



TECHNISCHE ANLAGENSICHERHEIT

Februar 2016

Prozesstechnische Berechnungen | Sicherheitstechnische
Dienstleistungen | Leitungs- und Anlagenüberwachung



Open Grid Europe GmbH
Kallenbergstraße 5 | 45141 Essen
T +49 201 3642-0 | F +49 201 3642-13900
info@open-grid-europe.com
www.open-grid-europe.com





Plant Safety

Präzise Analysen und effiziente Lösungen

Neu- oder Umbaumaßnahmen von Anlagen und Veränderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen werfen häufig neue sicherheitstechnische Fragestellungen auf.

Das Portfolio der Open Grid Europe bietet Dienstleistungen im Umfeld der technischen Anlagensicherheit (Plant Safety) aus einer Hand, abgestimmt auf Ihre individuellen Anforderungen. Ingenieure mit Erfahrung aus Planung und betrieblicher Praxis, bearbeiten und lösen vielfältige sicherheitstechnische Aufgaben.

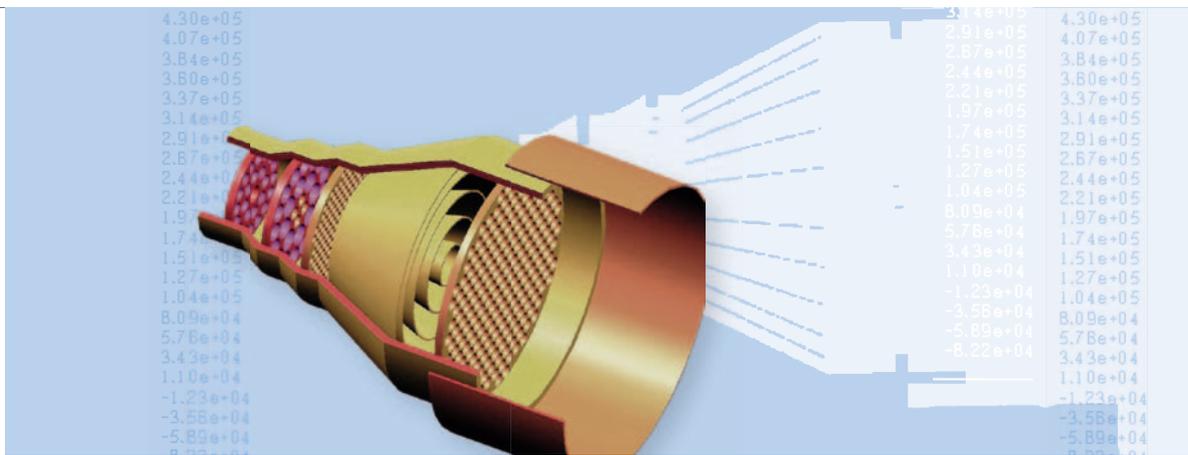
Open Grid Europe unterstützt Sie bei der Gewährleistung des geforderten Sicherheitsniveaus auch mit prozesstechnischen Berechnungen und sicherheitstechnischer Expertise, basierend auf numerischen Analysen. Zusätzlich bieten wir mit effizienten Gasferndetektionssystemen die Überprüfung von Leitungen und Anlagen an. Die Ergebnisse aus bedarfsgerechten numerischen Simulationen setzen wir zur Erstellung von Gutachten

ein, die als zuverlässige Grundlage für Entscheidungsprozesse herangezogen werden können. Diese Simulationen umfassen die Betrachtung von Rohrleitungsnetzwerken in eindimensionaler Form sowie die Analyse von dreidimensionalen Konfigurationen mit moderner CFD (Computational Fluid Dynamics).

Wir tragen dazu bei, dass Anlagen für Mitarbeiter, Umfeld und Umwelt sicher sind und frei von betrieblichen Störungen funktionieren können.

Unsere Dienstleistungen im Überblick

Prozesstechnische Berechnungen					Sicherheitstechnische Dienstleistungen			Überwachung		Zielgruppe		
Strömungssimulationen	Optimierungsaufgaben	Auslegung Spannungssysteme	Berechnung von Gasfreisetzung	Unkonventionelle Berechnungsaufgaben	Dimensionierung Ex-Bereiche	Erstellung von Sicherheitsberichten	Gutachten zur technischen Sicherheit	Effektberechnung	CHARM®	GasCam®	Entwicklungsprojekte	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Betreiber von Hochdruckleitungen
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Betreiber von Erdgasspeichern
•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Stadtwerke, Regionalversorger
					•	•	•	•				Betreiber von Biogasanlagen
•						•	•					Hersteller gastechnischer Anlagen
					•	•	•				•	DVGW



Ein- und dreidimensionale Darstellung

Numerische Simulationsverfahren

Mit numerischen Simulationsverfahren können wir z. B. berechnen, was sich im Inneren von Anlagen und Leitungen abspielt, und auf diese Weise vielfältige strömungsmechanische und prozesstechnische Probleme lösen.

Je nach Anforderung setzen wir das bestgeeignete Rechenverfahren für die Bearbeitung eines Projektes ein.

Verschiedene bewährte Softwareprodukte für dreidimensionale numerische Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics, CFD) und eindimensionale strömungstechnische Analysen sind permanent verfügbar. Weitere können im Bedarfsfall für Ihr Projekt lizenziert werden.

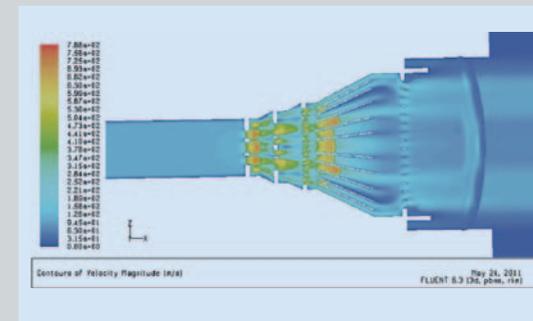
Wir verfügen über das erforderliche Fachwissen, langjährige Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis sowie Routine beim optimalen Einsatz von numerischen Verfahren. Somit sind wir jederzeit in der Lage, herkömmliche und über dies unkonventionelle Fragestellungen zu beantworten.

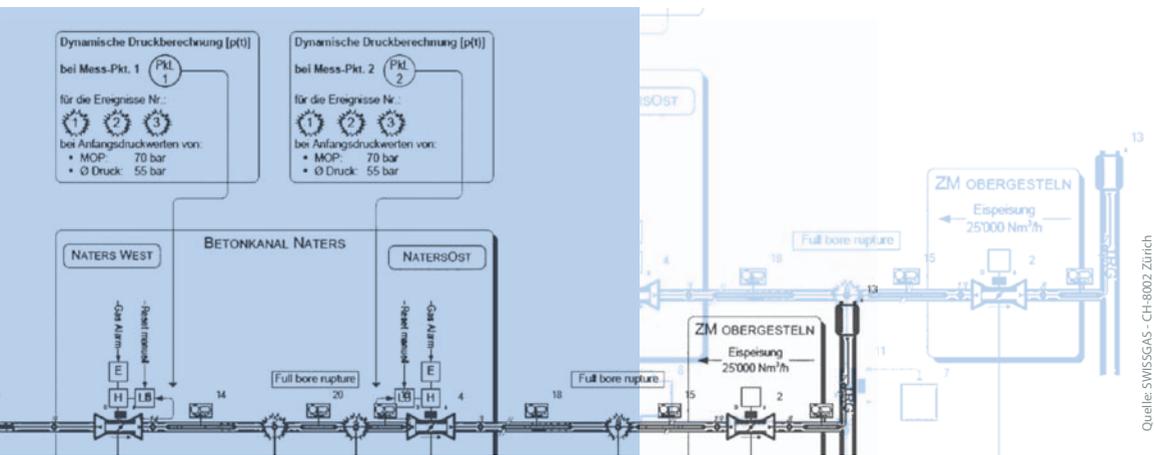
3-D-Simulationen

Am Anfang jeder Strömungssimulation steht die Abbildung der betrachteten Konfiguration, z. B. mit Hilfe einer CAD-Software. Fällt die Entscheidung für eine 3-D-Betrachtung, wird der gesamte für Strömung oder Wärmetransport relevante Bereich des Modells mit einem dreidimensionalen Gitter ausgefüllt. An den Knotenpunkten dieses Gitters werden dann rechnerisch Approximationen für die gesuchten Größen wie Geschwindigkeit, Temperatur und Konzentration ermittelt. Die Feinheit des Gitters, d. h. dessen räumliche Auflösung, wird an die Details der betrachteten Konfigurationen angepasst. Bei komplexen Geometrien können die Rechengitter mehrere Millionen Gitterpunkte enthalten. Dank der weiterentwickelten Rechnertechnik lassen sich solche Anforderungen mit PCs oder PC-Clustern bewältigen, selbst bei komplizierter physikalischer Sachlage.

3 D-CodeFLUENT, ANSYS Inc.

Strömungssimulationssoftware zur detaillierten Simulation dreidimensionaler Strömungen für beliebige Geometrien. Die Software berücksichtigt fast alle relevanten physikalischen Effekte.





1-D-Simulationen

Die für strömungstechnische Analysen von Rohrleitungssystemen eingesetzten Programme basieren auf einer eindimensionalen Theorie der thermo- und fluiddynamischen Vorgänge. Bei dem eindimensionalen Ansatz wird ausgenutzt, dass sich der Zustand an jeder Stelle eines Rohres in guter Näherung beschreiben lässt, indem Größen wie die Geschwindigkeit über den Querschnitt gemittelt werden. Reibungs- und Kompressibilitätseffekte sowie der Schwerkrafteinfluss werden hierbei ebenso berücksichtigt wie Wärmeübergänge an den Rohrwänden und andere Einwirkungen.

Die Simulationen liefern zuverlässige Ergebnisse für die Verteilung des Drucks, der Temperatur, der Strömungsgeschwindigkeit und weiterer Prozessparameter im gesamten System.

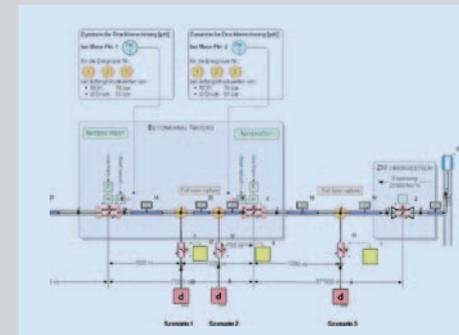
1-D-Simulation

In der eindimensionalen Berechnung bleiben Variationen von Größen wie Geschwindigkeit, Druck oder Temperatur innerhalb eines Rohrquerschnittes unaufgelöst und werden durch Mittelwerte beschrieben. Dieses Vorgehen reicht für die Gesamtbetrachtung eines Rohrleitungssystems aus.

Sollen zusätzlich einzelne Bauteile im Detail untersucht werden, weil ihre speziellen Eigenschaften, wie z. B. der Strömungswiderstand, zu optimieren sind, kann die 1-D-Simulation durch eine 3-D-CFD-Simulation des betreffenden Bauteils ergänzt werden.

Flowmaster, Flowmaster GmbH

Flowmaster beherrscht eindimensionale, einphasige, instationäre kompressible Strömungen, berücksichtigt dabei Realgaseffekte und ermöglicht eine hohe zeitliche Auflösung, z. B. zur Verfolgung von Druckwellen, die aus dem raschen Schließen von Ventilen resultieren können.



Quelle: SWISSGAS - CH-8002 Zürich

Effektberechnung

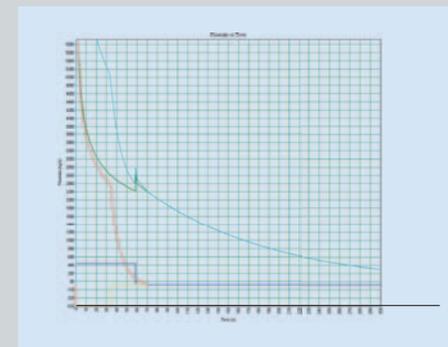
Mit Hilfe von Programmen zur Effektberechnung können gewollte oder zufällige Freisetzen aus Gasanlagen in die Atmosphäre simuliert und deren unmittelbare Auswirkungen für Mensch und Umwelt prognostiziert werden. Die Rechenverfahren beziehen sich wesentlich auf eine bereits vorhandene, experimentell und theoretisch abgesicherte Datenbasis.

Derartige computergestützte Betrachtungen von hypothetischen Szenarien und die Berechnung der physikalischen Effekte sind im Hinblick auf die Entdeckung potenzieller Gefahrenquellen ein wichtiges und unverzichtbares Hilfsmittel.

Mögliche Gefahrenquellen können nach ihrer Entdeckung begutachtet sowie bewertet und durch geeignete Maßnahmen von vornherein ausgeschlossen werden. Insofern tragen die Ergebnisse ebensolcher Berechnungen zur Verbesserung der betrieblichen Sicherheit bei und sind essenzieller Bestandteil vieler Sicherheitsberichte und Gutachten.

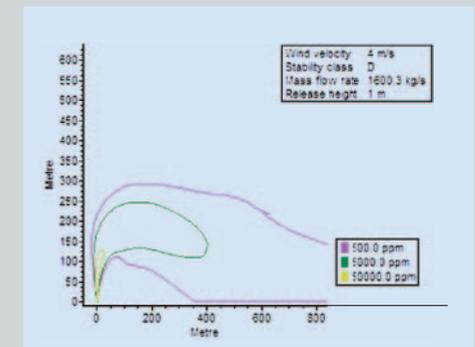
Phast, DNV Det Norske Veritas

Phast (Process Hazard Analysis Software Tool) analysiert vielfältige physikalische Effekte (u. a. von Gasfreisetzungen und Freisetzungen flüssiger Stoffe). Die Ergebnisse der Analysen werden in tabellarischer und grafischer Form angezeigt und beschreiben Ausbreitung und Verdampfung von Stoffen genauso wie Ausbildung von Flammen.



Shell FRED, Shell Shepherd

Shell FRED (Fire, Release, Explosion, Dispersion) ist ein Programm, das die Eigenschaften von Freisetzungen (u. a. Gasfreisetzungen) modelliert und für die Optimierung von betrieblichen Abläufen oder im Rahmen einer Effektberechnung (Sicherheitsbetrachtung) herangezogen werden kann.





Für die detailgenaue Analyse

Prozesstechnische Berechnungen

10 | 11

Beim Betrieb von Leitungssystemen in Anlagen treten Detailfragen hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeit, des Drucks oder ähnlicher Größen auf, die eine lokal und zeitlich aufgelöste Analyse der Rohrströmung erforderlich machen.

Beispiele für prozesstechnische Fragestellungen sind:

- Rohrströmungen mit signifikantem Wärmeübergang
- Transiente Vorgänge wie Ausströmprozesse mit hoher Geschwindigkeit aus Druckbehältern, Netzabschnitten oder Tiefspeichern
- Überströmprozesse zwischen Behältern mit unterschiedlichen Druckniveaus
- Ausbildung von Druckwellen, die aus Stellvorgängen von Reglern oder dem Öffnen und Schließen von Armaturen resultieren.

Numerische Analyse für betriebliche Optimierungen

Diese Strömungsvorgänge lassen sich mit Hilfe numerischer Simulationsprogramme analysieren. Dabei werden sämtliche Anlagenkomponenten wie gerade Rohrleitungsabschnitte, Krümmer, Bögen, Ventile (einschließlich ihrer Kennlinien), Kontraktionen, Diffusoren, Blenden, Behälter u. Ä. berücksichtigt.

Die Simulation bietet dem Betreiber der Anlage konkrete Vorteile: Schon in der Planungsphase können Betriebsparameter realitätsnah betrachtet werden. Nach Vorliegen des numerischen Modells lassen sich unterschiedliche Betriebssituationen rasch analysieren und Anlagen können hinsichtlich Größe und Fahrweise optimiert werden.

Sicheres Entspannen von Leitungen

Bei Anlagen für den Erdgastransport müssen mitunter betriebsbedingt Gasmengen freigesetzt werden (z. B., um kleinere druckführende Leitungsabschnitte für Umbauvorhaben zu entspannen). Die Freisetzung des Gases in die Umgebungsluft erfolgt über Ausbläser, die entweder unmittelbar an Stationsgebäude angrenzen oder bei hohen Austrittsmengen alleinstehend errichtet werden. Mittels Strömungssimulation errechnen wir die Geschwindigkeit, Ausbreitung und Konzentration des austretenden Gases und berücksichtigen zudem äußere Einflüsse (z. B. Seitenwind), um so die Grenzen der zündfähigen Wolke, die Abmessungen von explosionsgefährdeten Bereichen und andere betriebsrelevante Parameter zu bestimmen.

Unsere prozesstechnischen Berechnungen im Überblick

- **Strömungssimulationen**
Berechnung der Strömungszustände im Leitungsnetz von Anlagen (Druckabfallgeschwindigkeiten, Widerstände, Entspannzeiten, Engpassanalyse, Druckwellenberechnung, Simulationen von Zweiphasenströmungen)
- **Berechnungen zur verfahrenstechnischen Optimierung**
Optimierungen bei Neu- oder Umbaumaßnahmen von Gasanlagen
- **Auslegung von Entspannsystemen und Ausblässystemen**
Konzeption von sicheren, effizienten und geräuscharmen Ausblässystemen
- **Berechnung und Simulationen von Freisetzungen**
Berechnung einzelner Freisetzungsvorgänge, Bewertung der Sicherheit und Optimierung von Ausbläsvorgängen, Bestimmung von austretenden Mengen, Lärmemission, Abmessungen explosionsgefährdeter Bereiche etc.
- **Unkonventionelle Berechnungsaufgaben**
Zum Beispiel Simulationen von Molchinspektionen und der Zweiphasenströmung von CO₂



Webapplikation e.BEx®
 Eine Entwicklung für den DVGW
 zur Berechnung von
 explosionsgefährdeten Bereichen

e.BEx®3.3

Ihre Auswahl

1	Reservordruck P (absolut) [bara]	
2	Ventiltyp	Kein / Kugelbahn
3	Ausblasertyp	Kein
4.1	i3	
4.2	d3	EOB
5.1	i2	
5.1	d2	EOB
6.1	l1	
6.2	d1	
7	Höhe Ausbläseraustritt	
8	d exit	

Ergebnisse:

P _{0, exit}	1,12276	[bara]
R	4,1	[m]
H	25,2	[m]
h	0,7	[m]
L	3,3	[m]

Eingaben löschen Berechnen

Gefahrenabschätzung und Prävention

Sicherheitstechnische Dienstleistungen

Die Rechenergebnisse numerischer Simulationen dienen nicht allein zur betrieblichen oder prozesstechnischen Optimierung von Gasanlagen, sondern fließen häufig in die sicherheitstechnische Betrachtung von technischen Anlagen und in entsprechende Gutachten ein.

Als bewährtes Mittel der Gefahrenabschätzung sind numerische Berechnungen fundierter Bestandteil präventiver Sicherheitsmaßnahmen und helfen dabei, potenzielle Gefahrenquellen auszuschließen.

Eine ganzheitliche Betrachtung der technischen Anlagensicherheit (Plant Safety) erfordert das Wissen um die komplexen physikalischen Zusammenhänge ebenso wie um die Anforderungen der Praxis (z. B. Festigkeitsberechnungen, Verbrennungstechnik, Regelungstechnik, technische Thermodynamik).

Die enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit mit einer Vielzahl weiterer Spezialisten aus dem technischen Ressort der Open Grid Europe gestattet es uns, komplexe Aufgabenstellungen in übergreifenden Arbeitsteams zu diskutieren und zu lösen.

Dimensionierung von explosionsgefährdeten Bereichen

Explosionsgefährdete Bereiche auf Anlagen müssen gekennzeichnet und dokumentiert werden. Die Bestimmung der Abmessung dieser Bereiche liefert damit u. a. erforderliche Daten für die Erstellung von Explosionsschutzdokumenten.

Unter Berücksichtigung äußerer Einflüsse umfassen die Ergebnisse der Berechnungen genaue Informationen über:

- die Ausdehnung der zündfähigen Wolke und hieraus abgeleitete Abmessungen von explosionsgefährdeten Bereichen
- erforderliche Luftwechselzahlen von Innenräumen
- Gaskonzentrationen an Lüftungsöffnungen
- die Strahlungswärmebelastung bei Entzündung eines Gas-/Luftgemisches.

Unsere Erfahrungen bei der Auslegung von explosionsgefährdeten Bereichen haben wir dem DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.) bei der Erstellung der Soft-

ware e.BEx® zur Verfügung gestellt. Diese Webapplikation ermöglicht es, explosionsfähige Atmosphären an Austrittsöffnungen von Leitungen gemäß DVGW-Merkblatt G 442 zu ermitteln und zu bewerten.

Open Grid Europe | The Gas Wheel

Open Grid Europe ist einer der führenden Fernleitungsnetzbetreiber in Europa. Wir sorgen für sicheren und kundenorientierten Transport und sind Ihr starker Partner für alle netznahen Dienstleistungen – 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche.

Die Fakten

Unsere Kunden: mehr als 450 nationale und europäische Netzbetreiber, Stadtwerke, Industriekunden und Gashändler | Unsere Mitarbeiter: rund 1.650 bundesweit | Unser Fernleitungsnetz: rund 12.000 km Länge, 30 Verdichterstationen, 100 Maschineneinheiten, 17 Grenzübergangspunkte. Rund 1.100 Ausspeisepunkte, 679 Mrd. kWh Ausspeisemenge 2014. Rund 137 Mio. kW Höchstlast 2014.



Sicherheitsberichte und Gutachten zur technischen Sicherheit von Anlagen

Die für die Anlagensicherheit zuständigen Behörden verlangen periodisch sowie bei konkretem Anlass Berichte bzw. Gutachten, in welchen der sicherheitstechnische Zustand dargelegt und erörtert wird. Wir erstellen Ihnen auf Basis fundierter Berechnungen nach den jeweils gültigen Standards Gutachten, in denen sicherheitstechnische Sachverhalte von Gasanlagen, Flüssiggasanlagen und gasführenden Bauteilen abgehandelt und abschließend beurteilt werden.

Neben der Erstellung von Gutachten verfügen wir über Routine im Verfassen von Sicherheitsberichten für Erdgasspeicheranlagen nach Störfallverordnung.

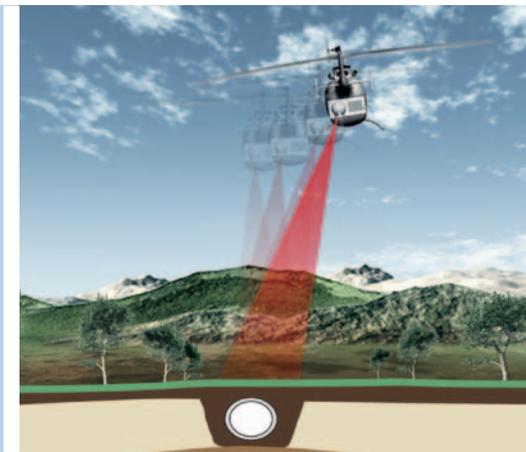
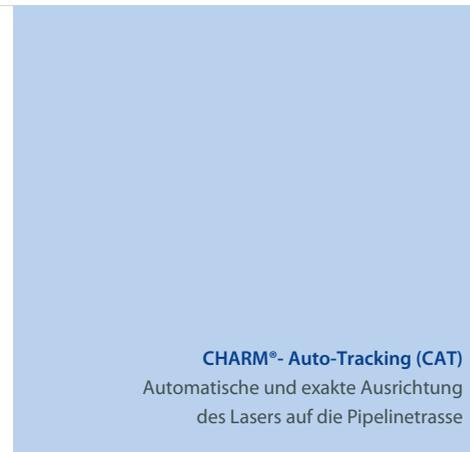
Effektberechnung, Gefahren erkennen und vermeiden

Mit Effektberechnungen können die Auswirkungen für Mensch und Umwelt durch hypothetische Gasfreisetzungen prognostiziert werden, unabhängig davon, ob die Gasfreisetzung manuell oder automatisch ausgelöst wurde oder zufällig eingetreten ist.

Die Ergebnisse solcher Berechnungen sind oftmals Kernpunkte von Sicherheitsberichten oder Gutachten und helfen, potenzielle Gefährdungen frühzeitig zu erkennen bzw. von vornherein auszuschließen.

Unsere sicherheitstechnischen Dienstleistungen im Überblick

- **Dimensionierung von explosionsgefährdeten Bereichen**
Ermittlung von Gaskonzentrationen an Freisetzungsstellen, Grenzen der zündfähigen Wolke, Abmessungen von explosionsgefährdeten Bereichen, Weiterentwicklung der Software e.BEx®
- **Gutachten zur Beurteilung der technischen Sicherheit von Anlagen**
Sicherheitsbetrachtungen für Gasanlagen, Flüssiggasanlagen und betrieblich erforderliche Komponenten
- **Erstellung von Sicherheitsberichten**
Erstellung von Sicherheitsberichten nach Störfallverordnung für Speicheranlagen und allgemeine Sicherheitsbetrachtungen
- **Effektberechnung**
Berechnung der physikalischen Auswirkungen für hypothetische und reale, betrieblich bedingte, Szenarien
Ausführliche Effektberechnungen hypothetischer Gasfreisetzungen zum frühzeitigen Erkennen und Vermeiden von Gefährdungen



CHARM®- Auto-Tracking (CAT)
Automatische und exakte Ausrichtung
des Lasers auf die Pipelinetrasse

Gasferndetektionsverfahren und Entwicklungsprojekte

Leitungs- und Anlagenüberwachung

In der Gasindustrie sind regelmäßige Dichtheitsüberprüfungen empfohlen bzw. vorgeschrieben. Die Überprüfung von Leitungen und gasführenden Anlagen mit konventionellen Methoden gestaltet sich zeitaufwendig und personalintensiv. Insofern sind jene Lösungen attraktiv, die den eigentlichen Prüfprozess beschleunigen, dabei allerdings zugleich das hohe Sicherheitsniveau aufrechterhalten.

Gasferndetektionsverfahren, also Methoden, die aus der Distanz Methan bzw. Erdgas sicher nachweisen können, helfen dabei, Dichtheitsüberprüfungen von gasführenden Systemen effizienter zu gestalten. Diese Verfahren machen sich zunutze, dass Methan (CH₄) elektromagnetische Wellen mit bestimmten Frequenzen im Infrarotbereich absorbiert und auf diesem Weg eindeutig erkannt werden kann.

Zwei Systeme der Gasferndetektion, die jeweils in unterschiedlichen Einsatzgebieten ihre Stärken ausspielen können, haben sich in der betrieblichen Praxis bei Open Grid Europe bewährt und werden von uns technisch und organisatorisch betreut:

- CHARM® für erdverlegte Hochdruckleitungen
- GasCam® für oberirdische Anlagen und frei verlegte Leitungen

Erfahren Sie auf den nachfolgenden Seiten mehr zu unseren Systemen.

Weitere Informationen und Details finden Sie auch unter www.open-grid-europe.com und in unseren Broschüren „CHARM® - lasergestützte Gasferndetektion“ und „Dichtheit von Gasanlagen und frei verlegten Leitungen“.

Hubschraubergestützte Dichtheitsüberprüfung mit CHARM®

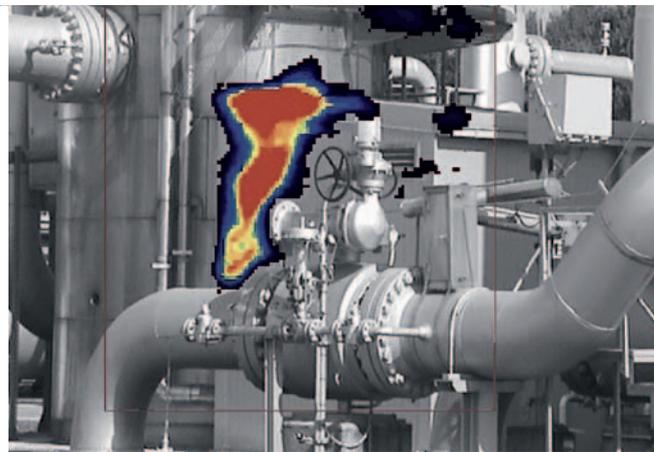
Der Name CHARM® steht für „CH₄ Airborne Remote Monitoring“ und bedeutet luftgestützte Methanferndetektion.

Das Verfahren basiert auf einem Infrarot-Lasersystem, das an Bord eines Hubschraubers installiert ist und selbst kleinste Methankonzentrationen, also den Hauptbestandteil von Erdgas, während des Überflugs punktgenau aufspüren kann. Regeleinrichtungen zur räumlichen Stabilisierung der Laserstrahlen gleichen die Einflüsse der Hubschrauberbewegungen aus und richten das Messsignal exakt auf die Leitungstrasse aus.

Das CHARM®-System scannt einen bis zu 30 m breiten Korridor über der Leitungstrasse ab und führt 1.000 Messungen pro Sekunde durch. Das System arbeitet hochautomati-

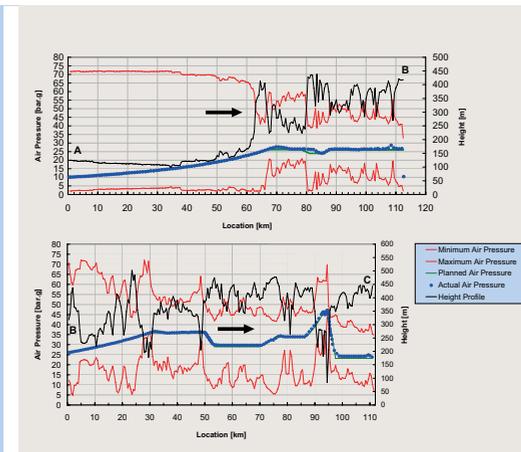
siert, und regelmäßige Funktionskontrollen während der Befliegung stellen die einwandfreie Einsatzbereitschaft und Funktionstüchtigkeit aller Komponenten sicher.

Seit mehreren Jahren befliegt und inspiziert Open Grid Europe Erdgashochdruckleitungen mit dieser unkonventionellen und effizienten Methode. Mit CHARM® können Leitungen sowohl unter offenen als auch unter versiegelten Flächen überwacht werden.



links
 Visualisierung in Echtzeit:
 Die Messungen der GasCam® können vor Ort
 sofort am Bildschirm der Auswerteeinheit als
 Falschfarbenfilm verfolgt werden.

rechts
 Rechnerisch geplanter und realisierter Ablauf
 der Ultraschallmolchung einer Ferngasleitung



Dichtheitsüberprüfung von Gasanlagen- und frei verlegten Leitungen per GasCam®

Da die Anforderungen von Anlage zu Anlage höchst unterschiedlich sind, bieten wir Ihnen bedarfsgerechte und individuell zugeschnittene Dichtheitsüberprüfungen an. Hierbei werden die bewährten Überprüfungsverfahren entsprechend den anerkannten Regeln der Technik eingesetzt und sinnvoll ergänzt.

Das bildgebende Verfahren GasCam® macht Methanaustritte auf einem Bildschirm in Echtzeit sichtbar und ist ein wichtiger Baustein unserer Dichtheitsüberprüfung von Anlagen geworden.

Die Technologie basiert auf Infrarot-Radiospektrometrie und steigert die Effizienz der Prüfung oberirdischer Anlagen spürbar. Insbesondere bei komplexen Rohrverläufen und zahlreichen lösbaren Verbindungen reduziert GasCam® den Zeitaufwand einer Prüfung erheblich.

Nach einer Sichtung der zu prüfenden Anlage weisen unsere Experten die relevanten Anlagenteile in einem Prüfplan aus. Die Messungen mit der GasCam® erfolgen aus zuvor festgelegten Schlüsselpositionen – jeweils mit mehreren Blickrichtungen.

Gefundene Gasaustritte werden dann unmittelbar unter Zuhilfenahme lokaler Messverfahren nach DVGW-Regelwerk verifiziert. Sämtliche aufgezeichneten Messungen mit der GasCam® erhalten automatisch einen Zeitstempel und dienen als revisionssicherer Beleg der Dichtheitsüberprüfung.

Entwicklungsprojekte für die gas- und sicherheitstechnische Optimierung

Auf der ständigen Suche nach neuen, technisch und kommerziell besseren Lösungen initiieren und betreuen wir betriebliche Entwicklungsprojekte zur Optimierung sicherheitstechnischer Standards sowie zur Beantwortung neuartiger allgemeiner gastechnischer Fragestellungen.

Dies kann zum Beispiel die Steuerung der Geschwindigkeit von Ultraschallmolchen betreffen, die für den Nachweis der Integrität von Pipelines eingesetzt werden. Der Molch muss bedingt durch die verwendete Messtechnik in einer Wassersäule durch die Rohrleitung fortbewegt werden. Hierzu wird die außer Betrieb genommene Erdgasleitung sukzessive gegen einen Inertgasvordruck mit Wasser gefüllt. Dass der Molch auch bergab nur eine Geschwindigkeit < 0,5 m/s annehmen darf, ist hierbei eine der wesentlichen Herausforderungen. Wir erfüllen diese Bedingung durch geeig-

nete Beeinflussung des Gas- und Flüssigkeitsvolumens vor bzw. hinter dem Molchzug. Die dazu notwendigen Schritte werden von unserem Expertenteam rechnerisch geplant und während des Prozesses interaktiv optimiert.

Es beginnt also immer mit einer guten Idee und endet im Idealfall mit einem marktreifen Produkt. In der Vergangenheit haben wir neben dem vorgenannten Beispiel bereits mehrere Entwicklungsprojekte bis zur Marktreife geführt. Die beiden Verfahren zur Gasferndetektion (CHARM® und GasCam®) sind gute Beispiele hierfür.