

Mehr als Leckerkennung

# Hybridlösung für smartes Pipeline-Management

 Autor Peter Sieber

Pipelines sind sehr sichere Transportsysteme. Dennoch gibt es Risiken bei ihrem Betrieb: Sie können bersten, lecken oder durch unsachgemäß ausgeführte Arbeiten beschädigt und zerstört werden. Leckerkennungs- und Leckortungssysteme sollen kritische Parameter beim Betrieb der Pipelines überwachen und bei einer Leckage schnell reagieren. Bislang setzen Betreiber dabei auf konventionelle, nicht sicherheitsgerichtete Überwachungssysteme. Die weltweit erste Hybridlösung auf Basis einer SIL3-Sicherheitssteuerung und eines Leckerkennungs- und Leckortungssystems erhöht signifikant die Sicherheit von Pipelines. Sie entspricht aktuellen sowie künftigen Normen und Richtlinien für den Betrieb dieser Anlagen. Die Lösung verringert Verluste und Haftungsrisiken, die sich selbst durch kleine Lecks ergeben können, verhindert Umweltschäden sowie Reputationsverluste und macht den Betrieb von Pipelines profitabler.

## 1. Herausforderungen im Pipeline-Management

Pipelines sind die wirtschaftlichsten und sichersten Transportsysteme für Mineralöle, Gase und andere Produkte. Täglich werden viele Millionen Tonnen Flüssigkeiten und Gase mit Überland- oder Firmen-Pipelines transportiert. Als Massentransportmittel müssen Pipelines hohe Anforderungen an Sicherheit, Verfügbarkeit und Umweltschutz erfüllen. Aufgrund der oft weiten räumlichen Ausdehnung eines Pipelinesystems werden besondere Bedingungen an die Sicherung und den Betrieb der Rohrleitungen gestellt. Das ist berechtigt: Laut einer Pressemitteilung der PTC (Pipeline Technology Conference) aus dem Jahr 2012 kommt es allein im europäischen Pipeline-Netzwerk alljährlich zu 2.000 Vorfällen.

### Gefahr durch Pipeline-Lecks

Ein besonderes Risiko geht von Pipeline-Lecks aus. Treten Ressourcen aus, muss dies schnellstmöglich erkannt und geortet werden – erst recht, wenn die Pipeline wassergefährdende, gesundheitsschädliche oder brennbare Flüssigkeiten und Gase

transportiert. Je schneller bei einem Leck Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, desto geringer sind die Schäden. Defekte an einer Pipeline können verschiedene Ursachen haben. Korrosion oder Verschleiß sind ebenso häufige Gründe wie Materialschäden. Aber auch Diebstahl, Terroranschläge oder Cyberattacken können Pipelines gefährden.

### Probleme von herkömmlichen Leckerkennungssystemen

Das hydraulische Prinzip eines Pipeline-Lecks lässt sich wie folgt erklären: In einer horizontal verlaufenden Pipeline herrscht eine stationäre Strömung mit einer konstanten Durchflussmenge und einem linear fallenden Druck. Bei einem Leck ändert sich das hydraulische Verhalten der Pipeline – die Durchflussmenge vor dem Leck ist größer als nach ihm. Dadurch kommt es vor der entstandenen Schwachstelle zu einem Druckabfall, der steiler ist als danach. Gleichzeitig sinkt der Druck geringfügig an beiden Enden der Pipeline. Ein Leckerkennungssystem versucht diese Merkmale zu erkennen und stellt fest, ob ein ungeplanter Ausstoß aufgetreten ist, und wo er sich befindet.

Bei Leckerkennungssystemen allein auf der Basis von Drucksensoren kommt es in der Praxis jedoch häufig zu Fehlalarmen, denn ein detektierter Druckabfall in der Pipeline muss nicht zwangsläufig die Folge eines Lecks sein. Er kann auch durch Maßnahmen hervorgerufen werden, die sich durch den Betrieb der Anlage ergeben, beispielsweise wenn eine Pumpe eingeschaltet oder ein Ventil geschlossen wird. Häufen sich Fehlalarme, führt dies dazu, dass das Personal den Meldungen in der Leitwarte nicht mehr die nötige Aufmerksamkeit schenkt und auf ggf. notwendige Kontrollen verzichtet.

### **Sinnvoller Einsatz von Leckerkennungssystemen**

Pipeline-Betreiber sind aus mehreren Gründen gut beraten, ein Leckerkennungssystem für ihre Anlagen einzusetzen. In vielen Ländern ist die Realisierung von Best Business Practices beim Betrieb der Anlagen vorgeschrieben. Kommt es zu einem Unfall, kann dann das Management haftbar gemacht werden, wenn es eine Pipeline ohne modernes Leckerkennungssystem betreibt.

### **Hohe Kosten drohen**

Die Folgen und die Beseitigung der Schäden von Pipeline-Leckagen können die Betreiber außerdem sehr viel Geld kosten – von möglichen Schäden an Mensch und Umwelt sowie dem Verlust der Reputation ganz abgesehen. Die Kosten ergeben sich zum einen durch den Wert der austretenden Produkte. Je später ein Leck entdeckt wird, desto mehr Geld geht verloren. Weitaus

teurer sind in vielen Fällen aber die Reinigungsarbeiten und Strafzahlungen, die die Kosten des reinen Produktverlusts um ein Vielfaches übersteigen können.

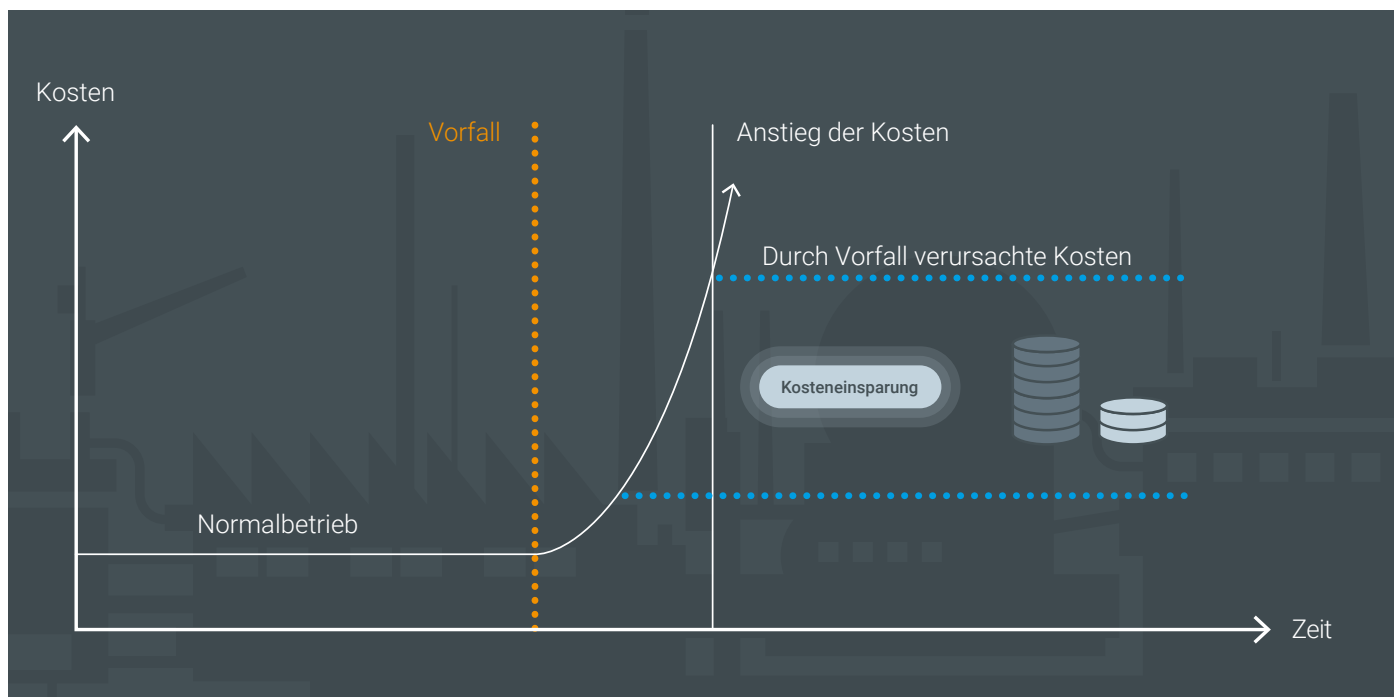
Eine rasche Leckerkennung kann die anfallenden Kosten signifikant reduzieren. Hierzu zwei Beispiele: Im Januar 2010 gab es einen Pipelinebruch nahe der Kleinstadt Neche in North Dakota (USA), bei dem knapp 160.000 Gallonen Rohöl ausgelaufen sind. Allein die Sachschäden überstiegen einen Wert von vier Millionen US-Dollar. Erhebliche Folgeschäden hat im Februar 2012 ein Leck in einer Kerosin-Pipeline zur Versorgung des Frankfurter Flughafens verursacht. Eine Million Liter Kerosin drang ins Erdreich und verseuchte ein mehr als vier Hektar großes Areal. Experten gehen davon aus, dass die Sanierung des verseuchten Untergrunds insgesamt bis zu zehn Jahre dauern und mehrere Millionen Euro kosten wird.

Nicht zuletzt können Versicherungsgesellschaften ihre Policen in Abhängigkeit von der Leckerkennungstechnologie ändern und eine Versicherung verweigern, falls ein entsprechendes System fehlt. Oder sie senken die Versicherungskosten, wenn ein modernes, verlässliches Leckerkennungssystem eingesetzt wird.

### **Wachsende gesetzliche Anforderungen**

Pipeline-Betreiber weltweit sehen sich zudem wachsenden gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich Safety und Cybersecurity gegenüber. Schon heute müssen sie diverse internationale

## **Herausforderungen beim Pipeline Management**



Jede Minute zählt: Frühzeitige Leckerkennung spart Geld

Standards zum Pipeline Integrity Management berücksichtigen. Die beiden wichtigsten sind die amerikanischen Normen API 1160 und API 1130. Die API 1160 ist eine allgemeine Richtlinie für das gesamte Pipeline Integrity Management, die Standards für die Planung, den Bau und den Betrieb von Pipelines sowie für das Handeln in Notfallsituationen beinhaltet. Die API 1130 ist eine Richtlinie speziell für die Lecküberwachung. In Deutschland müssen für die Leckdetektion auch die TRFL (Technische Regeln für Rohrfernleitungen) beachtet werden.

Neue Compliance-Themen ergeben sich aus Gesetzen, wie etwa dem California Assembly Bill 864, das als Reaktion auf Öllecks geschaffen wurde. Diese fordert von Pipeline-Betreibern, dass sie in ökologisch sensiblen Gebieten die besten verfügbaren Technologien einsetzen, um bei einer Ölkatastrophe die Menge an ausströmendem Öl zu begrenzen. Gefordert wird hier erstmals sogar ein kombiniertes Leckortungs- und Sicherheitssystem.

### **Sicherheit und Risikominderung**

Sicherheit ist ein abstrakter Begriff, der die Abwesenheit von Gefahren beschreibt. Da vollständige Sicherheit nicht zu erreichen ist, steht die Reduzierung des Risikos auf ein tolerierbares Maß im Vordergrund. Wie hoch das tolerierbare Maß ist, kann von Gesetzeslagen, Normen oder auch persönlichen Einschätzungen abhängen und wird üblicherweise auch vom Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen bestimmt. Aus technischer Sicht muss dafür gesorgt werden, dass die automatisierte Schutzfunktion im Anforderungsfall zuverlässig ausgeführt wird, d.h. die Wahrscheinlichkeit für das gefährliche Versagen des Schutzsystems muss auf ein tolerierbares Maß reduziert sein. Die Aufgabe besteht darin, gefährliche, undetektierte Fehler im Schutzsystem so selten wie möglich zuzulassen. Das wird dadurch erreicht, dass die Schutzsysteme im Betrieb auf interne Fehler überwacht werden. Das System wird in den sicheren Zustand versetzt, sobald kritische Fehler entdeckt werden.

Bei den für eine Genehmigungsplanung einer Pipeline zu erstellenden Dokumenten ist eine Risikobewertung durchzuführen. Liegt das ermittelte Risiko über der zu vertretenden Grenze, braucht es Maßnahmen zur Risikoreduzierung. Je nach gefordertem Wert sind unterschiedliche technische Maßnahmen umzusetzen. Eine Reduzierung um einen Faktor 1.000 kann man durch Einsatz eines Schutzsystems der Kategorie SIL 3 erreichen. Bei einem solchen System ist ein gefährliches Versagen erst nach 10 Millionen Betriebsstunden zu erwarten.

### **Risikominderung umsetzen**

Es gibt verschiedene Wege Risiko zu minimieren. Eine Option ist die Umsetzung von Arbeitsanweisungen, die die Anzahl der

Personen limitiert, die gleichzeitig in einem gefährlichen Bereich anwesend sind. Die meisten operativen Einschränkungen, die berücksichtigt werden müssen, erlauben es aber nicht, die Risikominimierung auf solch einfache Maßnahmen zu begrenzen. Eine andere Strategie ist die Umsetzung von technischen Maßnahmen, die dabei helfen, die Schäden von ungewollten Vorkommnissen zu verringern. Beispielsweise Warnsysteme, die erkennen, wenn brennbares Gas austritt. Diese Systeme verhindern zwar nicht, dass Gasleckagen auftreten, begrenzen aber deren Folgen, indem sie einen Evakuierungsvorgang anstoßen oder sogar potenzielle Zündquellen ausschalten. Werden solche Lösungen beim Design einer Anlage berücksichtigt und tragen sie zur Anlagensicherheit bei, braucht es sicherheitsrelevante Systeme zur Minimierung der Risiken. Grundsätzlich ist das mit Leckagen an Pipelines ähnlich. Hinsichtlich der Betriebssicherheit der Pipeline müssen deren negative Folgen minimiert werden. Die Umsetzung der Leckageüberwachung sollte daher auch mit für Sicherheit geeigneten Methoden und Technologien erfolgen.

## **2. HIMA und Pipeline-Sicherheit**

Seit rund 45 Jahren gehören speicherprogrammierbare Steuerungen zu dem am häufigsten verwendeten Equipment in der Prozessindustrie. Um diese Technologie für Sicherheitsanwendungen einsetzen zu können, hatten Ingenieure von HIMA erstmals eine Sicherheitssteuerung nach dem diagnostischen Prinzip entwickelt. Sie wurde 1988 in den Markt eingeführt. Diese Steuerung war mit anspruchsvoller interner Fehlerdiagnose ausgestattet und besaß die Fähigkeit, interne Schwachstellen zu bewältigen, die bei der Diagnose gefunden wurden.

### **Neues Konzept für die Risikominimierung bei Pipelines**

Vor rund zehn Jahren ist HIMA in die Überwachungstechnik für die Pipeline-Industrie eingestiegen und machte Lösungen für die Risikominimierung auch für diesen Markt verfügbar. Das Ergebnis dieser Grundlagenentwicklung ist ein neues Konzept zur Lecküberwachung, das bereits in einer Reihe von Referenzanwendungen in verschiedenen geografischen Regionen eingesetzt wird.

Was die grundlegende Lecküberwachung bei Pipelines angeht, haben die Entwickler von HIMA verschiedene Prinzipien herausgearbeitet, die vom Markt akzeptiert sind. Methoden die auf Volumendifferenz, Druckdifferenz und Druckwellen basieren werden allgemein angewendet, haben aber individuelle Vor- und Nachteile. Auf der Basis von Best-Practice-Bewertungen hat HIMA entschieden, die Methoden zu kombinieren, um eine umfassende Lösung zu erarbeiten.





Ein systematisches Problem ergibt sich aus der Tatsache, dass alle Pipelines einem Alterungsprozess unterliegen, der verschiedenste Ursachen hat, wie Korrosion, verändertes Ventilverhalten, Rückstände in den Rohren etc. Aufgrund dieser Effekte müssen normale Pipeline-Monitoring-Systeme regelmäßig gewartet und die jeweiligen mathematischen Modelle so angepasst werden, dass die Funktionalität gewährleistet bleibt.

Die Lösung von HIMA reduziert den Einfluss der genannten physikalischen Effekte auf das Überwachungssystem auf ein absolutes Minimum. Dadurch werden zwei Dinge erreicht:

1. Die Zuverlässigkeit des Leckerkennungssystems von HIMA ist hoch genug, um eine HMI-basierte Überwachungsfunktion in eine automatisierte Funktion zu migrieren, mit der ein Transportprozess automatisch gestoppt werden kann, falls eine Leckage festgestellt wird.
2. Die Leckerkennung ist so genau, dass selbst der Diebstahl von Ressourcen sichtbar ist, sodass entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

Basierend auf dieser Entwicklung aus dem Jahr 2015 hat HIMA damit begonnen, diese Funktionalität in die Highend-Sicherheitssteuerung HIMax zu implementieren. Anfang 2016 wurde die neue Lösung in eine Produktpipeline installiert, die Chemikalien transportiert und durch dicht besiedelten Raum sowie ein Naturschutzgebiet führt. Um alle Sicherheitsaspekte abzudecken, die sich aus der Risikoanalyse ergeben haben, hat sich die Betreiberfirma für eine Leckage-Überwachungslösung entschieden, die SIL-fähig ist und zudem das Leistungsmerkmal bietet, Teil einer automatisierten Sicherheitsfunktion zu sein. Die Lösung läuft heute erfolgreich. Aktuell werden Überprüfungsverfahren für die Software durchgeführt, die für die SIL-Qualifikation der Lösung notwendig sind. Anschließend wird die Lösung dann als eine der ersten Leckerkennungssysteme in eine SIL3-fähige Plattform implementiert und komplett SIL-klassifiziert. Damit wird dieses Lecküberwachungssystem integraler Bestandteil einer automatisierten Sicherheitsfunktion sein.

HIMA hat Soft- und Hardware in einer bislang einzigartigen Sicherheitslösung für Pipelines zusammengeführt. Erstmals arbeiten ein Emergency Shutdown System und ein Leak Detection System integriert zusammen. Daher spricht HIMA von einer Hybridlösung.

### 3. Neue Hybridlösung für Sicherheit und Leckerkennung

Die Hybridlösung für das Pipeline-Management schützt nicht nur die beteiligten Anlagen, sondern steuert und regelt auch sicherheitsrelevante Prozesse. Das System kann Pipelines durchgängig überwachen, in Gefahrensituationen automatisch abschalten und Schäden verhindern oder signifikant verringern.

Kernbestandteile der integrierten Hybridlösung sind das SIL3-Sicherheitssystem und das Leckerkennungs- und Leckortungssystem. Pipeline-Betreiber können damit sowohl Safety- als auch Critical-Control-Applikationen umsetzen. Mit der Komplettlösung lassen sich Pipelines langfristig hochverfügbar und kosteneffizient betreiben – auf dem maximalen Sicherheitslevel.

#### Sicherheitssystem für Safety und Security

Die Sicherheitssteuerung basiert auf der XMR-Technologie von HIMA, die die SIL3-Sicherheitstechnik mit einer skalierbaren, fehlertoleranten Architektur kombiniert. Fehlauslösungen werden dadurch vermieden. Unbegrenzte Änderungen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und selbst vorgeschriebene Proof-Tests im laufenden Anlagenbetrieb sind möglich. Vorteile sind ein unterbrechungsfreier Systembetrieb, optimale Verfügbarkeit und damit eine deutlich verbesserte Produktivität über den gesamten Lebenszyklus der Pipeline.

Neben der Funktionalen Sicherheit (Safety) erfüllt die sicherheitsgerichtete Steuerung auch alle einschlägigen Anforderungen im Bereich Cybersecurity. Besteht über betriebliche Schnittstellen oder die notwendige Integration in ein Prozessleitsystem ein Risiko, das die funktionale Integrität der Pipeline-Automatisierung gefährdet, muss der IT-Sicherheit auch beim Pipeline-Betrieb die gleiche hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden wie dem Thema Safety. Richtig aufgebaut, bildet die sichere Steuerung dann die letzte Verteidigungslinie vor Cyberattacken. Die Kombination aus Funktionaler Sicherheit und Informationssicherheit gewährleistet die Gesamtsicherheit der Anlage.

Cyberattacken über Netzwerke nehmen auch auf Pipelines zu. Hacker haben unter anderem im Jahr 2012 versucht, über das Internet in die Systeme mehrerer Gas-Pipelines in den USA zu gelangen. Das HIMA-Sicherheitssystem ist bereits in den Grundeinstellungen ein System, das die einschlägigen Anforderungen an die Cybersecurity erfüllt. Die Sicherheitssteuerung bietet etliche Schutzmöglichkeiten für eine sichere Kommunikation. So sind CPU und Kommunikation getrennt aufgebaut.

Die Verwendung von HIMA-eigener Hard- und Software mit eigenem Betriebssystem erschwert Hackern den Zugriff erheblich. Zudem sind zeitaufwändige Patches – wie im Bereich der Standardsoftware heute üblich – nicht mehr erforderlich.

#### Pipeline-Software zur Leckerkennung und Leckortung

Zweiter Teil der Hybridlösung ist eine Software für die Leckerkennung und Leckortung, die zentrale Themen bei solchen Systemen abdeckt: die zuverlässige Erkennung und Lokalisierung von Lecks, minimierte Fehlalarme und niedrigere Wartungskosten. Neben der Hauptfunktion der Leckerkennung und Leckortung, verfügt die Software über eine Batch- und Molch-Verfolgung sowie die Datenarchivierung und -analyse. Das System unterstützt darüber hinaus Druck- und Temperatur-Korrekturrechnungen.

Das SIL3-fähige Leckortungssystem ist mit den relevanten Standards wie API 1130, TRFL etc. konform. Simultan werden Leckagen durch mehrere Methoden analysiert und lokalisiert wodurch das System immer verfügbar bleibt. Außerdem lassen sich so kleinste Lecks detektieren während Fehlalarme minimiert werden.

Die Software verfügt zusätzlich über eine Rohrleitungsbrucherkennung, um das operative Risiko beim Betrieb einer Pipeline niedrig zu halten. Auf diese Weise wird die Produktmenge minimiert, die bei einem Bruch der Rohrleitung freigesetzt würde. Das erfordert eine schnelle und automatische Reaktion des Sicherheitssystems. Die Rohrleitungsbrucherkennung gewährleistet, dass das beschädigte Pipeline-Segment bei einem Pipeline-Bruch automatisch abgeriegelt wird.

### 4. Neue Möglichkeiten für Pipeline-Betreiber

Die neue integrierte Hybridlösung für das Pipeline-Management bietet den Betreibern solcher Anlagen einen erheblichen Mehrwert. Die Lösung entspricht den aktuell weltweit gültigen und zukünftigen Sicherheitsanforderungen gemäß SIL3. Sie gewährleistet eine maximale Funktionale Sicherheit und eine extrem hohe Zuverlässigkeit, indem sie in kritischen Situationen die betroffenen Bereiche automatisch abschaltet. Die Betriebskosten für Pipelines sinken, Fehlalarme werden erheblich reduziert und die Anlagen laufen profitabler. Das geschlossene HIMA-System mit integrierter Cybersecurity bietet gleichzeitig einen größtmöglichen Schutz gegen Cyberangriffe.

WHITEPAPER  
**HIMA PIPELINE MANAGEMENT**

---

Für weitere Informationen wenden  
Sie sich an unser  
HIMA Pipeline Competence Center  
Telefon +49 (0)2131 29878-20



**HIMA Paul Hildebrandt GmbH**

Albert-Bassermann-Str. 28  
68782 Brühl, Germany

Telefon +49 (0)6202 709-0  
Fax +49 (0)6202 709-107  
E-Mail [info@hima.com](mailto:info@hima.com)

[www.hima.com](http://www.hima.com)