusch an der Leck stelle ausgenutzt. Beim Austritt von Flüssigkeit an einer Schadenstelle entstehen Druckwellen, die in der Wassersäule fortgetragen werden. Die Druckwellen breiten sich in der Wassersäule zu beiden Seiten sinusförmig aus. Überall dort, wo die Druckwellen das Rohrmaterial treffen, wird dieses zum Schwingen angeregt. Man spricht von Körperschallschwingungen.

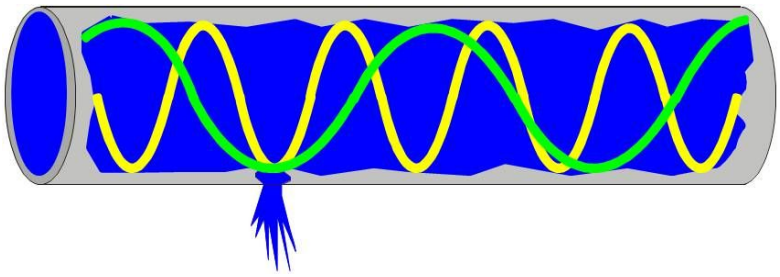


Abbildung 1: Geräuschausbreitung

Je weiter die Druckwellen laufen, desto schwächer werden sie. Es gibt einen Punkt, an dem die Wellen in der Wassersäule das Rohmaterial nicht mehr in Schwingung versetzen. An dieser Stelle wird kein Körperschall mehr zu hören sein. Dabei spielt natürlich auch die Art des Bodens, dessen Verdichtung, das Rohrmaterial, der Betriebsdruck, der Rohrdurchmesser und einige andere Faktoren eine Rolle.

Dienstleistungsunternehmen des Robert Bargolini
Heuholzer Straße 23
DE - 74629 Pfedelbach
E-Mail: robertbargolini@aol.com
UST-IdNr: DE304450179 | St.Nr. 76102/13707
Bankverbindung: Volksbank Hohenlohe e G
Iban: DE 28 620 918 000 331 952009
BIC: GENODES1VHL

3. Geräuscharten

Man unterscheidet zwischen drei Geräuscharten:

3.1 Körperschall

Die Körperschallschwingung entsteht, wenn das Medium Wasser unter Druck mit entsprechender Geschwindigkeit an der Leck stelle austritt und das Rohr in Schwingung versetzt. Das an der Ausströmstelle entstehende Geräusch breitet sich nach beiden Seiten des Lecks aus. Besonders bei Stahlleitungen mit geringer Dimension wird das Material kräftig erregt und das Leckgeräusch kann auch an entfernten Abhorchstellen wahrgenommen werden. Dagegen ist die Schall-Ausbreitungsfähigkeit einer dickwandigen und wenig schwingungsintensiven Leitung eher begrenzt. Mit einem empfindlichen Mikrofon (Körperschallsensor) wird an zugänglichen Armaturen abgehorcht. Dabei werden die Schwingungen des Rohrmaterials direkt über empfindliche Mikrofone aufgenommen.

3.2 Bodenschall

Der Bodenschall entsteht durch das unter Druck austretende Wasser, welches auf Bodenteile trifft und diese in Schwingung versetzt. Dieser Schall breitet sich kugelförmig aus und kann nur im Bereich der Leckstelle mit einem Bodenmikrofon aufgenommen werden. Frequenzen, deren Wellenlänge kleiner ist als die Verlegetiefe des Rohres, werden aufgrund der Tief pass-Wirkung des Erdreiches stark gedämpft, so dass vorzugsweise nur die niedrigen Frequenzen an die Erdoberfläche gelangen. Bildet sich aufgrund langer Laufzeit des Lecks eine Wasserblase, in die das ausströmende Wasser austritt, so entsteht kaum hörbarer Bodenschall.

3.3 Strömungsschall

Strömungsschall tritt an Leitungsbedingten Engstellen, z.B. an einem Teilgeschlossenen Schieber, einer Veränderung der Leitungsdimension (Hausanschluss) oder einer Rohrverengung durch starke Inkrustierung (Korrosion) auf. Dabei kommt es zu turbulenten Strömungen im Medium die teilweise unüblich hohe Frequenzen erzeugen.

3.4 Leckortungsmethoden

Bei der Leckortung unterscheidet man grundsätzlich zwischen **Zonenmessung, Vorortung** und **Punktortung**.

Die ***Zonenmessung*** ermöglicht eine Quantifizierung der Leckstellen. Dabei werden über Nullverbrauchsmessungen in den Nachtstunden [02:00-04:00 Uhr] die Gebiete mit den größten Leckstellen identifiziert. Es werden natürliche Zonenabgrenzungen benutzt, um über fest installierte Zähler in Behältern und Pumpstationen die Einspeise mengen zu beobachten. Dort wo diese Möglichkeit nicht besteht, werden mobile Durchflussmessgeräte eingesetzt.

Die **Vorortung** bzw. Einkreisung von Lecks geschieht durch Abhören direkt zugänglicher Kontaktstellen, wie z.B. Hydranten oder Absperrarmaturen (Schieber) . Es erfolgt eine Grob- oder Vorortung nach dem Prinzip „lauter = näher und „leiser = weiter entfernt“. So gelingt es den Schaden auf einen Bereich zwischen zwei Kontaktstellen einzugrenzen. Die dabei erreichten Genauigkeiten sind meist nicht ausreichend für eine Aufgrabung. Einer Vorortung sollte deshalb immer eine Punktortung folgen.

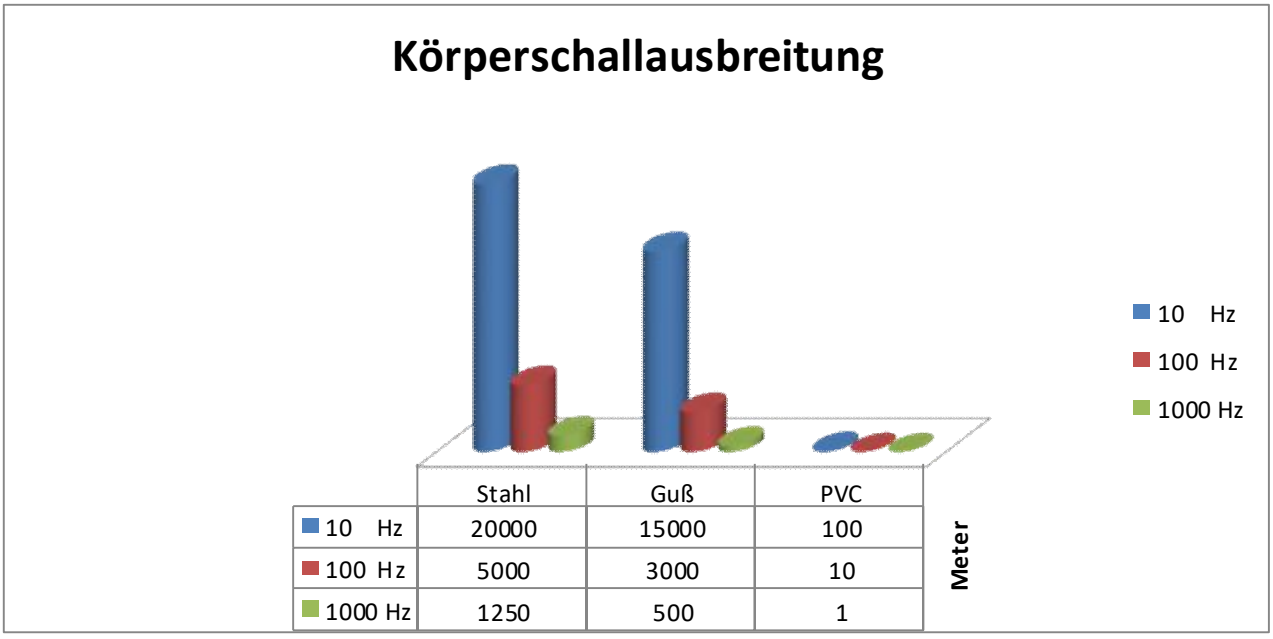
Punktortung. Durch Abhören des bereits mit Korrelator, Taststabmikrofon oder Geräuschlogger Vorgeorteten Bereichs mit Hilfe eines elektroakustischen Horchgerätes ist es möglich, die Leck stelle anhand des maximalen Geräuschpegels zu erkennen.

Die Genauigkeit ist dabei i.d. Regel so gut, dass keine größere Aufgrabung nötig ist, als zur Beseitigung der Schadenstelle erforderlich.

5. Rohrmaterial

Die wichtigste Voraussetzung ist, dass das Rohrmaterial sich zum Schwingen anregen lässt. Bei metallischen, harten Rohren ist das unter normalen Umständen kein Problem. Nichtmetallische, weiche Materialien verhalten sich dagegen sehr träge und übertragen das Schallsignal nur schlecht.

In Bild 2 sind die Schallausbreitungsbedingungen in verschiedenen Materialien schematisch dargestellt. Bei metallischen Rohren entstehen Leckfrequenzen zwischen 600 und 3000 Hz. Bei nichtmetallischen Rohren liegen die Leckgeräusche im niederfrequenten Bereich zwischen 50 und 600 Hz.



	Stahl	Guß	PVC
10 Hz	20000	15000	100
100 Hz	5000	3000	10
1000 Hz	1250	500	1

Meter

Tabelle 1: Körperschallausbreitung

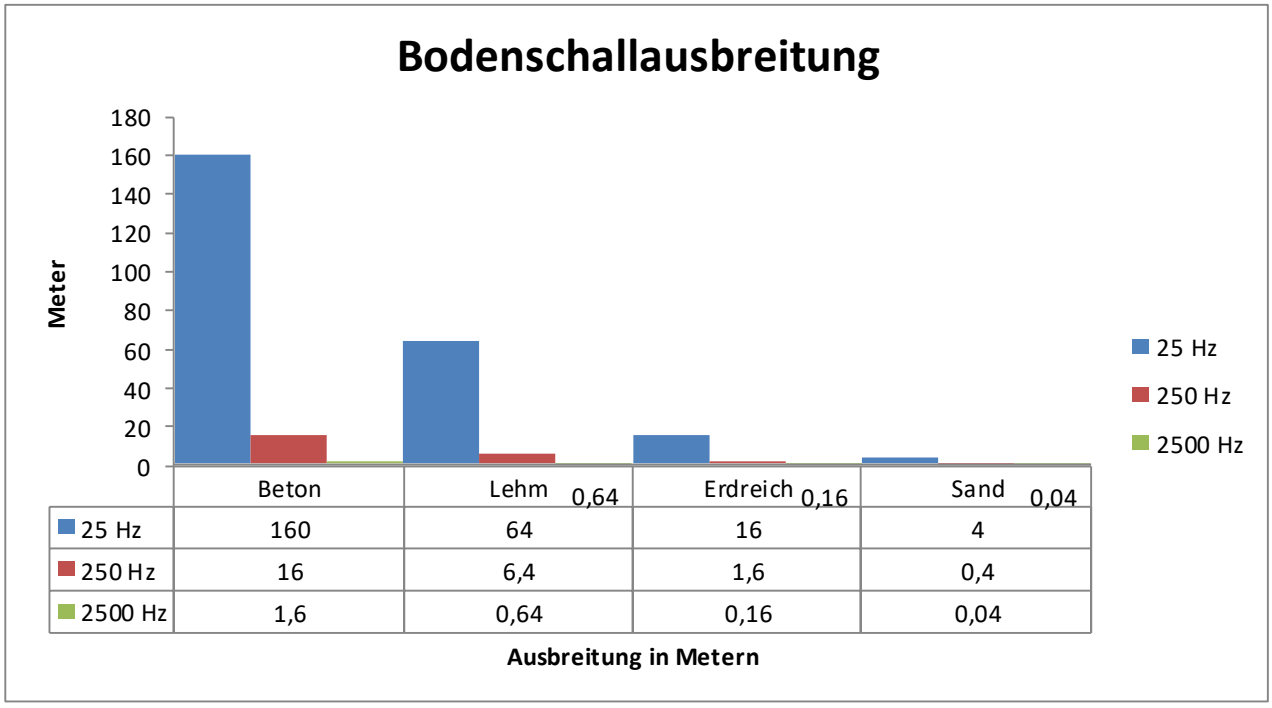
5.1 Rohrdurchmesser

Die Dimension des Rohres spielt eine große Rolle. Die Dicke der Rohrwandung nimmt mit steigendem Rohrdurchmesser zu und somit ist ein groß dimensioniertes Rohr schwerer zum Schwingen anzuregen. Ein Rohr der Dimension DN 400 kann praktisch mit einer PVC-Leitung DN 100 verglichen werden. Beide Rohre lassen sich nur schwer zum Schwingen anregen. Dazu kommt noch das mit Vergrößerung des Durchmesser die hohen Frequenzen nicht mehr fortgetragen werden.

Abbildung 2: Schallausbreitung Rohrdimension

5.2 Bodenbeschaffenheit

Bild 3 zeigt den Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf die Reichweite der Bodenschallwellen. Stark verdichtete Böden lassen sich demnach leichter zum Schwingen anregen und leiten den an der Leckstelle entstehenden Bodenschall besser.



	Beton	Lehm 0,64	Erdreich 0,16	Sand 0,04
25 Hz	160	64	16	4
250 Hz	16	6,4	1,6	0,4
2500 Hz	1,6	0,64	0,16	0,04

Tabelle 2: Bodenschallausbreitung

5.3 Leckgröße und Rohrdruck

Die Parameter Leckgröße und Rohrdruck beeinflussen maßgeblich die auftretenden Verluste. Unter starkem Druck austretende Flüssigkeit versetzt das umgebende Bodenmaterial zu starken Schwingungen und erzeugt somit gut hörbare Bodenschallwellen.

Durchmesser	Liter / M	Liter / H	m^3/ Tag	m^3 / Monat	m^3/ Jahr
6 , 0 bar					
2 mm	5	300	7	216	2.592
4 mm	18.4	1.104	26.4	792	9.504
6 mm	40	2.400	57.6	1.728	20.736
8 mm	70.2	4.212	100.8	3.024	36.288
3 , 0 bar					
2 mm	3.2	192	4.60	138	1.656
4 mm	12	720	17.20	516	6.192
6 mm	27	1.620	38.80	1.164	13.968
8 mm	48	2.880	69.12	2.073	24.876
1 , 5 bar					
2 mm	1.8	108	2.50	75	900
4 mm	7	420	10.00	300	3.600
6 mm	15	900	21.6	648	7.776
8 mm	27	1.620	38.00	1.164	13.968

Tabelle 3: Leckgröße in Relation zu Druck und Lochdurchmesser

6. Quantifizierung von Leck stellen durch Zonenmessung

6.1 Warum Zonenmessung?

Die Zonenmessung ermöglicht eine Klassifizierung der einzelnen Leck stellen. Damit besteht die Möglichkeit, die Behebung der Leck stellen so zu steuern, dass die größeren Leck stellen erkannt und zuerst beseitigt werden In jedem Netz gibt es viele kleine und einige große Leck stellen. Die langjährige Erfahrung hat gezeigt, dass 80% der Gesamtverluste durch 20% der vorhandenen, großen Leck stellen verursacht werden. Aus diesem Grund ist es aus wirtschaftlicher Sicht von großer Bedeutung die großen Leckstellen schnellstmöglich zu beseitigen. Die Zonenmessung erhöht maßgeblich die Ortungsgeschwindigkeit, da eine Leckortung nur in den Netzabschnitten durchgeführt wird von denen man weiß, dass sich darin große Leckstellen befinden.

6.2 Zonenmessung mit Durchflussmessgeräten

Bei der Zonenmessung mit Durchflussmessgeräten werden mehr oder weniger große Netzabschnitte durch Abschiebern vom übrigen Netz abgetrennt und mit Schlauchverbindungen über Hydranten gespeist. Dazwischen sitzt ein Durchflussmesser, der die Durchflusswerte an einen Drucker oder PC abgibt.

In jedem Rohrnetz wird es einen Minimalverbrauch während der Nachtstunden geben, der von der Anwohnerzahl abhängig ist. Der Nachtminimalverbrauch ist der mittlere Verbrauchswert in den verbrauchsarmen Nachtstunden zwischen 24:00 und 04:00 Uhr. In der folgenden Tabelle sind Erfahrungswerte aufgeführt, die als Anhaltswerte dienen können.

Anwohnerzahl	l/min und Anwohner
< I0.000	0.010
> 50.000 < 150.000	0.020-0.025
> 500.000	0.050-0.100

Tabelle 4: Nachtminimalverbrauch

Über Erfahrungswerte und Beobachtung der Durchflussmengen kann erkannt werden, ob größere Verluste in der Zone enthalten sind.

Abbildung 3: Zuflussmessung TWS Stuttgart

6.2.1 Vorteile der Zonenmessung

- Schnelle Beseitigung der größten Leck stellen
- Systematische Messungen ermöglichen eine Netzzustandsanalyse
- Periodische Messungen und Vergleich mit Referenzmessungen ermöglichen eine frühzeitige Leckerkennung

7. Vorortung

Die Vorortung bzw. Einkreisung von Wasserlecks geschieht durch Abhören direkt zugänglicher Kontaktstellen, wie z.B. Hydranten oder Schieber. Die dabei erreichten Genauigkeiten sind oft nicht ausreichend für eine Aufgrabung. Einer Vorortung sollte deshalb immer eine Punktortung folgen.

7.1 Vorortung mit Geräuschpegelloggern

Geräuschpegellogger ermöglichen eine einfache und schnelle Vorortung von Leckstellen ohne Personalaufwand während der ruhigen, entnahmearmen Nachtstunden weil sie sich automatisch zu vorprogrammierten Zeiten ein- und ausschalten.

7.1.1 Gerätebeschreibung

In den verbrauchsarmen Zeiten zwischen 2 bis 4 Uhr nachts sind die Störungen durch Verkehr, Umweltgeräusche und Entnahme am geringsten. Während dieser Zeit schaltet sich der akustische Datenlogger ein. Entsprechend den Vorgaben des Anwenders, mißt der Datenlogger alle x-Sekunden den Lautstärkepegel auf der Leitung und speichert diesen ab. Nachdem die vorgegebene Datenmenge (bis zu 24000 Werte) erfasst ist, schaltet sich das Gerät automatisch ab. Die verschiedenen Systeme bieten unterschiedliche Auswertungen an, die aber alle davon ausgehen , dass solange keine Leckage in der näheren Umgebung des Datenlogger ist, die Auswertung einen geringen Geräuschpegel ergibt. Sind die nachts gemessenen Geräuschpegel größer als ein vorgegebener Schwellenwert, oder steigen die Pegel von Nacht zu Nacht langsam an ,liegt für diesen Leitungsabschnitt ein begründeter Leckverdacht vor.

Funktionsprinzip

Durch den Wasseraustritt entstehen Vibrationen (Druckwellen) welche über das Leitungsrohr und die Wassersäule übertragen werden. Die Leitungsvibrationen werden im Logger gespeichert und anschließend über Funk an den Auslesgereät weitergeleitet. Wo die einzelnen Loggerdaten analysiert werden.

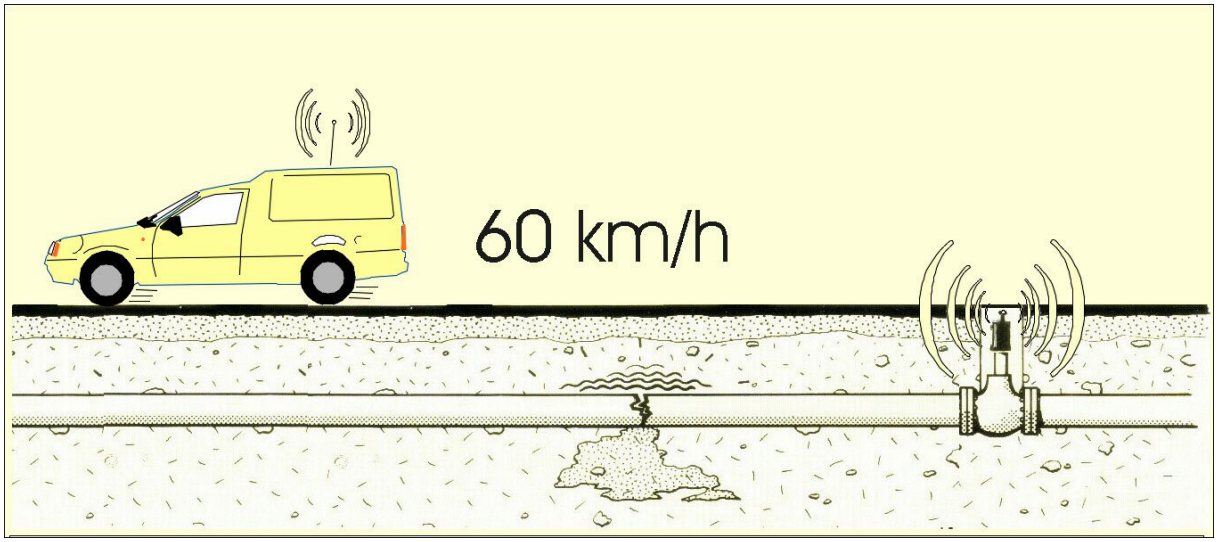


Abbildung 4: Loggerauslese via Funk

7.1.2 Anwendung

Für eine erfolgreiche Anwendung der Systeme werden mindestens15, Geräte benötigt.

Vorab wird anhand des Übersichtsplanes eine Einsatzplanung durchgeführt. Man benutzt überwiegend Hydranten, die günstig an Kreuzungspunkten liegen. In metallischen Netzen können Abstände von 200 bis 400m gewählt werden. In nichtmetallischen Netzen sollten die Abstände bei weniger als 100m liegen.

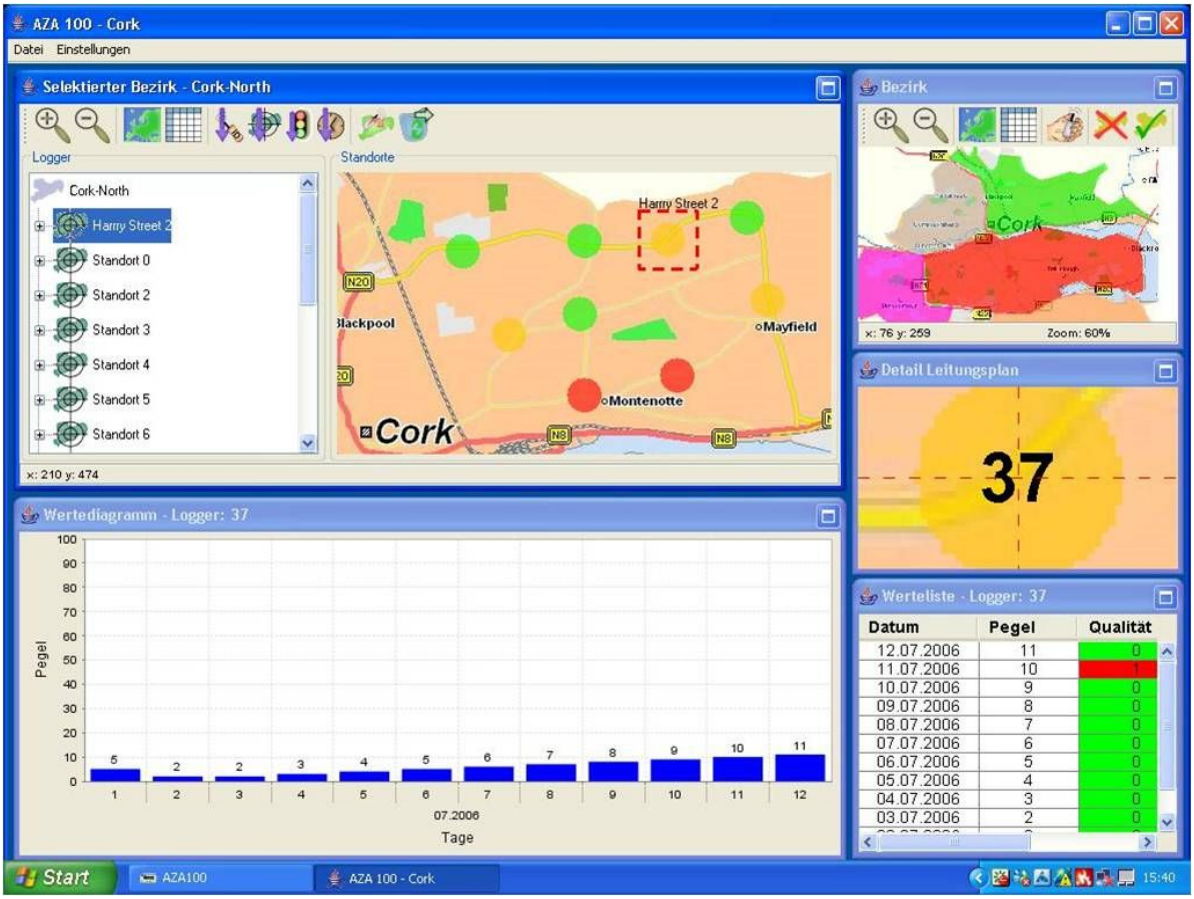
Es hat sich eine Messzeit von 2 Stunden in der relativen störungsfreien Nachtzeit zwischen 2:00 und 4:00 Uhr bewährt. Zusätzlich ist der Netzdruck in der Regel während der Nachtstunden höher wodurch die Leckstellen besser hörbar werden.

7.1.3 Auswertung der Messung

Funk

Datenabfrage über Funk „ im Vorbeifahren“ .

Alle Leckinformationen werden über Funk an ein Empfangsgerät oder direkt an einen PC / Laptop übermittelt. Eine eigene Software ermöglicht das Auswerten und Archivieren der Daten.



7.1.4 Vorteile der Geräuschpegellogger

- Leckstellen-Früherkennung bei regelmäßigem Einsatz
- Einfache Anwendung der Geräte
- Wenig Personalaufwand
- Kostensenkung, da keine Nachtarbeit durch programmierbare Ein- und Ausschaltzeiten
- Dokumentationsmöglichkeit per PC

7.2 Vorortung mit elektroakustischen Horchgeräten

7.2.1 Gerätebeschreibung

Ein empfindliches Mikrofon dient zur Signalaufnahme, der elektronische Verstärker übernimmt die Signalaufbereitung und ein Kopfhörer überträgt die aufgenommenen Geräusche zum Ohr des Bedieners.

7.2.2 Anwendung

Die Vorortung von Wasserlecks geschieht durch Abhören direkt zugänglicher Armaturen, wie z.B. Hydranten oder Schieber mit Hilfe eines an den elektronischen Verstärker angeschlossenen Taststabmikrofones. Nähert man sich der Leckstelle, so nimmt der Geräuschpegel zu und fällt dann nach dem Leck wieder ab. Die Leckstelle befindet sich im Bereich des maximalen

Geräuschpegels. Das Taststabmikrofon sollte bei metallischen Leitungen wie unter 3.1 und 3.2 erwähnt, den Frequenzbereich zwischen 500 und 3000 Hz abdecken. Bei nichtmetallischen Leitungen liegen die Leckfrequenzen im Bereich zwischen 100 und 700 Hz.

7.2.3 Auswertung der Messung

Das menschliche Ohr kann Lautstärkeunterschiede nur in größeren Abstufungen wahrnehmen. Aus diesem Grund ist eine objektive Bewertung der Schallintensität über ein Anzeigegerät sehr hilfreich.

Moderne Verstärker ermöglichen zusätzlich ein Abspeichern der aufgenommen Geräuschpegel. Dies ermöglicht eine objektive und exakte Vorortung.

Um Fehlmessungen zu vermeiden muss das Leckgeräusch als solches sicher erkannt werden. Messgeräte mit entsprechenden Filtern sind hier einfachen Verstärkern überlegen, da damit die Unzulänglichkeiten des menschlichen Gehörs ausgleichbar sind.

7.2.4 Vorteile moderner elektroakustischer Horchgeräte bei der Vorortung

- Schnelle Eingrenzung von Leckstellen
- Objektive Beurteilung durch Speichertechnik und Histogrammdarstellung
- Einfache Bedienung

7.3 Vorortung mit Korrelatoren

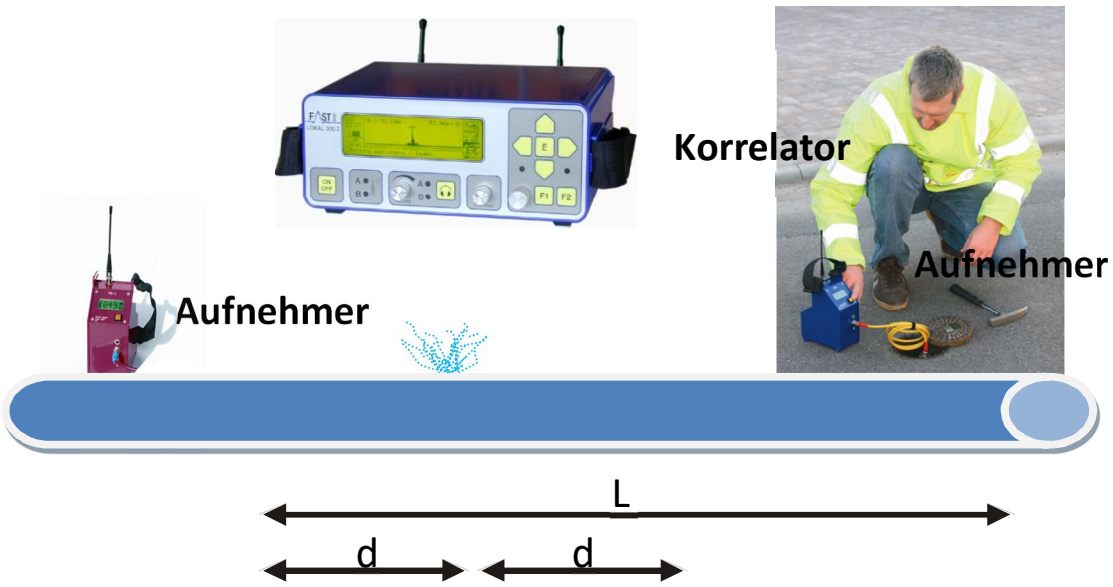
Der Korrelator ist derzeit das objektivste Leckortungsverfahren. Mit dem Korrelationsverfahren kann noch eine sehr genaue Leckortung durchgeführt werden, wenn starke akustische Störungen oder Unzugänglichkeit zur Leckbehafteten Rohrleitung eine Bodenschallortung unmöglich machen.

7.3.1 Gerätebeschreibung

Ein kompletter Gerätesatz besteht aus der Basiseinheit mit eingebautem Funkempfangsteil sowie Mikroprozessor zur Datenauswertung, zwei hochempfindlichen piezokeramischen Beschleunigungsaufnehmern und zwei Funksendern.

7.3.2 Prinzip der Korrelationsmessung

An einer Trinkwasserleitung mit einer Leckage werden an zwei Armaturen im Abstand „L" zwei Körperschallmikrophone A und B angebracht. Die Leitung ist durchgehend aus demselben Material. (Bei gemischten Materialien wird die Berechnung etwas länger, ist aber grundsätzlich dieselbe Vorgehensweise). Nach der Messung mit dem Korrelator ist in der Korrelationsfunktion ein Maximum an der Position + 10 msec. Damit ist die Laufzeitdifferenz Delta t (□t) des Leckgeräusches zwischen den Körperschallmikrophonen A und B +10 msec. In Abb. 2 erkennt man: Die Signale vom Leck bis zum Mikrophon A benötigen die Laufzeit t_2 und vom Leck bis zum Mikrophon B die Laufzeit t_1. Die Laufzeitdifferenz ist damit: □t $=t_1-t_2$



L : Abstand [m] zwischen Aufnehmer A und B

L_A : Abstand [m] zwischen Aufnehmer A und Leck

t_1 : Laufzeit [msec] Leckgeräusch vom Leck bis Aufnehmer B

t_2 : Laufzeit [msec] Leckgeräusch vom Leck bis Aufnehmer A

□t : Laufzeitdifferenz [msec] zwischen t_1 und t_2

Die gesamte Meßstrecke „L" entspricht $t_{ges} = 2 * t_2 +$□t. Das gesuchte Leck hat den Abstand t_2 zum Messpunkt A. Somit stellen wir die Gleichung einfach nach t_2 um:

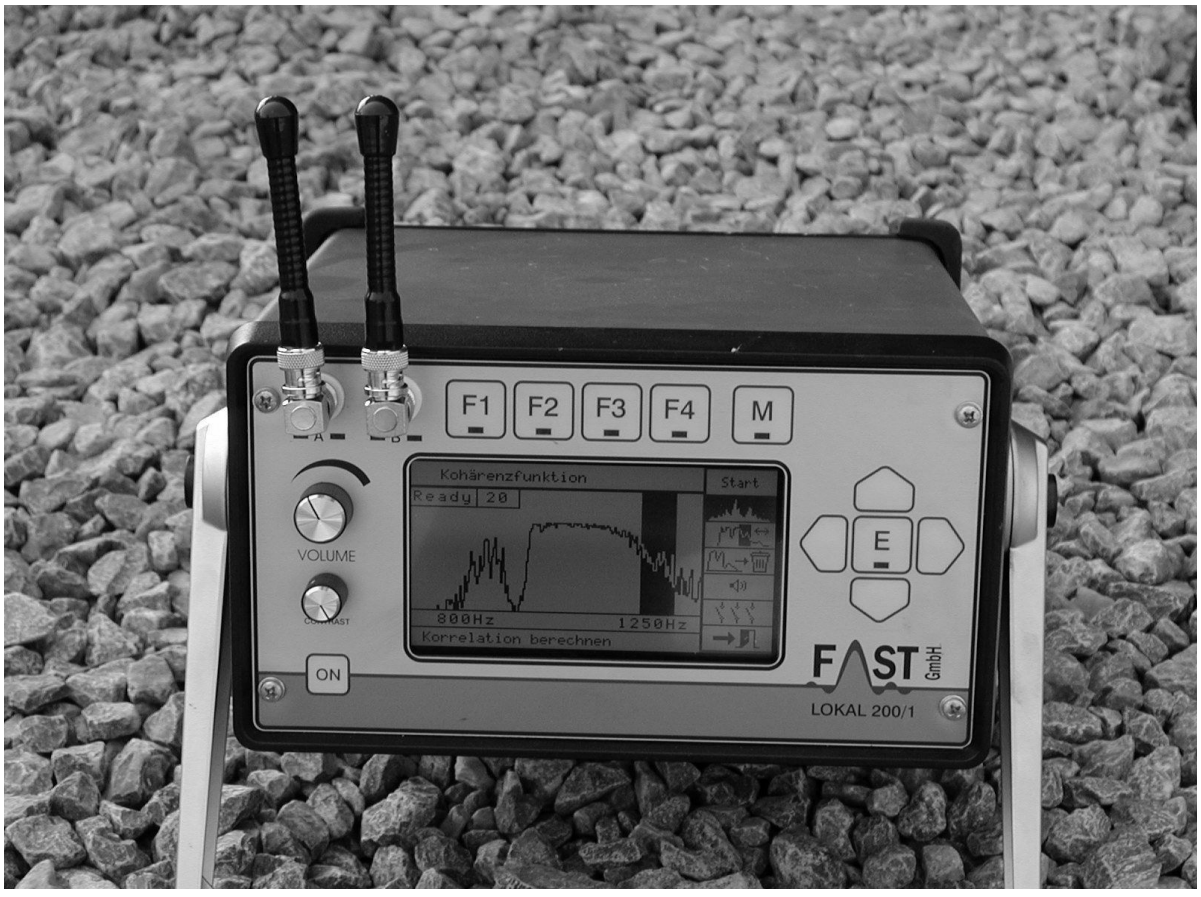
$t_2 = (t_{ges} - \Box t) /2$. Wir benötigen aber den Abstand des Lecks zu A nicht in [msec] sondern in Meter. Dazu multiplizieren wir die Gleichung beidseitig mit der Schallgeschwindigkeit v und erhalten $v^* t_2 = (v^* t_{ges} - v^* \Box t)/2$. Wobei der Abstand von Mess punkt A zum Leck = $v^* t_2$ und der Gesamtabstand L = $v^* t_{ges}$. Dies wird eingesetzt und wir haben damit die gesuchte Auswerteformel.

$$d = \frac{L-(L-2\cdot d)}{2} = \frac{L-V\cdot\Delta t}{2}$$

Mit dieser Auswerteformel bestimmt der Korrelator die Position des Lecks, wobei die Parameter L : Abstand zwischen den Aufnehmern und v: Schallgeschwindigkeit des Leckgeräusches vom Anwender vorgegeben werden. Wenn einer dieser beiden Parameter nicht korrekt ist, wird auch der Leckort entsprechend falsch ausgerechnet.

7.3.3 Auswertung der Messung

Das folgende Bild zeigt eine Bildschirmdarstellung des Korrelators. Durch die Kohärenz ist eine eindeutige Differenzierung zwischen einer Leck stelle und einer kurzzeitigen Wasserentnahme möglich. Am Bildschirm kann einfach die Entfernung zur Leck stelle in Metern abgelesen werden.



7.3.4 Vorteile der Korrelationsmessung

- Unabhängig von Umweltlärm
- Exaktes und objektives Lokalisationsverfahren
- Leitungen bleiben in Betrieb
- Dokumentation, und Speicherung der Messung über PC und Drucker

8. Punktortung

Die punktgenaue Bestimmung der Leckstelle ist das eigentliche Ziel der Leckortung. Die Genauigkeit sollte dabei so groß sein, dass keine größere Aufgrabung nötig ist, als zur Beseitigung der Schadenstelle erforderlich.

8.1 Punktortung mit elektroakustischen Horchgeräten

Das technische Arbeitsprinzip der Geräte beruht auf dem Verstärken des durch die Schwingungssensoren aufgenommenen Schalls. Je nach System, werden die Signale mehr oder weniger aufwendig weiterverarbeitet. Besonderer Augenmerk ist dabei auf Funktionen wie: Filter, Pegelwertspeicher, Minimalpegel, Auswertung und Kopfhörerübersteuerungsschutz zu richten.

Die praktische Vorgehensweise ist immer der Vergleich von Geräuschpegel an verschiedenen Meßpositionen. Es wird dabei vorausgesetzt, daß sich an der „lautesten" Meßposition auch das Leck befindet. Diese Position wird, sowohl bei der Vorortung des Lecks mit dem Taststab, wie auch bei der Lagebestimmung mit dem Bodenmikrophon gesucht.

8.1.1 Auswertung der Messung

So einfach und logisch das Messprinzip der elektroakustischen Ortung von Leckstellen in der Theorie ist, so kompliziert ist die Durchführung in der Praxis. Es gibt viele Parameter, die einen Einfluß auf die Schnelligkeit und Genauigkeit der Lecksuche haben.

Geräte unabhängige Parameter	**Geräte abhängige Parameter**
Die Leckgröße	Die Qualität der Filter
Der Leitungsdruck	Der Pegelwertspeicher
Das Leitungsmaterial	Der Kopfhörerübersteuerungsschutz
Die Verlegetiefe	Die Auswerteverfahren
Das Verfüllmaterial	Die Sensorempfindlichkeit
Die Gelände-Oberfläche	Die Aufnehmerkonstruktion
Die Umweltgeräusche	

Die neuen Lecksuchsysteme erfüllen immer besser die Anforderungen der Praxis. Ein modernes System hat für ermüdungsfreies Arbeiten ein besonders geringes Gewicht. Das Bodenmikrophon hat keine starre Tragestange und ist deswegen besonders windunempfindlich. Die Zentraleinheit erfüllt alle Anforderungen bzgl. Pegelspeicher, Filter, Kopfhörerübersteuerungschutz und Auswerteverfahren.

8.1.2 Vorteile modernen elektroakustischer Horchgeräte

- Exakte Leckstellenbestimmung
- Unterdrückung von Störgeräuschen durch digitale Filtertechnik
- Objektive Leckortung durch visuelle Anzeige und Histogrammdarstellun

9. Das Spürgasverfahren

Verfahren

Die gängigen Lecksuchmethoden wie „elektro-akustisches Lecksuchgerät" oder „Korrelator", haben bei der Lecksuche nicht immer Erfolg. Probleme gibt es vor allem bei kleinen Leckagen, in neu verlegten Leitungen, im Inneninstallationsbereich oder auf Kunststoffleitungen.

Wenn durch eine andere Methode (z.B. Druckprobe) das Leck eindeutig nachgewiesen ist, kann mit der Spürgasmethode weitergearbeitet werden. Zur Überprüfung wird die Leitung mit Spürgas gefüllt. Das Gas entweicht durch die Leckage und kommt je nach Boden und Belagsaufbau zeitverzögert an die Oberfläche. Mit einem, für das verwendete Gas, möglichst empfindlichen Gasspürgerät, wird die Leitungstrasse abgegangen und entlang der Belagsoberfläche nach der Austrittsstelle des Gases gesucht. Die Feinortung erfolgt durch das Einmessen der höchsten Gaskonzentration innerhalb der Austrittsfläche.

9.1 Einsatzmöglichkeiten

Wasserleitungen.

Das **Verfahren** ist das ideale Gerät zur Ortung von Leck stellen in Wasserleitungen. Denn es erlaubt zuverlässige Leckortung unabhängig vom Rohrmaterial im Betrieb genauso wie bei entleerten Leitungen. Damit spart er Zeit und den angeschlossenen Kunden eine Menge Unannehmlichkeiten.

Heizungssysteme.

Mit dem **Verfahren** muss man nicht mehr den gesamten Fußboden aufreißen, um ein Leck in einer Heizungsleitung zu finden. Denn das **Gerät** ortet auch Leitungslecks in Böden und Wänden rasch und präzise und trägt so maßgeblich dazu bei, Reparaturaufwand und -kosten zu reduzieren. Dies eröffnet auch Versicherungsgesellschaften ein erhebliches Einsparungspotenzial.

Tankstellen.

Unterirdische Rohrleitungen zwischen Treibstofftanks und Zapfsäulen sind einer erheblichen

mechanischen Beanspruchung durch den Straßenverkehr ausgesetzt. Ein Leck in einer Treibstoffleitung kann zu schweren Umweltschäden führen, ganz zu schweigen von den verheerenden finanziellen Verlusten. Mit dem **Gerät** werden Lecks in Tanks und Leitungen rasch undeinfach erkannt.

Gasleitungen.

Lecks in Gasleitungen stellen ein ernsthaftes Sicherheitsrisiko dar. Das **Verfahren** ist für die Lecksuche an allen Arten von Gasleitungen bestens geeignet. Dank der hohen Ansprechempfindlichkeit werden auch mikroskopische, Lecks mit hoher Präzision geortet.

Gasgefüllte Hochspannungsleitungen.

Das Lecksuchgerät eignet sich hervorragend, um die Unversehrtheit von Gasgefüllten Hochspannungsleitungen und von anderen Einrichtungen der Energieversorgung wie z.B.

von Wasserstoffgekühlten Generatoren zu gewährleisten

9.2 Eigenschaften von Tracergas

Konzentration 95% Stickstoff 5% Wasserstoff

Wasserstoff ist ein in der Natur vorkommendes Gas, das absolut ungiftig ist und keinerlei Umweltschädigende Eigenschaften hat. Wasserstoff kommt natürlich vor oder wird über einfache Verfahren hergestellt. Unter anderem entsteht er auch bei Verdauungsprozessen im Magen. Die normale Hintergrundkonzentration beträgt 0,5 ppm. Die Hintergrundkonzentration von Helium dagegen, das auch als Spurengas eingesetzt wird, liegt bei 5 ppm. Andere Spurengase als Wasserstoff entstammen entweder aus nicht erneuerbaren Quellen, sind aufwendig und damit teuer herzustellen oder sind sogar potenziell giftig. Daher ist Wasserstoff die umweltfreundlichste Lösung, wenn es um Lecksuche auf Basis von Spurengasen geht. Dies ist besonders dann von Interesse wenn Ihr Unternehmen ISO14001 Zertifiziert ist. Wasserstoff ist das leichteste Element im Universum. Das Gas ist 15 mal leichter als Luft und die Viskosität beträgt im Vergleich zu Luft oder Helium nur die Hälfte. Wasserstoff verteilt sich schneller im Prüfling, dringt eher durch Leckagen und lässt sich deutlich leichter entfernen als jedes andere Spurengas. Durch erhöhte Hintergrundkonzentration verursachte Störungen sind, anders als bei anderen Spurengasen vernachlässigbar. Und Wasserstoff ist das preiswerteste Spurengas, die Kosten betragen nur einen Bruchteil der Kosten für Helium.

Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, dass die Brennbarkeit von Wasserstoff die Verwendung zur Lecksuche ausschlösse. Wasserstoff ist in **Luft oder Sauerstoff** nur in einem Konzentrations-Bereich von 4% - 75% brennbar. Eine Explosion kann nur im Bereich von 18% - 60% in Luft oder Sauerstoff stattfinden. Durch die Verwendung von Vorverdünntem Wasserstoff ist ein eventuell brennbares Gemisch von vornherein ausgeschlossen. Standardmischungen aus Wasserstoff und Stickstoff werden z.B. als Schutzgas für Schweißprozesse verwendet. Wasserstoff lässt sich, in der richtigen Konzentration, daher ohne Risiken zur Lecksuche eingesetzten. **Eine geeignete Konzentration ist eine Standardmischung aus 5% Wasserstoff und 95% Stickstoff** (Formiergas 95/5), die in industrieller Qualität bei den Lieferanten von technischen Gasen erhältlich ist. Der Preis beträgt nur einen Bruchteil des Preises für Helium. **Die Mischung mit 5% Wasserstoff ist in internationalen Standards (ISO 10156) als nicht brennbar klassifiziert.** Dieser Standard beschreibt nicht nur wie die Grenzen der Brennbarkeit zu bestimmen sind, sondern hält auch fest, das Wasserstoff/Stickstoff Gemische mit weniger als 5,7% Wasserstoff unbrennbar sind. Dabei spielt es keine Rolle wie das Gemisch wiederum mit Luft vermischt wird.

10. Zusammenfassung

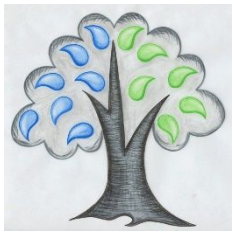
Die akustischen Verfahren zur Leckortung an Trinkwasserleitungen mit Geräten wie Korrelator, elektroakustisches Lecksuchgerät oder akustischer Datenlogger sind für metallische Leitungen gut geeignet. Auf Kunststoffleitungen gilt das nur noch mit Einschränkungen. Eine Leckage welche in 100 Meter Entfernung vom Leckort noch deutlich zu hören ist kann normalerweise mit einfachen Geräten ohne viel Erfahrung eingemessen werden. Je weniger gut ein Leck nach kurzer Entfernung zu hören ist, desto aufwendiger wird die Gerätetechnik und desto mehr Erfahrung benötigt der Anwender.

Für die kleinen und mittleren Versorgungsunternehmen, die weniger als eine Leckage pro Woche einzumessen haben, lohnt sich die Anschaffung teurerer Spezialgeräte nicht. Eine Grundausstattung an Lecksuchgeräten ist aber immer anzustreben, damit das Versorgungsunternehmen jederzeit die Initiative bei der Lecksuche ergreifen kann. Für die Problemfälle kann dann eine externe Fachfirma mit langjähriger Erfahrung beauftragt werden.

Eine gute Geräteaustattung nach heutigem Stand der Technik besteht aus akustischen Datenloggern, FFT - Korrelator, elektroakustischem Lecksuchgerät und H2 - Gasdetektor.

Nicht allein der Besitz dieser Geräte reicht aus daß sich immer ein Erfolg bei der Lecksuche einstellt . Schulung und Weiterbildung ist ein wichtiges Hilfsmittel um die Verfahren erfolgreich einzusetzen.

Untersteinbach den 28.11.2016



Dienstleistungsunternehmen des Robert Bargolini
Heuholzer Straße 23
DE - 74629 Pfedelbach
E-Mail: robertbargolini@aol.com

UST-IdNr: DE304450179 | St.Nr. 76102/13707
Bankverbindung: Volksbank Hohenlohe e G
Iban: DE 28 620 918 000 331 952009
BIC: GENODES1VHL

CV Robert Bargolini

Geboren: 25.05.1971 Bozen / Süd-Tirol Italien
Addresse: Heuholzer Straße 23 - 74629 Pfedelbach- Deutschland
E-Mail:robertbargolini@aol.com
Handy: 0049 (0) 152 54771815

Zivilsatus: Vereheiratet > Nicole Weigler * 11.09.72

Kinder: Rose Marie *25. 03.2006 | Maximilian *03. 02.2008

Aktueller Arbeitsgeber

Dienstleistungsunternehmen des Robert Bargolini Heuholzer Straße 23
DE - 74629 Pfedelbach
Telefon : +49 (0) 7949 31732 48
Fax: +49 (0) 7949 31732 49
robertbargolini@aol.com
www.giss.cc
www.robertbargolini.com

Qualifikationen Sprachkenntnisse:

Fremdsprachen: (scala von 1 bis 5: 1 – fließend ; 5 – Grundkenntnisse)

Sprache	Lesen	Sprechen	Schreiben
Deutsch	Muttersprache		
Englisch	1	1	1
Portugisiesch	1	2	3
Spanisch	1	1	2
Italienisch	1	1	1
Französisch	2	4	5

Sonstiges:
EDV- Kenntnisse, Microsoft Office, Corel Draw.
Führerscheine: Klasse A B C
Veröffentlichungen als co Autor:
Instandhaltung von Wasserversorgungsnetzen
Leitfaden für den kostenreduzierenden und qualitätssichernden Umgang mit Wasserversorgungsnetzen
H.W. Richter (Hrsg.)
Vulkan Verlag 2010

Seminartätigkeit als Referent und praktischer Ausbilder.

2002 – 2008 SebaKMT www.sebakmt.com

2008 – Aktuell F.A.S.T GmbH www.fastgmbh.de

Verschiedene Seminare für den DVGW und an deutschen Hochschulen zum Thema Wasserverlustmanagement.

Zum Thema Wasserverlustmanagement bei der öffentlichen Wasserversorgung im nationalen und internationalen Umfeld.

Beruflicher Werdegang Wasserwirtschaft

2015 – Aktuell Robert Bargolini Dienstleistungsunternehmen / Inhaber
www.giss.cc

2013 – 2015 G.I.S.S. GmbH / Geschäftsführer

2011 – 2013 von Roll Water / Vice President Sales
www.vonroll.com

2011 – 2011 TROTEC / General Manager Wasser Versorgung
www.trotec.com

2008 – 2011 F.A.S.T GmbH / Leiter Vertrieb International / Produktmanagement
www.fastgmbh.de

2002 – 2008 SebaKMT / Produktmanager / Vertrieb Wasser International
www.sebakmt.com

1998 – 2002 Huberg KG / Technischer Abteilungsleiter / Südtirol - Italien
www.huberg.com

Berufsausbildung | Berufserfahrung Allgemein

1998 – 1998 Toni Rottensteiner / Obergärtner / Südtirol - Italien
www.rottensteiner.eu

1996 – 1998 Psenner Anton / Obergärtner / Südtirol - Italien
www.psenner.it

1994 – 1996 Bauunternehmen Obertegger Anton / Hilfsarbeiter / Südtirol - Italien

1994 Skilift Deutschnofen / Liftwart –/ Südtirol - Italien

1993 Gottfried Raffeiner / Gärtnergeselle / Südtirol - Italien

1992 – 1993 Andreas Psenner / Gärtnergeselle / Südtirol – Italien
www.psenner.it

1991 Gasthof zum Schlern / Tellerwäscher / Südtirol - Italien
www.gasthof-zum-schlern.it

1987 – 1990 Gärtnerei Andreas Psenner **/** Lehrling / Südtirol - Italien
www.psenner.it

Schulbildung
1977 – 1982 Grundschule Johann Wolfgang von Goethe / Südtirol - Italien
1982 – 1985 Mittelschule Josef von Aufschnaiter / Südtirol - Italien
1986 – 1987 Oberschule für Landwirtschaft / Südtirol - Italien
1987 – 1990 Berufschule für Gartenbau / Südtirol - Italien

Ausbildung
1987 – 1990 Gärtnerlehre – Andreas Psenner / Südtirol - Italien
1990 Gesellenprüfung zum Gärtner / Südtirol - Italien

Militärdienst
1990 – 1991 Cuneo / Italien

Hobbys
Passionierter Hobbyfotograf und seit der Geburt meiner Kinder Hobbyfilmer. Reisen und Sprachen. Schach. Leidenschaftlicher Koch. Gutes Essen in guter Gesellschaft. Literatur….. vor allem Technik, Soziales und Geschichte

Auslandserfahrung (Arbeit)

In folgenden Ländern habe ich Projekte zum Thema Wasserverlust Management gesteuert und betreut, sowie Seminare für die örtliche Wasserversorgung abgehalten.

Angola, Bahrein, Brasilien, Burundi, Deutschland, Belgien, Niederlande, Uruguay, Trinidad und Tobago, Ukraine, Rumänien, Polen, Litauen, Estland, Ägypten, Lettland, Frankreich, Spanien, Großbritannien (England, Schottland, Nordirland, Wales,) Schweiz, Österreich, Montenegro, Libanon, Saudi Arabien, Oman, Slowenien, Malaysia, Indien, Thailand, Vietnam, Paraguay, Argentinien, UAE (Dubai, Abu Dhabi, Schardscha) Kuwait, Kosovo, Südafrika, Irland, Iran, Russland, Slowakei, Tschechei, Ungarn, Serbien, Bosnien und Herzegowina, Kroatien, Costa Rica, China, Portugal, Luxemburg, USA, Kenia, Spanien, Türkei , Singapur, Island,Italien.

Besuchte Länder (Privat)

Chile, Griechenland, San Marino, Monaco, Andorra, Vatikan Staat, Lichtenstein, Barbados ...

Öffentliche Profile

Linkedin	https://de.linkedin.com/in/robertbargolini
XING	www.xing.com/profile/Robert_Bargolini

by Nicole Bergelin

WATER - KEEP IT SMART©