

# Mit den Augen hören

## Eine neue Generation von Inspektionsmolchen auf dem 8. Internationalen Symposium Piplinetechnik

Zum 8. Mal traf sich die Internationale Fachwelt der Pipelintech-nik am 23. und 24. November 2010 in Köln. Das zweitägige Sym-posium im Hause des TÜV Rhein-land hat sich in den letzten Jahren als eine der wichtigsten Plattformen für den Erfahrungsaustausch zwi-schen Piplineexperten bewährt. Der Vortrag von Dipl.-Ing. Wolf Böckler, Leiter der Softwareentwicklung der Gottsberg Leak Detection GmbH & Co. KG, war in diesem Jahr für die Fachwelt besonders interessant und ließ die Pipelinebetreiber, Inspek-tionsanbieter, Planer, Behörden und Prüfstellen aufhorchen. Seine wich-tigste Botschaften: Mit dem GLD 202 wird die Inspektion von Pipe-lines zu einem „Kinderspiel“. Die Untersuchung ist im laufenden Betrieb möglich und die Auswertung der Messdaten weitgehend automatisiert, so dass Pipeline-Betreiber und Inspektionsanbieter schon nach wenigen Minuten der Analyse den Zustand der Leitung zuverlässig kennen. Solche Molchungen lassen sich erstmals auch von Nicht-Inspektions-Fachleuten durchführen. Dies liegt auch daran, dass die Bedienung der unter Microsoft-Windows laufenden Analyse-Software GLD 700 so ein-fach ist. Sie wandelt die akustischen Informationen in Grafiken um. Für die Zuhörer nicht weniger wichtig,



**Bild 1.** 8. Internationales Symposium Piplinetechnik.

war der Hinweis, dass der GLD-Detektor als wohl einziger intel-ligenter Molch weltweit für den EX-Bereich Zone 0 zugelassen ist.

Die Gottsberg Leak Detection GmbH & Co KG, Hersteller dieser Technik, hat ihren Sitz in Oststeinbek bei Hamburg. Im Jahr 2005 gegrün-det, hat es das auf solche Spezialma-schinen spezialisierte Unternehmen in kürzester Zeit geschafft, zum Tech-nologieführer auf dem Gebiet Leak Detection Pigs zu werden. Das Sys-tem ist eine Weiterentwicklung des ehemaligen MLD Systems aus dem Hause Maihak.

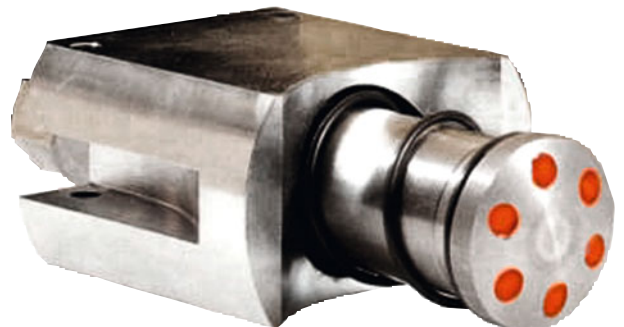
Ziel der Entwicklung war die sichere Ortung von Lecks, die mit

herkömmlicher Technik oft daran gescheitert war, dass Störgeräusche nicht zuverlässig erkannt wurden. Das Umfeld in der Pipeline lässt auf-grund der Beschaffenheit der ver-pumpten Medien, wie z.B. Rohöl, eine optische Inspektion im Online-betrieb nicht zu. Daher ergibt sich die schwierige Aufgabe nur anhand von akustische Signaturen auf den Zustand der Leckdichtigkeit der Pipeline zu schließen.

Inzwischen bietet das Norddeut-sche Unternehmen einen beson-ders kleinen Inspektionsmolch mit ganz außergewöhnlichen Fähig-keiten an. Herzstück des Systems ist der Detektor GLD 202. Er über-



**Bild 2.** GLD 202 Leckdetektor mit GLD 302 Fahrge-stell NW 200 mm.



**Bild 3.** GLD 501 Marker mit GLD 520 Spannband-Markerführung.

nimmt dieselbe Aufgabe wie der Ortungsoffizier mit aufgesetzten Kopfhörern in alten U-Booten. Dieser hörte sich mit Hilfe von Unterwassermikrofonen alle Geräusche außerhalb des U-Bootes an und konnte dann anhand seiner Erfahrung entscheiden, ob sich ein Schiff näherte oder entfernte. Gute Ortungsoffiziere konnten darüber hinaus noch erkennen, ob das Schiff ein oder zwei Propeller im Betrieb hatte und die ungefähre Größe des Schiffes angeben.

Sollte der Ortungsoffizier das Schiff schon einmal vorher identifiziert haben, dann waren Aussagen, wie „Die MS Kiel verlässt mit halber Kraft (circa 12 Knoten) den Hafen von Kiel“.

All diese Informationen wurden nur mit Hilfe von akustischen Signalen im hörbaren Bereich und dem Fachwissen der Ortungsoffiziere gewonnen.

Der GLD-Multispektralmolch erweitert nun den hörbaren Bereich bis in den Ultraschallbereich von etwa 60 KHz und zeichnet alle wichtigen Geräusche während der Fahrt durch die Pipeline auf.

Alle Schadstellen in der Pipeline, wie schleichenden Lecks, undichte Schieber oder Verschmutzungen, die irgendein Geräusch erzeugen, werden auf diese Weise gemessen und können mit Hilfe der Auswertesoftware GLD700 sicher erkannt werden.

Das Gottsberg Leak Detection System besteht aus folgenden Komponenten:

- Leckdetektor GLD 202
- Fahrgestelle GLD 303
- Ladegerät GLD 406
- Analysesoftware GLD 700
- Marker GLD 501
- Molchmelder GLD 600

### Das GLD-System im Detail

Der Leckdetektor GLD 202 ist druck- und explosionsfest gekapselt. Sein Gehäuse ist klein und kompakt gebaut. Er läuft in einem Fahrgestell, das an die jeweilige Pipelinegröße angepasst werden kann.

Sein Antrieb ist das verpumpte Medium. Die Leckerkennung beruht auf akustischen Messungen. Lecks mit einem Durchflussvolumen von mehr als 5 Litern pro Stunde verursachen charakteristische Ausströmgeräusche. Der Leckdetektor findet diese Geräusche besonders zuverlässig, weil er alle Störgeräusche, die von Pumpen, Flussläufen, Autobahnen, „singenden“ Strommasten, etc. verursacht werden, als solche erkennt. Diese vermeintlich unwichtigen Geräusche können mit der GLD-Spektralanalyse nicht nur als ungefährlich eingestuft werden. Ausgewertet verraten sie sehr viel über den Zustand der Pipeline und deren Anlagen. Sogar bei der Lokalisierung helfen diese Störungen, da sie wie akustische Meilensteine behandelt werden können. Sollte die Zahl der vorhandenen Störgeräusche einmal nicht für die Wegmessung ausreichen, werden zusätzliche Meilensteine eingesetzt. Der Marker GLD 501 bzw. der Molchmelder GLD 600 erzeugen fortwährend markante Ultraschallsignale, die von der Elektronik des Detektors erkannt werden.

Solche Molchmelder übernehmen bei der Überwachung zwei Aufgaben. Sie markieren Punkte im Pipelineverlauf und tasten das Rohr mit Ultraschall auf vorbeifahrende Molche ab. Vorbeifahrende Molche lösen ein Signal an die Schaltwarte aus. Wie viele Marker und Molchmelder für eine Inspektion erforderlich sind, hängt von der Länge und dem Lageprofil der Pipeline ab. Wichtige Streckenpunkte können gekennzeichnet und bei der späteren Auswertung identifiziert werden. Die Odometeräder der Fahrgestelle sind für die Genauigkeit der Distanzmessung wichtig. Ihre Wegdaten werden mit den akustischen Meilensteinen abgeglichen. Erforderliche Marker werden mit der Markerbefestigung GLD 510 an Pipeline-Thredolets befestigt. Am flexibelsten ist die Montage mit der Spann-



**Bild 4.** Molchschleuse.

band-Markerführung GLD 520, die an fast allen Stellen der Pipelines befestigt werden kann. Die Montage der Molchmelder an der Pipeline erfolgt ausschließlich mit einem Spannband.

### Von der Molchfahrt zum Prüfbericht

Zur Vorbereitung eines Pipelinelaufs wird der Detektor GLD 202 mit dem Ladegerät GLD 406 über den druckfesten Stecker verbunden, dann werden die Betriebsspannungen des GLD 202 überprüft und bei Bedarf die Akkus geladen. Danach kann der Detektor mit Hilfe eines PCs parametrisiert werden. Start und Ende der Datenaufzeichnung werden eingestellt, der Schutzdeckel der Steckerverbindung verschlos-



**Bild 5.** Entnahme aus der Molchschleuse.



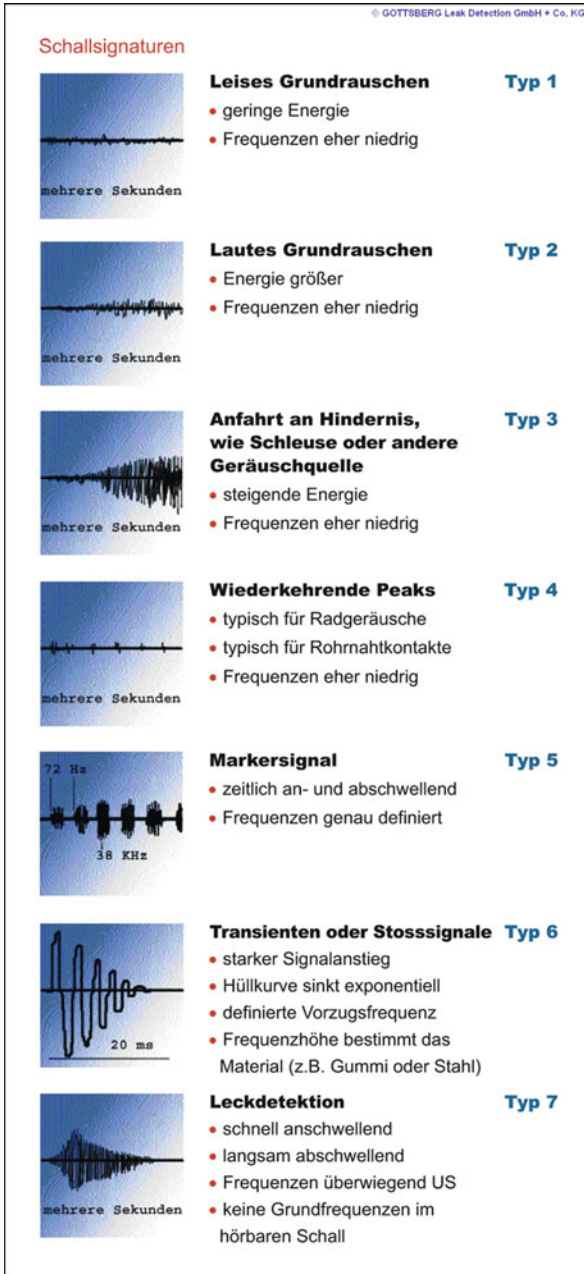


Bild 6. Schallsignaturen.

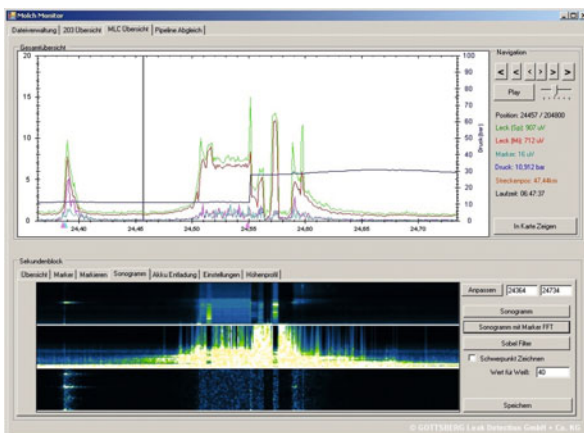


Bild 7. GLD 700 Gesamtübersicht mit Sonogramm.

sen. Anschließend werden die Odometerräder an den Detektor angeschlossen. Diese Arbeiten finden außerhalb der Gefahrenzone (Ex-Bereich) statt. Fast gleich, welche Flüssigkeit durch die Pipeline transportiert wird: Der in das Fahrgestell montierte Detektor entspricht den Anforderungen des Explosions-schutzes Zone 0.

Nach dem Einsetzen des Molchs in die Schleuse wird diese geflutet und die Molchreise durch die Pipeline beginnt. Am Ziel wird der Detektor über eine Schleuse der Pipeline entnommen, anschließend gereinigt und im Labor an ein Ladegerät angeschlossen. Die Pipeline-Daten werden per USB zum PC übertragen. Die Analysesoftware GLD 700 generiert aus den Daten eine Grafik. Lecks werden automatisiert angezeigt und unbekannte, undefinierte Schallereignisse können analysiert werden. Am Ende entsteht ein Zustandsbericht für Behörden und Prüfstellen.

### Die Funktionsweise des Leckdetektors GLD 202

Der GLD 202 wurde für die Mehrkanal-Spektralanalyse entwickelt. Lecks in Pipelines erzeugen spezifische Schallereignisse. Je nach Druck, Art des Mediums und Temperatur weisen Lecks unterschiedliche, aber charakteristische Schallsignaturen auf. In zahllosen Tests und aus den vielen Einsätzen des Systems kann als gesichert angesehen werden, dass Lecks in der Regel eine Lautstärkeerhöhung im Frequenzbereich zwischen 20 kHz und 40 kHz erzeugen. Sowohl die Analysen der Firma Gottsberg im Echtbetrieb als auch die umfangreichen Untersuchungen im haus-eigenen Prüfstand bestätigen dieses Ergebnis. Bewiesen ist auch, dass Schallquellen, wie Pumpen-, Stoß- oder Schleifgeräusche, sowie Flusstörungen im Medium Schallereignisse erzeugen können, deren harmonische Oberwellen ebenfalls im relevanten Bereich liegen, und dass kurzzeitige Ereignisse, wie

Transienten, ein Messfenster von mehr als einer Sekunde erfordern.

Der GLD 202 verwendet deshalb unterschiedliche Algorithmen für die Multikanal-Frequenzanalyse und die Transienten-Erkennung. So kann das System zwischen mechanischen Störgeräuschen und hochfrequenten Leckgeräuschen unterscheiden. Durch höhere Auflösung im Frequenz- und im Zeitbereich kann der GLD 202 unterschiedliche Schallsignaturen erkennen und eine sichere Zustands- sowie Leckerkennung gewährleisten.

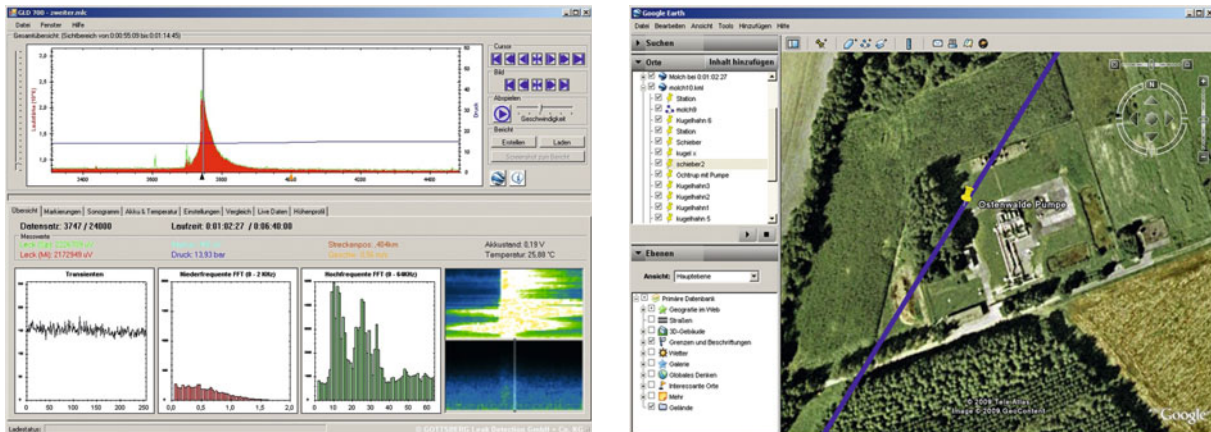
Parallel zur Schallsignal- und Frequenzanalyse erfasst der Detektor während des Pipelinelaufes:

- Druck
- Temperatur
- Zeit
- Weg
- Höhenprofil
- Akkuspannung.

### Die Analysesoftware GLD 700

Die mehrsprachige PC Analysesoftware GLD 700 speichert vor dem Pipelinelauf die Betriebsparameter und liest nach dem Durchlauf die Daten nicht nur aus, sie wandelt sie außerdem in eine grafische Darstellung um. An Parametern stehen zu Verfügung: Die Start- und Stoppbedingungen, die Laufparameter „Lauf Nr.“ und „Pipeline Nr.“ und die tatsächlichen Raddurchmesser der Odometer. Alle Parameter können zur Dokumentation ausgedruckt und als Standard-Parametersatz gespeichert werden. Der Datensatz kann über den gesamten Lauf oder im Detail dargestellt werden. Messwerte wie z.B. Leck, Druck und Entfernung werden grafisch und numerisch angezeigt. Suchalgorithmen für Entfernung, Marker- und Leck-Intensität und weitere Suchalgorithmen helfen dem Überwacher interessante Bereiche im Datensatz aufzuspüren.

Der Datensatz kann optimiert werden, indem uninteressante Bereiche abgeschnitten werden. Markierte Bereiche können ge-



**Bild 8.**  
Mit GLD 700  
von der  
Messkurve zu  
Google Earth®.

druckt, exportiert oder weiterverarbeitet werden. Die Graphen für Druck, Speed, Odometer und Suchschwellen für Leck und Marker können der Übersichtlichkeit halber bei Bedarf unterdrückt werden. Vor jedem Pipeline-Lauf hilft ein Selbsttest des Molches, die korrekte Funktion des Detektors sicherzustellen. Das Testresultat kann zur Dokumentation gedruckt werden. Referenzlisten, die verschiedene Typen von Wegpunkten wie Pumpstationen, Flüsse, Bergspitzen, Bäche, Fabriken, Autobahnen, Straßen und deren Entfernungen zur Startschleuse enthalten, können angelegt werden. Sie helfen dann automatisch alle Entfernungen im Datensatz neu zu berechnen. Um zwei Datensätze miteinander vergleichen zu können, werden sie horizontal übereinander dargestellt. Auffällige Geräusche können so von Lauf zu Lauf weiter beobachtet und analysiert, ihre Position besser bestimmt werden. Alle von der graphischen Auswertung bekannten Suchalgorithmen stehen für beide Datensätze zur Verfügung. Die Software GLD 700 arbeitet mit geodätischer Software anderer Hersteller zusammen. So besteht die Möglichkeit, den Pipelinelauf mit seinen Schallereignissen in Google Earth® zu lokalisieren. Auch eine Anbindung an vorhandene GIS-Systeme ist möglich. Besonders hilfreich ist das System bei der Herstellung von Prüfberichten. Ein leicht zu bedienendes Tool unter-

stützt die Erstellung „behördenfester“ Dokumentation des Pipelinelaufes. Interessante Bereiche wie beispielsweise Schadstellen können

mit Geodaten, grafischem Kartenmaterial, Screenshots und Anmerkungen versehen in den Bericht eingearbeitet werden.

## Zulassungen und technische Hinweise

### Explosionsschutz

Der Detektor GLD 202 ist explosionsgeschützt und kann in Verbindung mit dem Fahrgestell GLD 303 im Ex-Bereich eingesetzt werden:

- Zulassungen für Zone 0:  
EX II 1 G Ex d+e ib[ia] ia IIB T3  
TÜV 07 ATEX 553393 X  
EX II 1 G c IIB  
TÜV 08 ATEX 554661 X

Der Marker GLD 501 und der Molchmelder GLD 600 sind explosionsgeschützt und können im Ex-Bereich eingesetzt werden:

- Zulassung auf Anfrage

### Verfahrens- und Eignungsprüfung

Der Detektor GLD 202 ist durch die TÜV Nord Systems GmbH & Co. KG geprüft. Er erfüllt die unter Abschnitt 11.5 der TRFL genannten Anforderungen hinsichtlich der Leckerkennung und -ortung.

### Technische Hinweise

- Pipeline-Durchmesser: ab 200 mm
- Krümmungsradius: mindestens 3 D
- Stromversorgung: Nickel Metall Hydrid 30 Ah
- alternative Stromversorgung: Nickel Cadmium 15 Ah
- Betriebszeit: > 200 Std. (NiMH)
- Betriebszeit: > 100 Std. (NiCd)
- zulässige Umgebungstemp.: max. 40 °C (NiMH)
- zulässige Umgebungstemp.: max. 60 °C (NiCd)
- Betriebsdruck: max 100 bar
- Vom TÜV Nord bei der Verfahrens- und Eignungsprüfung gemessene Werte  
Ausflussrate: 6,8 L/h  
Druck: 6 bar



**Bild 9.** Computersimulation.



**Bild 10.** GLD 302 Fahrgestelle.

### Die Fahrgestelle GLD 303

Der GLD 202 kann für Molchungen ab einem Pipeline-Innendurchmesser von 200 mm eingesetzt werden. In der Vergangenheit bestanden die Fahrgestelle aus elektrisch leitfähigem Spezialkunststoff. In der jüngsten Praxis hat sich

eine Neuentwicklung aus robustem Edelstahl bewährt: Das Fahrgestell GLD 303 – zugelassen für die Zone 0 – zeichnet es sich durch eine besonders leichte Montage und Demontage aus und hat extrem zuverlässige Odometerräder. Seine Laufgeräusche sind so leise, dass die Leck- und Markersignale noch deutlicher zu erkennen sind. Die Verwendung von rostfreiem Stahl macht es besonders chemisch beständig, reparatur- und nachrüstungsfreundlich. Die computerunterstützte Entwicklungs- und Fertigungsmethoden erlauben es der GLD die Fahrgestelle optimal an die speziellen Pipelinebedingungen anzupassen. Das Fahrgestell hat optional eine 3. und 4. Radebene. Bergungsgriffe und Prallschutz an allen Gestellen erleichtern die Bedienung. Das Gerät hat eine Ex-Zulassung nach ATEX, Richtlinie 94/9/EG und den relevanten EN-Normen.

### Zusammenfassung

Das GLD-System ist das einzige Lecksuchverfahren mit Detektion von Leckraten unter 6,8 L/h (Messung TÜV Nord). Es ist wohl das derzeit sicherste intelligente Molch-System auf dem Markt: Nur das GLD-System ist für den Bereich

Zone 0 zugelassen. Es arbeitet mit einer Mehrkanal-Spektralanalyse mit FFT in 128 Kanälen und verfügt über Transienten-Erkennung mit Klassifikation. Es erkennt nicht nur Störgeräusche sondern nutzt sie, um Lecks und andere Schadstellen zu orten. Sein Gewicht ist um 20% bis 30% geringer als das herkömmlicher Lecksuchmolche. Die Daten des Detektors GLD 202 lassen sich über Kabelverbindung auslesen, ohne das druckfeste Gehäuse öffnen zu müssen. Das Gerät ist akkubetrieben. Es ist für alle Pipeline-durchmesser (ab 200 mm) geeignet. Seine Modifizierung an die Rohrleitung erfolgt nur durch die Fahrgestelle. Seine Materialien zeichnen sich durch eine hohe chemische Beständigkeit aus. Es ist so einfach zu handhaben, dass auch Nicht-Experten die Molchungen sicher vornehmen und auswerten können.

### Kontakt:

**Gottberg Leak Detection GmbH & Co. KG,**  
**Am Knick 20**  
**D-22113 Oststeinbek,**  
**Fon +49 (40) 71 48 66 66,**  
**Fax +49 (40) 71 48 66 77,**  
**E-Mail: [info@leak-detection.de](mailto:info@leak-detection.de),**  
**[www.leak-detection.de](http://www.leak-detection.de)**