



*Energiegase:
Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase.*

TEIL 11 – Innovationen

WS 2023/24

Ruhruniversität Bochum

Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik

Teil 11 – Innovationen

1

Baggerdetektion
(u.a. Threat Scan, PipeMon, Live-eo)

2

Methandetektion
(klassisch und mit Lasertechnologie)

3

Innovative Endanwendungen
(u.a. Pyrolyse@home, Hybrid SOFC)

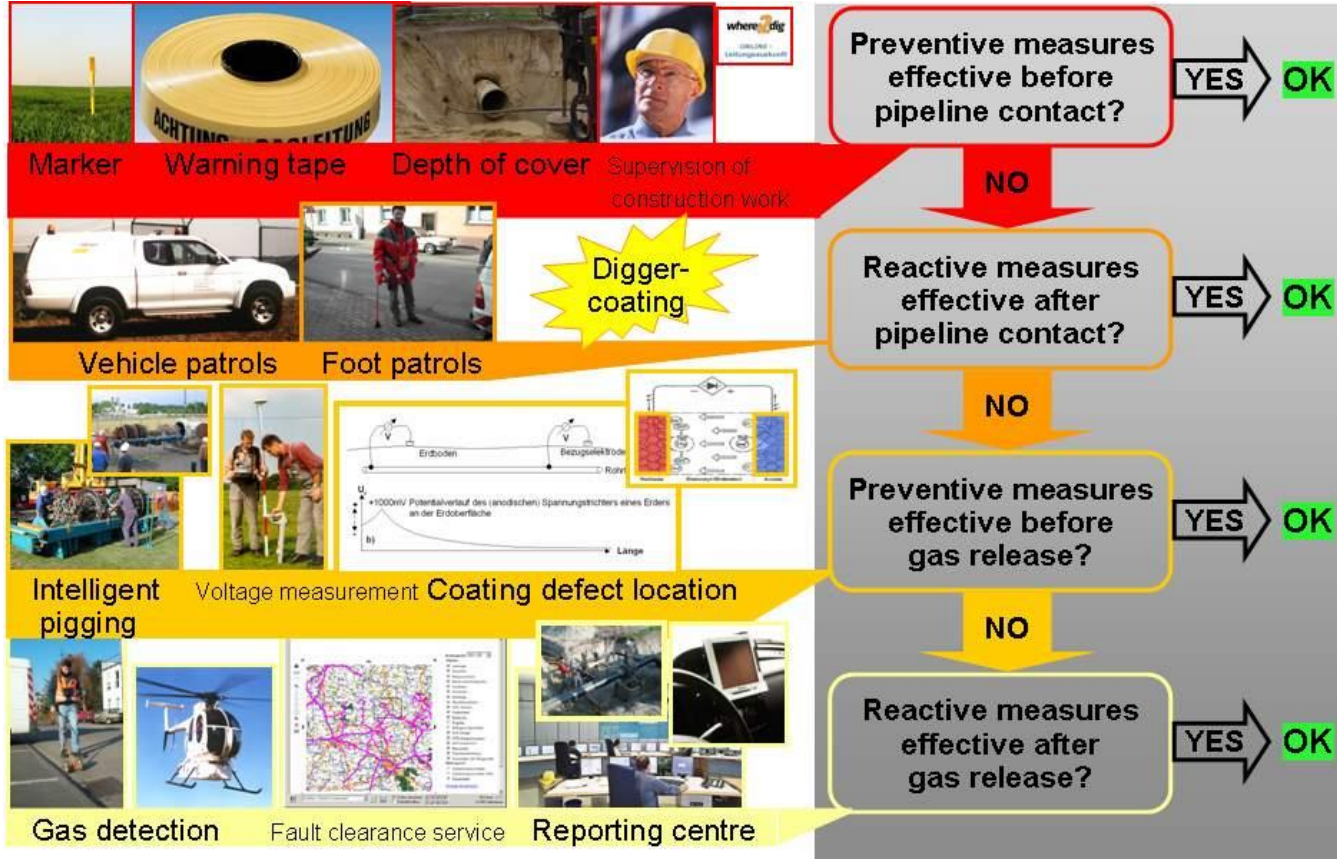
4

Digitalisierung

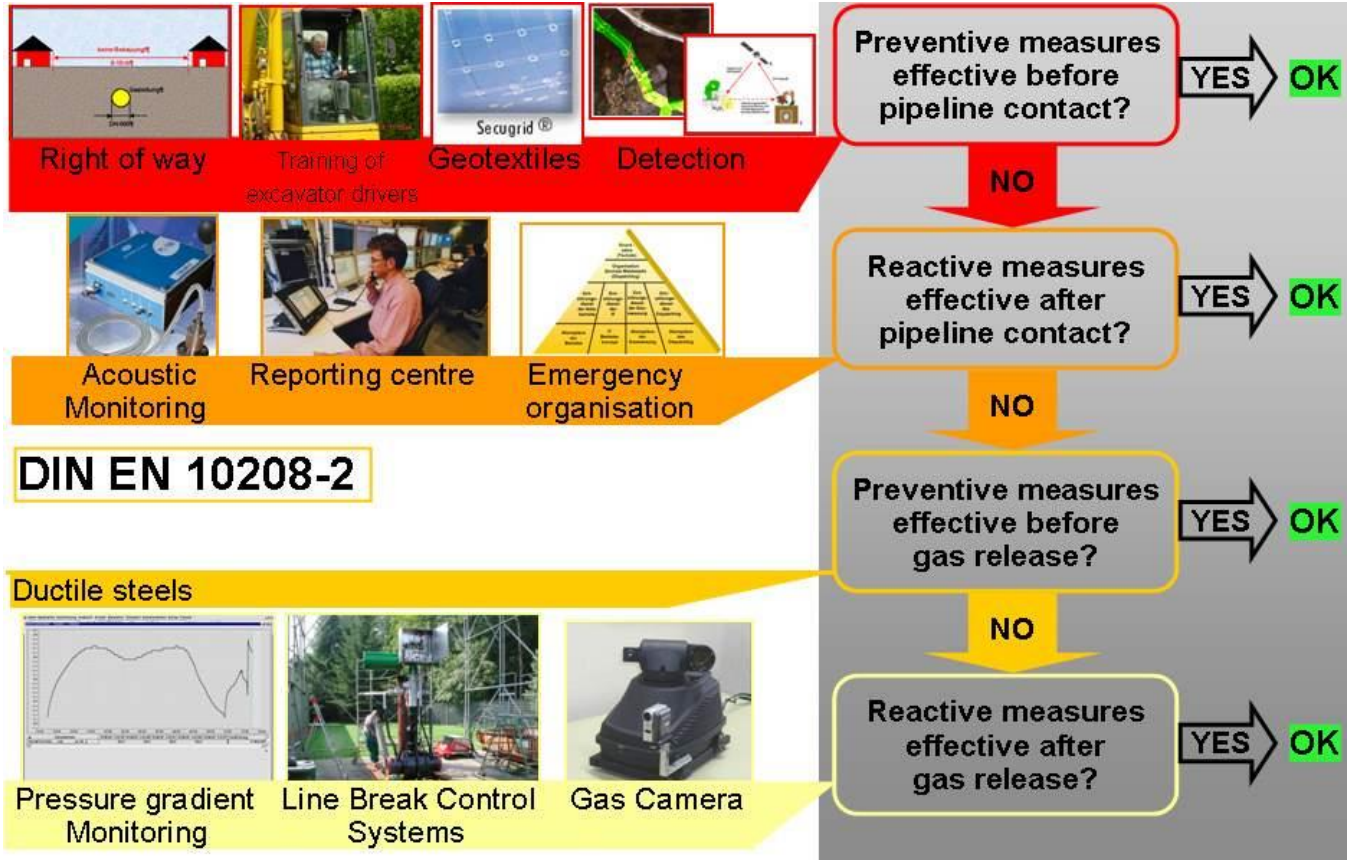
Teil 11 – Innovationen

- 1 **Baggerdetektion**
(u.a. Threat Scan, PipeMon, Live-eo)
- 2 **Methandetektion**
(klassisch und mit Lasertechnologie)
- 3 **Innovative Endanwendungen**
(u.a. Pyrolyse@home, Hybrid SOFC)
- 4 **Digitalisierung**

Focus: 3rd party damage: Survey of preventive & reactive measures



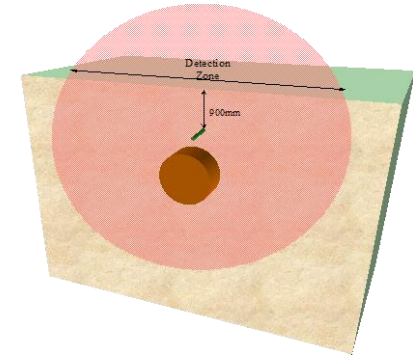
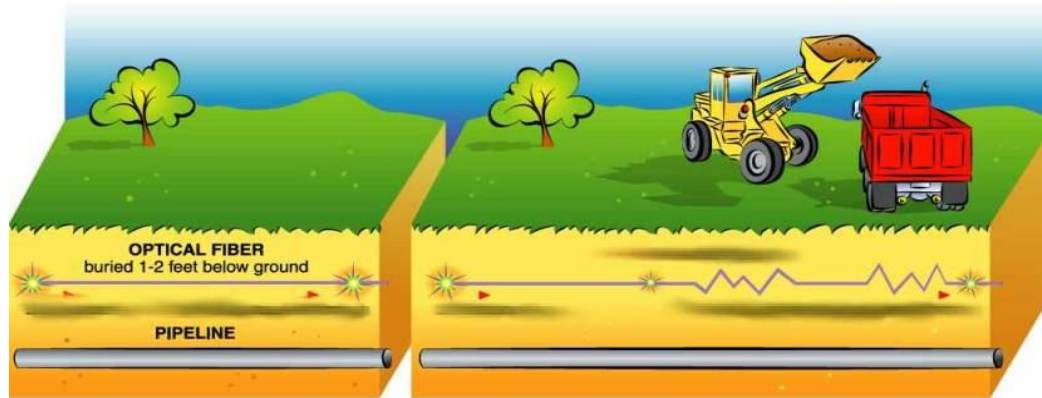
Focus: 3rd party damage: Survey of preventive & reactive measures



Focus: 3rd party damage: Detection methods

Description and comparison of different innovative technologies

1 “Secure Pipe” system – Optical pipeline monitoring:



Fibre optical measurement system to detect and localise ground motion and vibrations above the pipeline

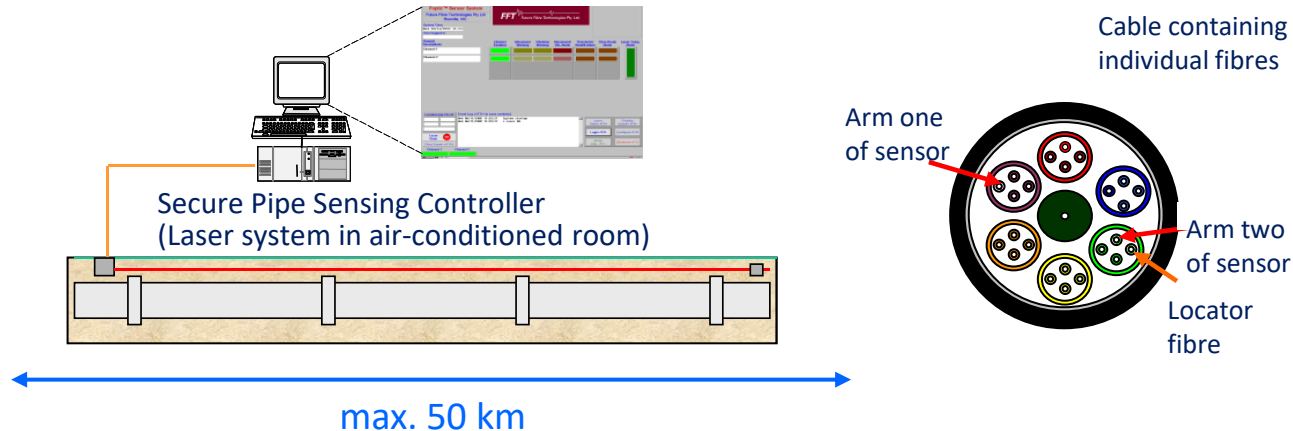
Manufacturer: Future Fibre Technologies, Australia

Focus: 3rd party damage: Detection methods

Description and comparison of different innovative technologies

1

“Secure Pipe” system



Focus: 3rd party damage: Detection methods

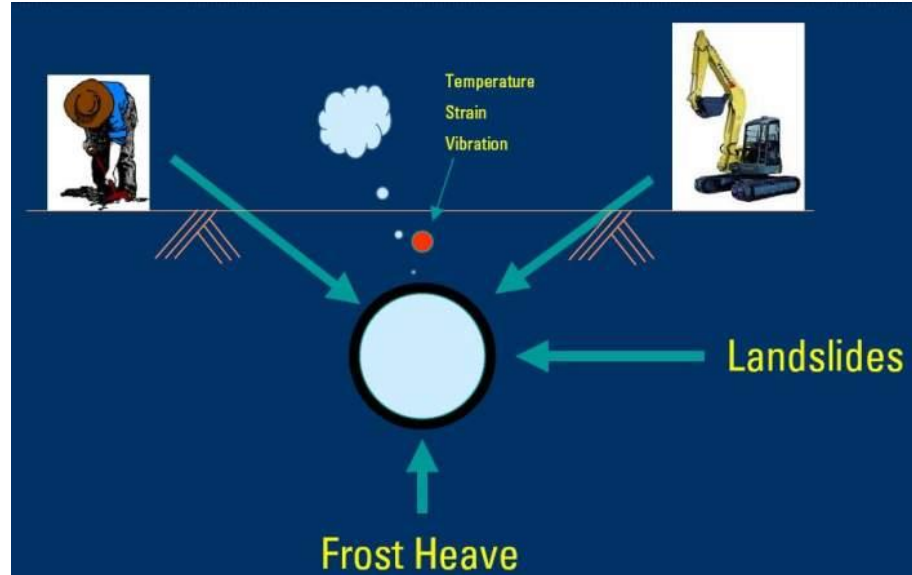
Description and comparison of different innovative technologies

2

Schlumberger Sensa: CMS Pipeline Condition Monitoring System

Fibre optical measurement system to detect

- Vibrations (= activities on the ROW)
- Temperature abnormalities (= leaks)
- Elongations (= static loads caused by external forces)

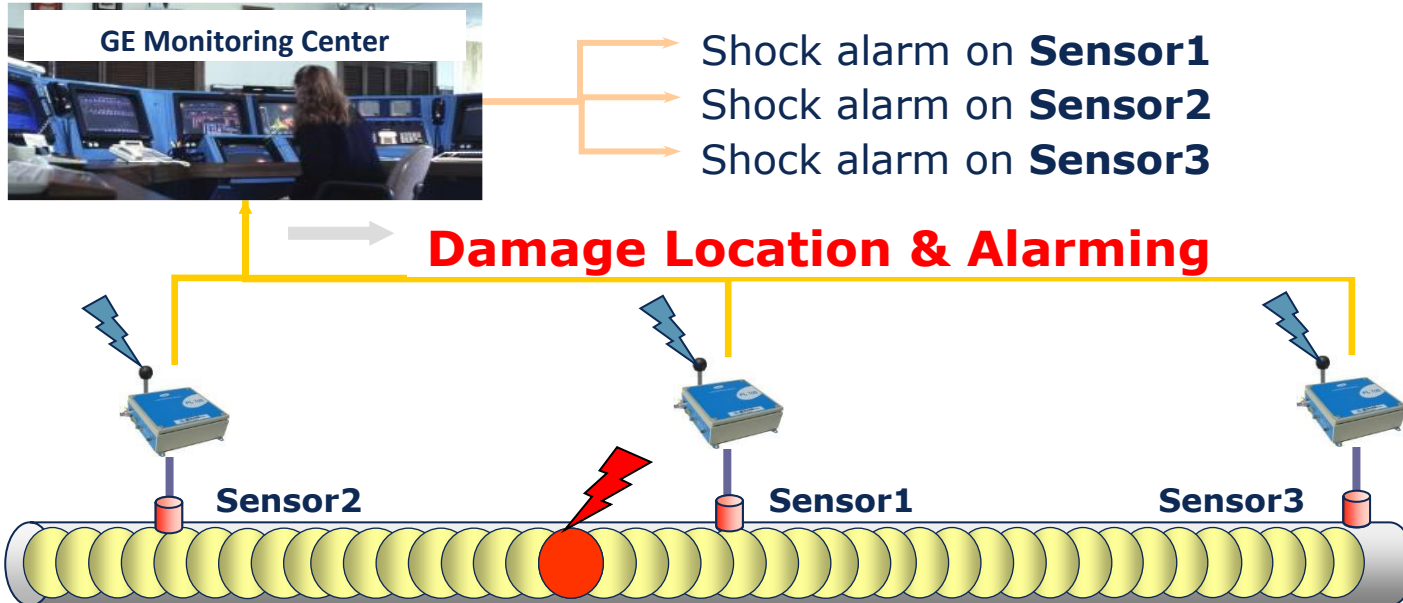


Focus: 3rd party damage: Detection methods

Description and comparison of different innovative technologies

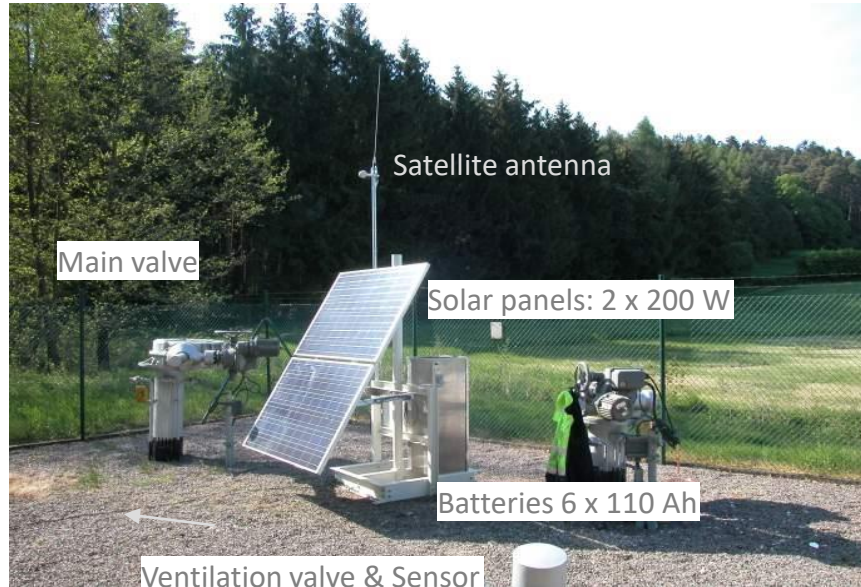
3

Threat Scan System: Acoustic Monitoring“



Focus: 3rd party damage: Detection methods

Threat Scan System Installation

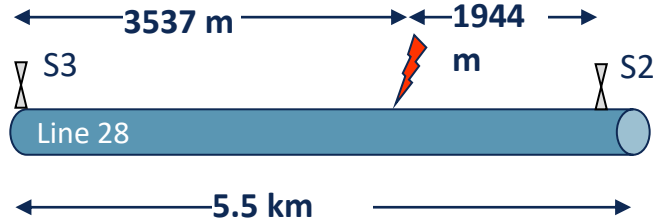


Threat Scan Sensor Unit:

- Hydrophone
- Data-Processor
- Data-Beacon
- Power supply

Focus: 3rd party damage: Detection methods

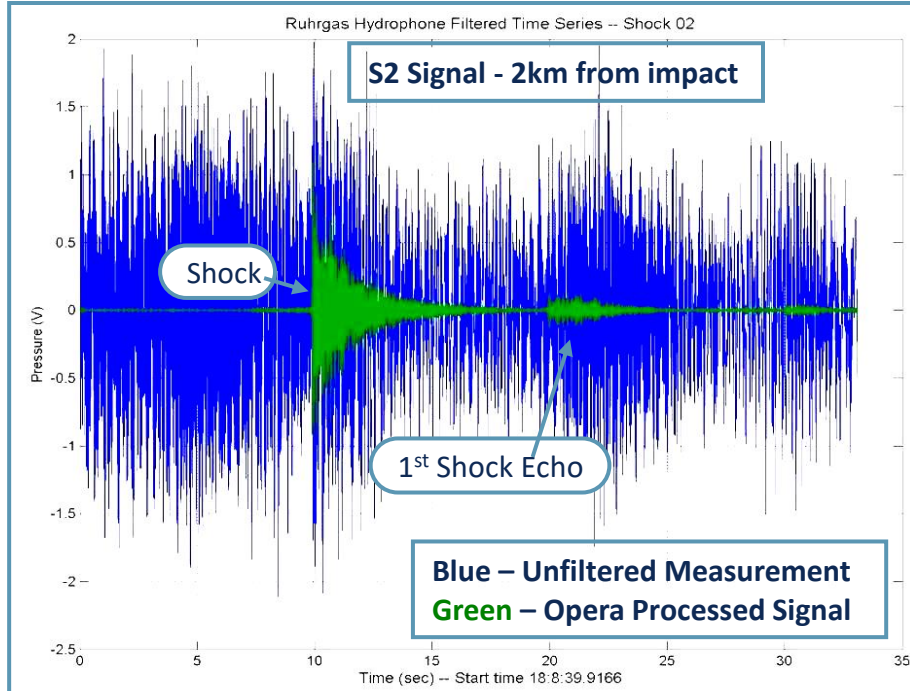
Test of the Threat Scan System



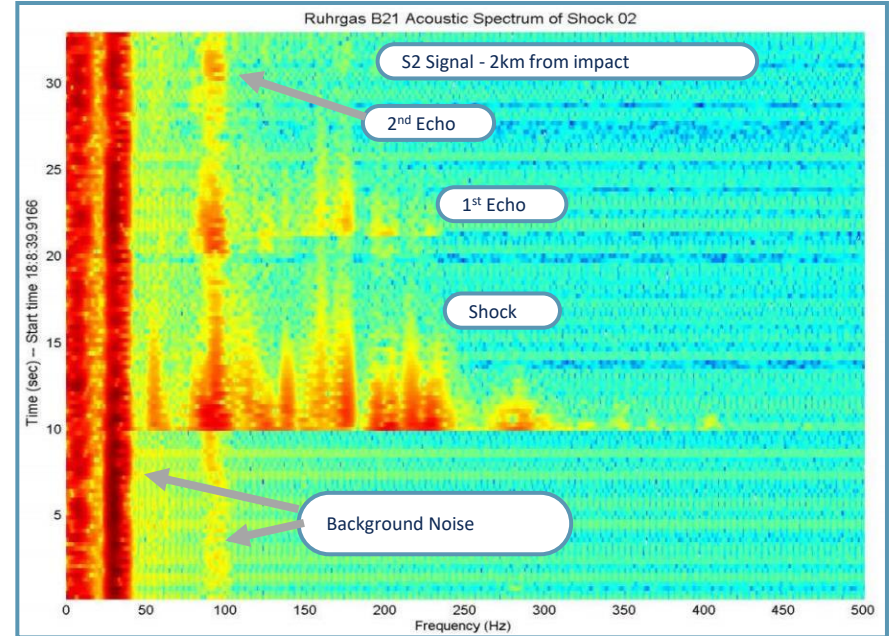
Focus: 3rd party damage: Detection methods

Test of the Threat Scan System

Unfiltered shock signal



Fourier de-composition of the signal

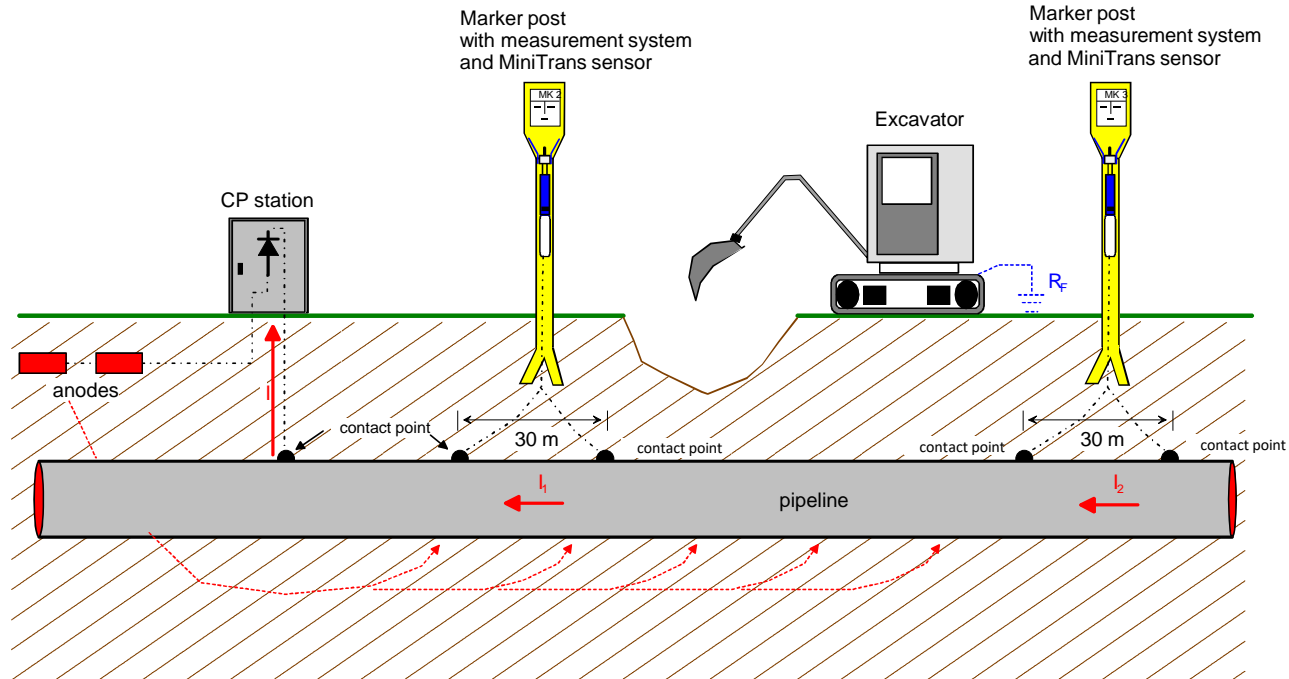


Focus: 3rd party damage: Detection methods

Description and comparison of different innovative technologies

4

Electric monitoring: PipeMon from OGE

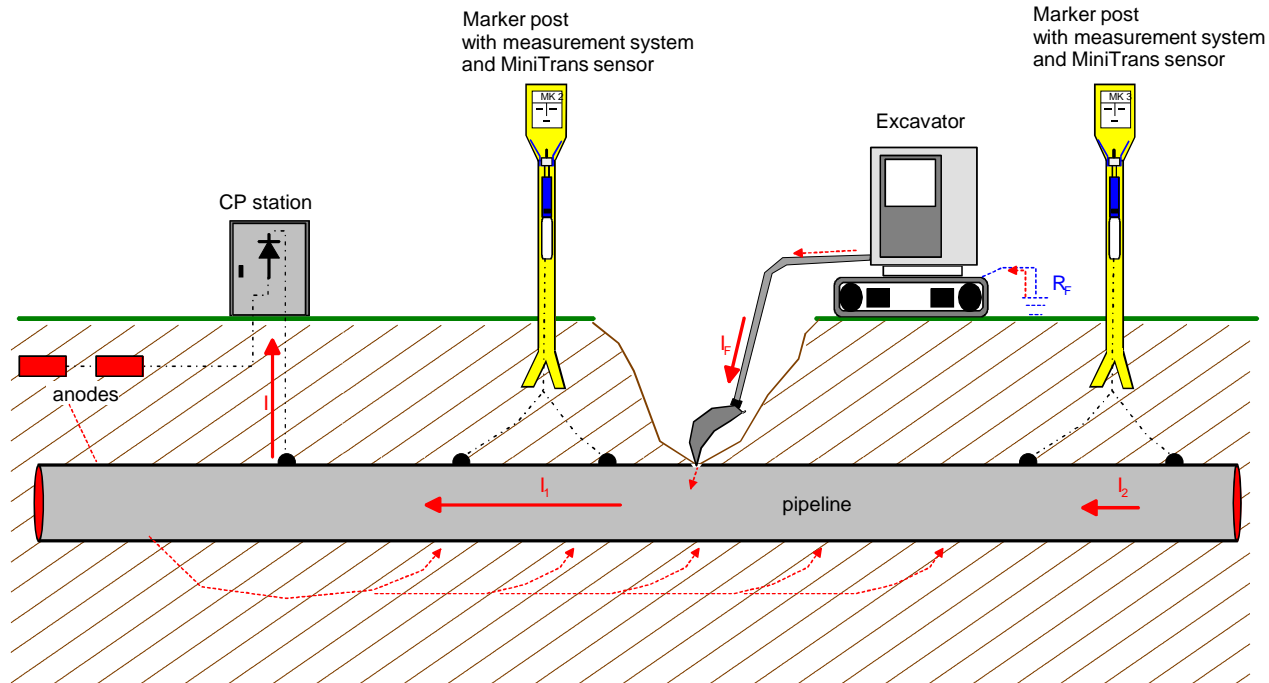


Focus: 3rd party damage: Detection methods

Description and comparison of different innovative technologies

4

Electric monitoring: PipeMon from OGE

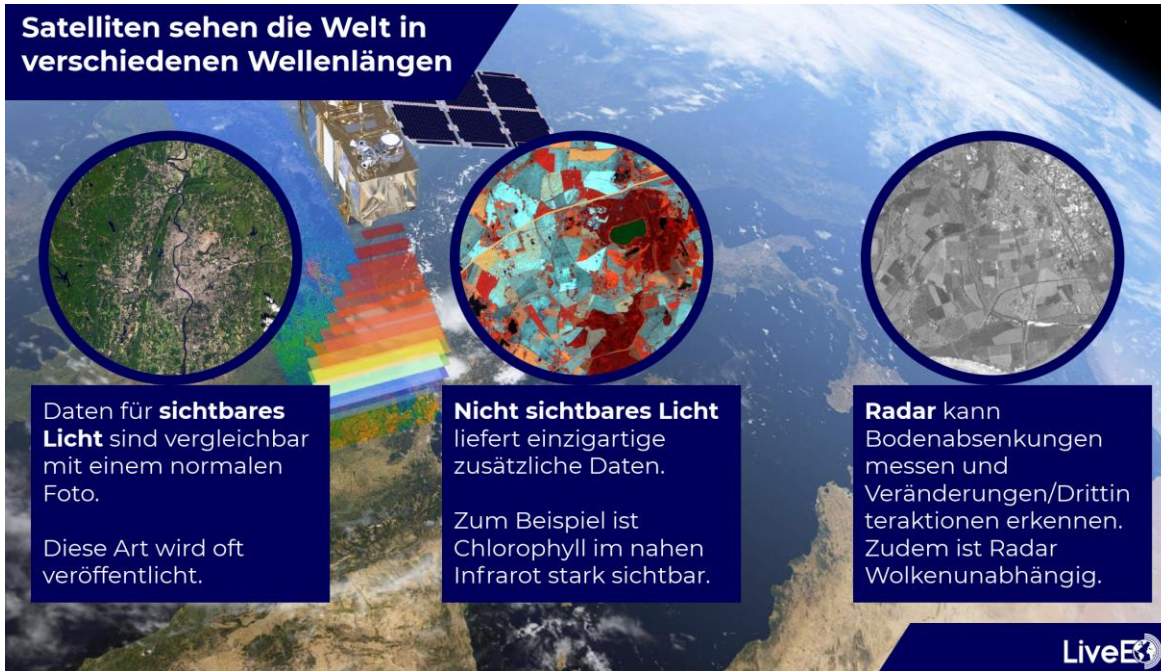


Focus: 3rd party damage: Detection methods

Description and comparison of different innovative technologies

5

Satellite observation



Satelliten sehen die Welt in verschiedenen Wellenlängen

Daten für **sichtbares Licht** sind vergleichbar mit einem normalen Foto.
Diese Art wird oft veröffentlicht.

Nicht sichtbares Licht liefert einzigartige zusätzliche Daten.
Zum Beispiel ist Chlorophyll im nahen Infrarot stark sichtbar.

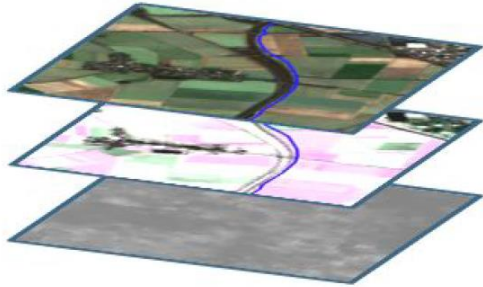
Radar kann Bodenabsenkungen messen und Veränderungen/Drittinteraktionen erkennen. Zudem ist Radar Wolkenunabhängig.

LiveE3

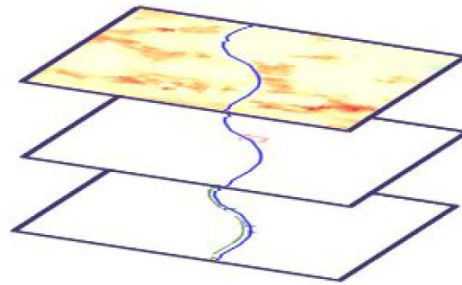
Satellitenüberwachung mit Live-eo

Input:

Anlagen-Standort &
Satellitendaten



LiveEO identifiziert,
erfasst und
verarbeitet die
relevanten Daten



Automatisierte Analyse
mit künstlicher
Intelligenz und
Industrie-Expertise



Output:

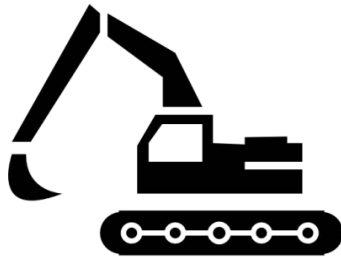
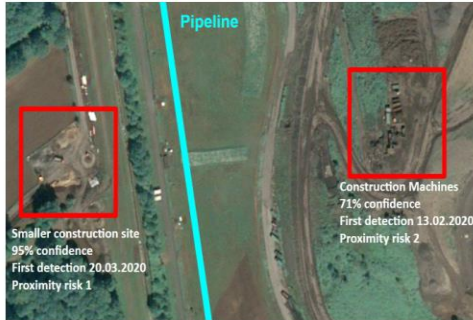
Anlagengenaue
Aktualisierungen



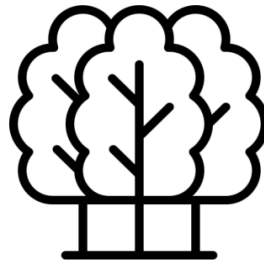
Keine Kenntnisse
über Satellitenbilder
oder Geoinformatik
erforderlich.

Satellitenüberwachung mit Live-eo

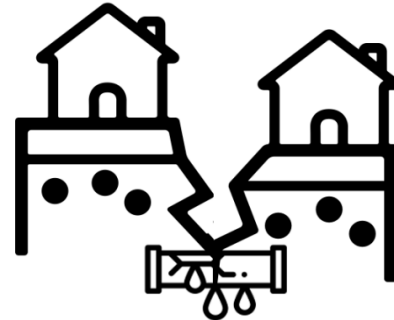
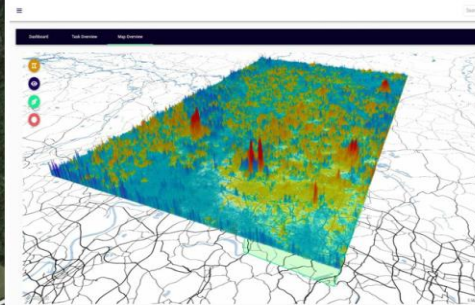
Dritt - interaktionen



Vegetations- Management



Boden- deformationen



Teil 11 – Innovationen

1

Baggerdetektion
(u.a. Threat Scan, PipeMon, Live-eo)

2

Methandetektion
(klassisch und mit Lasertechnologie)

3

Innovative Endanwendungen
(u.a. Pyrolyse@home, Hybrid SOFC)

4

Digitalisierung

Gas detection with gas cameras

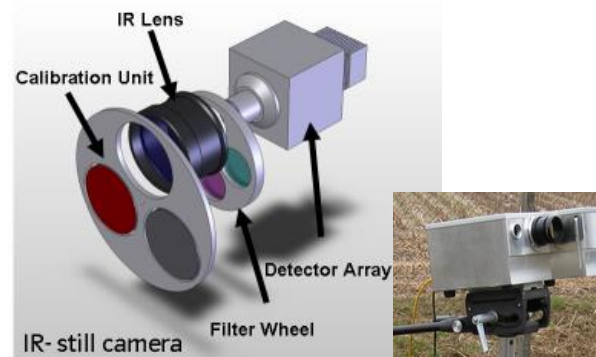
„Problem“

Unknown methane releases in plants



„Solution“

Gas camera detects 100 l/h



Benefit:

- Proof of safe operation or identification of explosion zones
- Fast und efficient leak detection

Air-borne remote monitoring with CHARM®



Yesterday

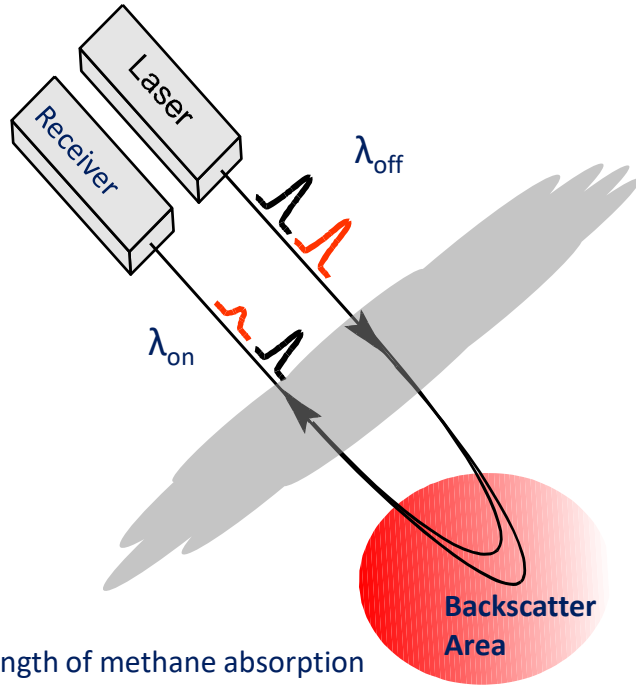


Today



Tomorrow

Gas detection with laser technology



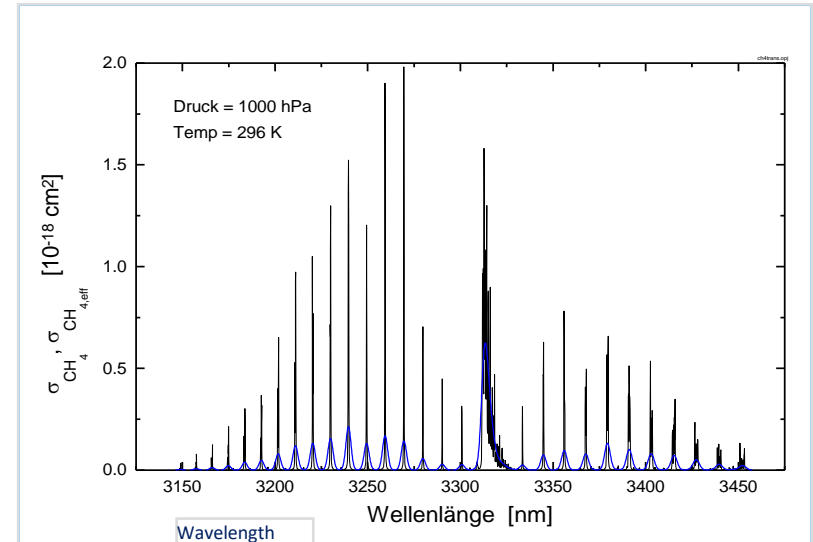
λ_{on} Wavelength of methane absorption

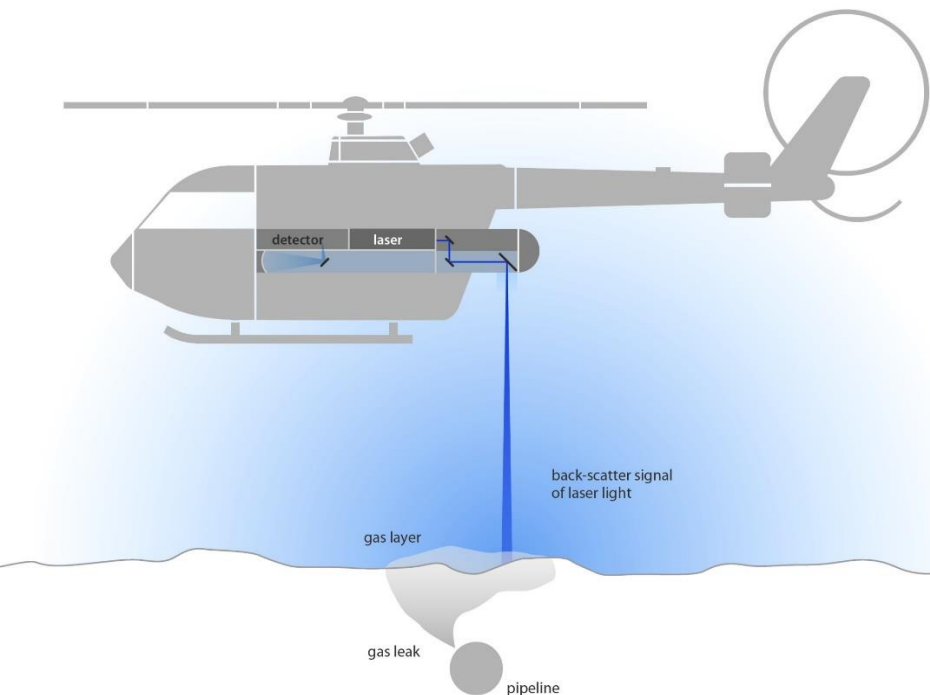
λ_{off} Reference wavelength

Source: DLR

Laser Measurement Principle

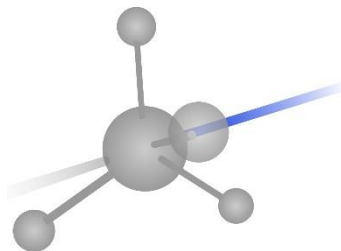
- DIAL - Differential absorption Lidar
- Lidar - Light detection and ranging
- Methane absorption lines at 1,6 μm – 2,3 μm – 3,3 μm





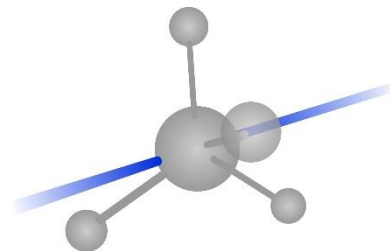
Differential Absorption LIDAR (Light Detection And Ranging)

Laser Licht Absorption
an CH₄-Molekülen bei 3,3 μm



λ_{on}

Mess-Wellenlänge, wird
durch Methan-Moleküle
absorbiert



λ_{off}

Referenz Wellenlänge,
für die Methan
transparent ist

Nicht-fokussierte Laser-Pulse – augensicher

CHARM[®] was born out of the idea to combine methane detection with arial survey

Today's Pipeline Surveillance in Germany

Arial surveillance with small helicopters every month or every fortnight helps to identify Third Party Interference



Innovative leak detection system CHARM®

CHARM - CH4 Airborne Remote Monitoring

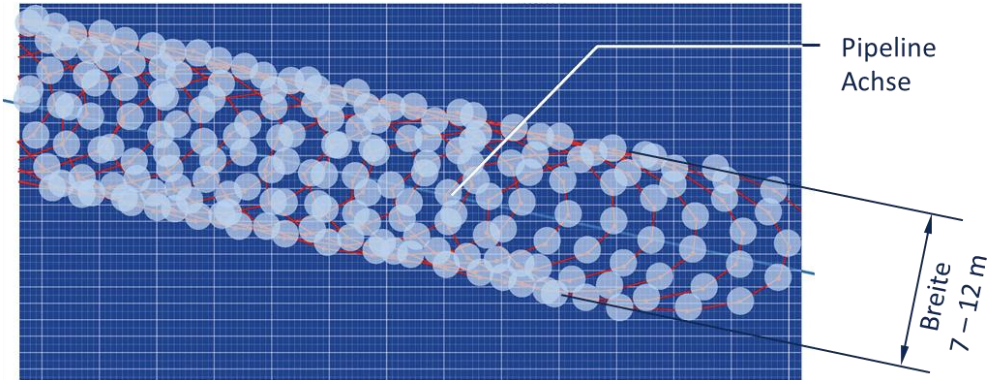
Properties of the system

- Optical gas detection with IR laser light
- Pulsed laser providing two successive rays with different, distinct wavelengths in a double pulse (methane-sensitive and insensitive)
- Measured quantity: gas column density
Unit: ppm×m
- 100 – 1000 double pulses per second. Diameter of illuminated spots on the ground approx. 1m.
- Width of trace on the ground adjustable. Maximum width 12 m.
- Fully automated positioning of laser spots.



Innovative leak detection system CHARM®

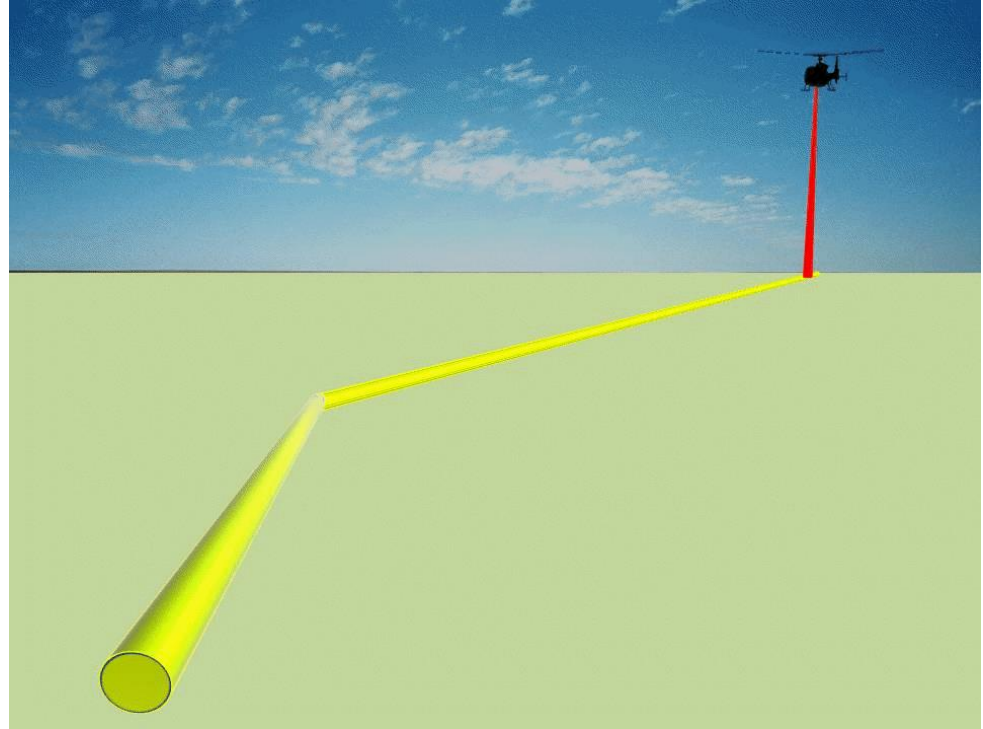
CHARM - CH₄ Airborne Remote Monitoring



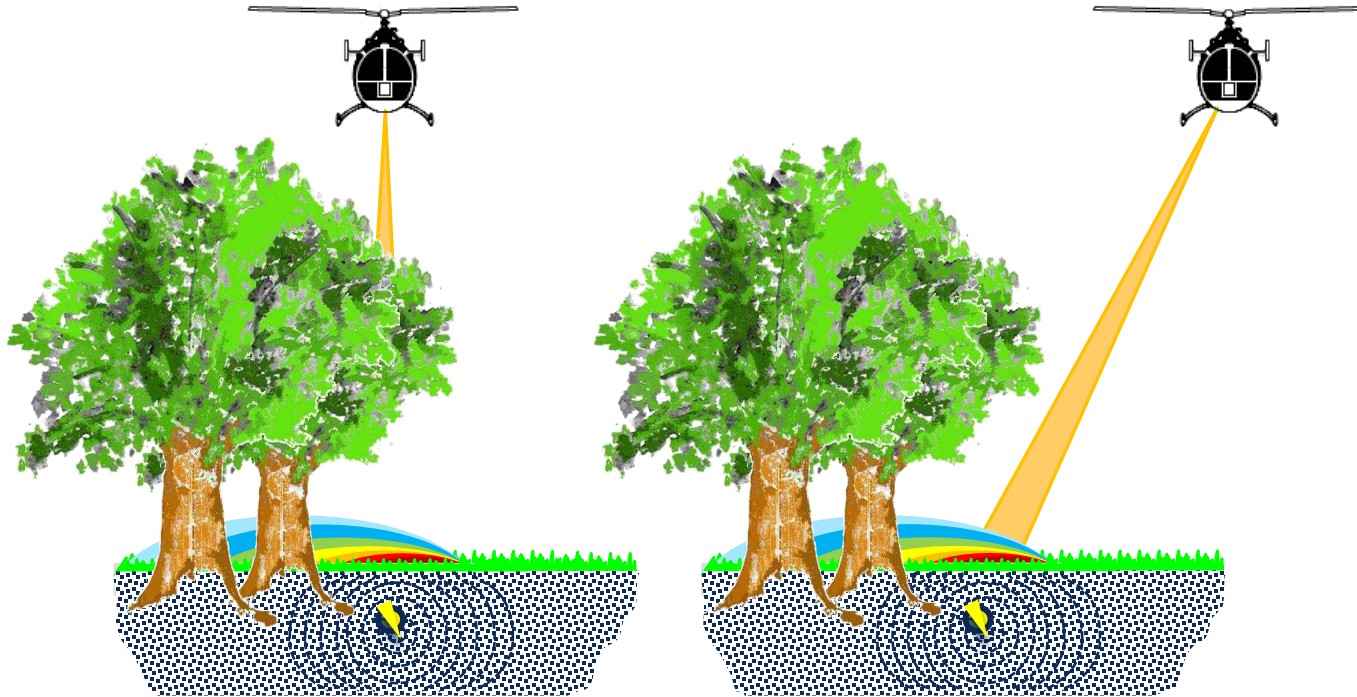
- Laser Pulse werden auf beiden Seiten der Leitung platziert
- Typischerweise werden ~ 33 % der Fläche abgedeckt

Herausforderungen bei Luftgestützter Gasferndetektion

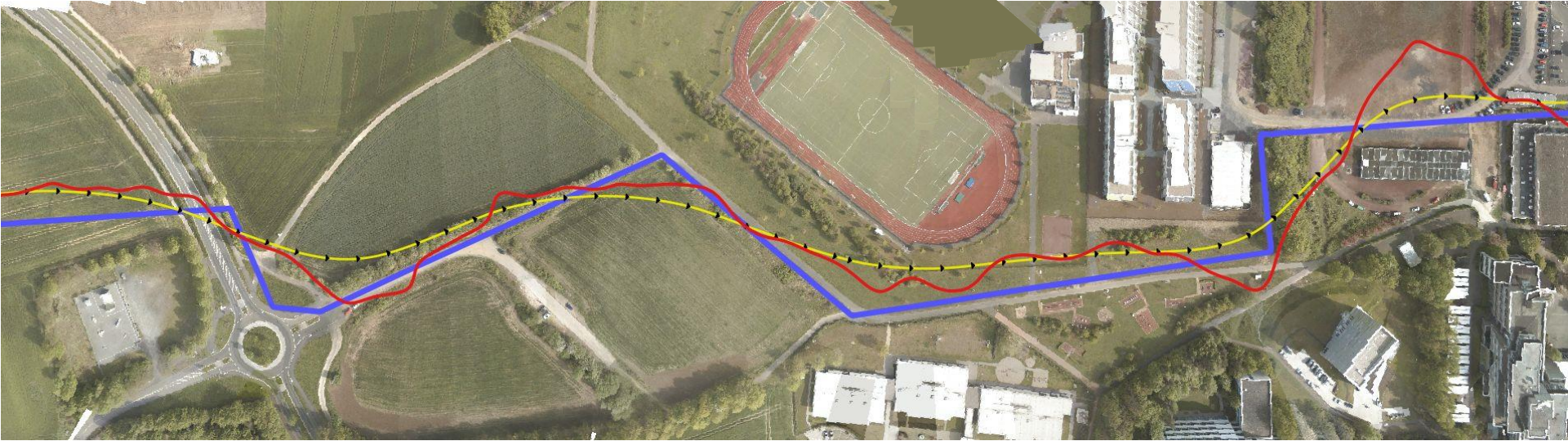
- Große Entfernung zwischen Luftfahrzeug und Leitungstrasse
- Helikopter schweben nicht sanft durch die Lüfte – ständiges Schlingern, Rollen und Kippen
- Gasfreisetzung an der Oberfläche muss nicht unmittelbar oberhalb der Leitung sein



Notwendigkeit eines aktiven, automatischen Zielsystems



Notwendigkeit eines aktiven, automatischen Zielsystems



Pipeline



Flugspur



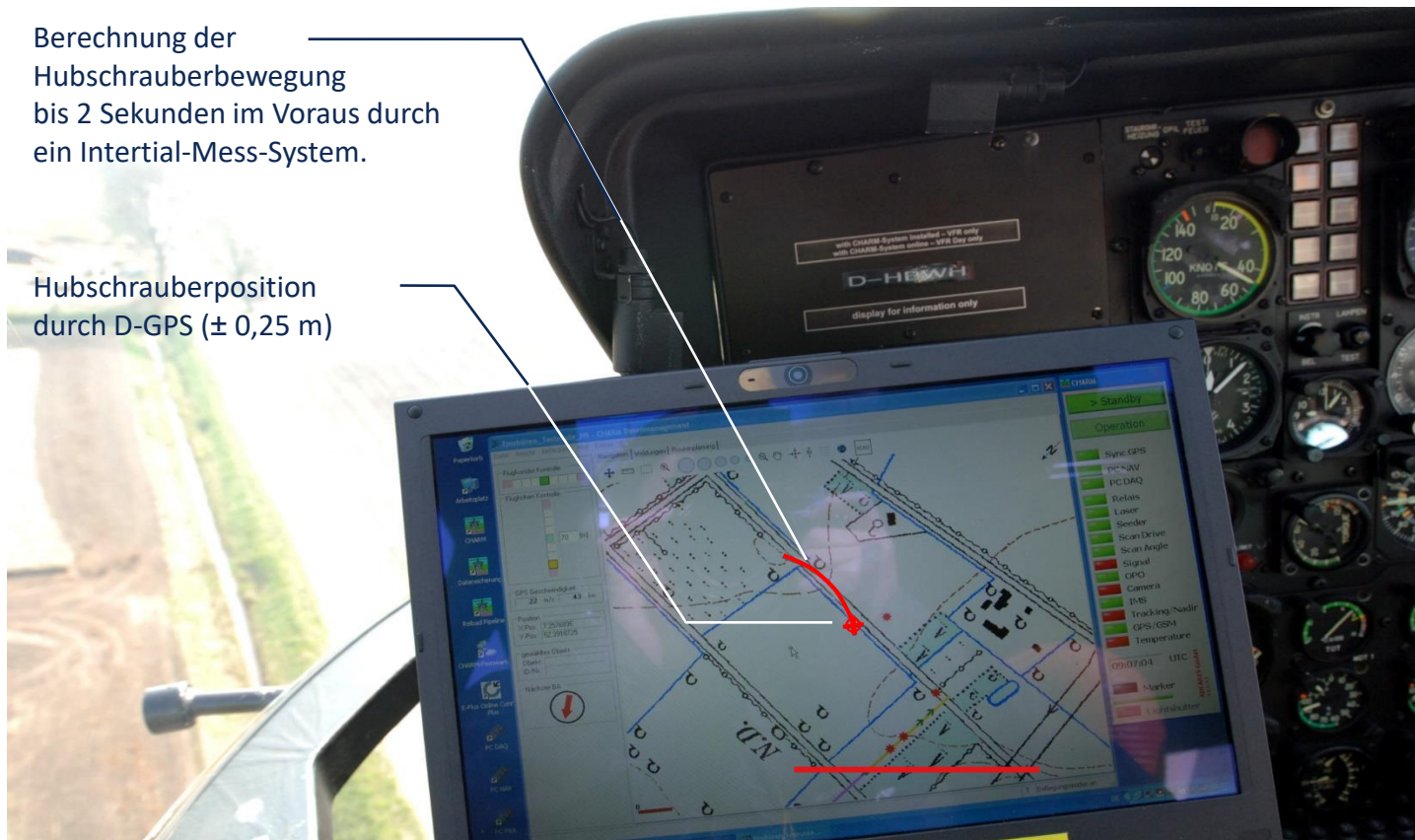
Laserspur am Boden ohne aktives automatisches Zielen



CHARM[®]-Auto-Tracking

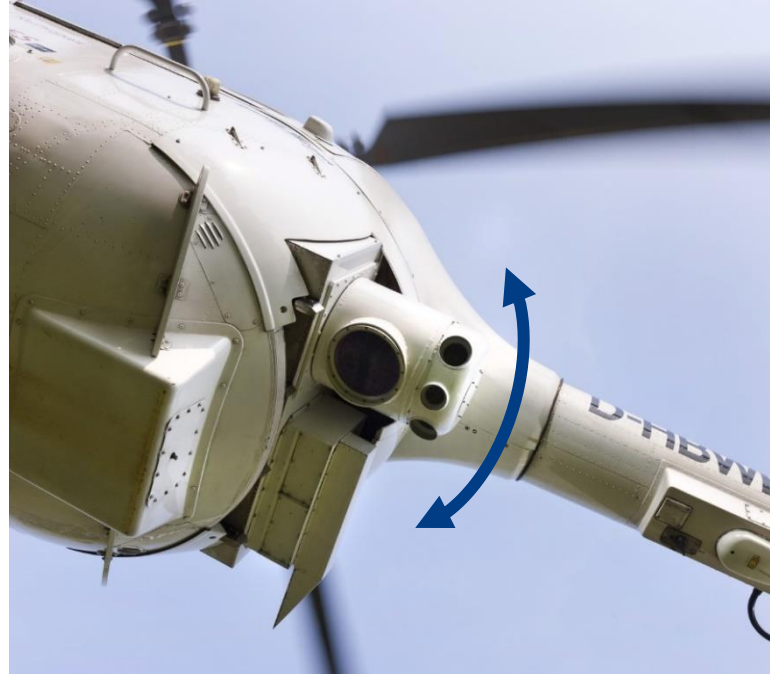
Berechnung der Hubschrauberbewegung bis 2 Sekunden im Voraus durch ein Inertial-Mess-System.

Hubschrauberposition durch D-GPS ($\pm 0,25$ m)



CHARM[®]-Auto-Tracking

- Schwenkbarer Optik-Kopf mit Laser-Fenster und drei Kamera-Fenstern zur Foto-Dokumentation
- Automatisches und Präzises Zielen der Laser-Pulse in Richtung Pipeline-Mittel-Achse mit einer Zielgenauigkeit ≤ 0.5 Meter



Exkurs Kalman-Filter

Bei der Steuerung der Laseroptik des Methan-Mess-Systems CHARM® werden Algorithmen der sog. Kalman-Filter-Technologie eingesetzt. Diese dienen dazu, die Optik in dem sich schnell bewegenden Hubschrauber, der außerdem äußeren Störeinflüssen ausgesetzt ist (Wind), immer auf der „Ziel“ (zu scannendes Pipeline-Segment) auszurichten.



Eine „Nachsteuerung“ kommt hierbei nicht in Betracht, denn das optische System ist massereich und damit träge und die Ansteuerung der Stellmotoren zur Nachjustierung benötigt auch eine kurze Zeitspanne.

Daher muss das System „vorgesteuert“ werden, was nichts anderes heißen soll als: Der zukünftige Systemzustand (Position und Lage des Hubschraubers) ist mit hoher Präzision vorherzusagen, um frühzeitig die Optik in Position zu bringen.

Zu diesem Zwecks wird im System CHARM® der Prognose-Algorithmus des sog. **Kalman-Filters** eingesetzt, der seine erste berühmte Anwendung in den Apollo-Missionen fand. Das Filter-Prinzip wird nachfolgenden erläutert.

Exkurs Kalman-Filter

Das Kalman-Filter ist ein Verfahren der angewandten Stochastik, um den zukünftigen Zustand eines dynamischen Systems vorherzusagen. Das dynamische System ist dabei zufälligen Störgrößen (Kräften) ausgesetzt. Einige Systemkomponenten werden jedoch einer Beobachtung unterzogen. Auch die Beobachtungsdaten können prinzipiell gestört („verrauscht“) sein.

Beschreibung des Systemzustandes:

$$X_{t+1} = \mathbf{F}(t + 1, t) X_t + B_t$$

Differenzgleichung (Bewegungsgl.) zur zeitl. Entwicklung des Systemzustandes

mit X_t

n -Vektor des zeitabhängigen Systemzustandes

$\mathbf{F}(t + 1, t)$

$n \times n$ -linearisierte und zeitabhängige „Kraftmatrix“

B_t

n -dimensionale Zufallszahl (diskrete Brownsche Bewegung)

mit Erwartungswert Null und mit der Varianzmatrix $\mathbf{Q}(t) = \langle B_t \cdot B_t^T \rangle$

Beobachtet wird:

$$Z_t = H(t) X_t$$

mit Z_t

m -Vektor (Beobachtungsvektor)

$H(t)$

$m \times n$ -Matrix

Exkurs Kalman-Filter

Auf der Basis der Beobachtungen z_1, z_2, \dots, z_n wird der beste Schätzer des zukünftigen Systemzustandes gesucht, abgekürzt mit \hat{X}_{n+1}

Lösung:

$$\tilde{F}(n+1, n)$$

$$\hat{X}_{n+1} = [\mathbf{F}(n+1, n) - \mathbf{K}(n) \cdot \mathbf{H}(n)] \hat{X}_n + \mathbf{K}(n) z_n$$

(*)

mit $\mathbf{K}(n) = \mathbf{F}(n+1, n) \cdot \mathbf{P}(n) \cdot \mathbf{H}(n)^T \cdot [\mathbf{H}(n) \cdot \mathbf{P}(n) \cdot \mathbf{H}(n)^T]^{-1}$

(**)

$$\mathbf{P}(n) = \tilde{F}(n, n-1) \cdot \mathbf{P}(n-1) \cdot [\tilde{F}(n, n-1)]^T + \mathbf{Q}(n-1)$$

Die Matrix K heißt „Zielmatrix“. Sie kann in diesem einfachen Fall „offline“ berechnet werden.

Exkurs Kalman-Filter

Schreibt man die Kalman-Filtergleichungen

$$\hat{X}_{n+1} = [\mathbf{F}(n+1, n) - \mathbf{K}(n) \cdot \mathbf{H}(n)] \hat{X}_n + \mathbf{K}(n) z_n$$

etwas um, so erhält man

$$\hat{X}_{n+1} = \mathbf{F}(n+1, n) \hat{X}_n + \mathbf{K}(n) (z_n - \mathbf{H}(n) \hat{X}_n)$$

Der Schätzer bewegt sich daher wie der Mittelwert, jedoch um den zweiten Term auf der rechten Seite korrigiert.

Interpretation des Kalman-Filters (und mathematische Herleitung):

Der „Schätzer“ \hat{X}_{n+1} für den zukünftigen Systemzustand lässt sich auf verschiedene Arten interpretieren:

1. Er ist der bedingte Erwartungswert der Zufallsgröße X_{n+1} unter der Bedingung, dass die Messgrößen die Werte z_1, z_2, \dots, z_n angenommen haben. In Formeln:

$$\hat{X}_{n+1} = E(X_{n+1} | z_1, z_2, \dots, z_n)$$

Exkurs Kalman-Filter

Die Matrix $\mathbf{P}(n)$ gibt die „Schätzgenauigkeit“ wieder. Sie stellt die Varianz des Schätzers dar, d.h. es gilt:

$$\mathbf{P}(n) = E \left((X_n - \hat{X}_n) \cdot (X_n - \hat{X}_n)^T \right)$$

2. Wenn der Anfangszustand X_0 normalverteilt ist, so wie das Systemrauschen B_t , ist der Schätzer eine lineare Funktion der Messdaten, d.h.:

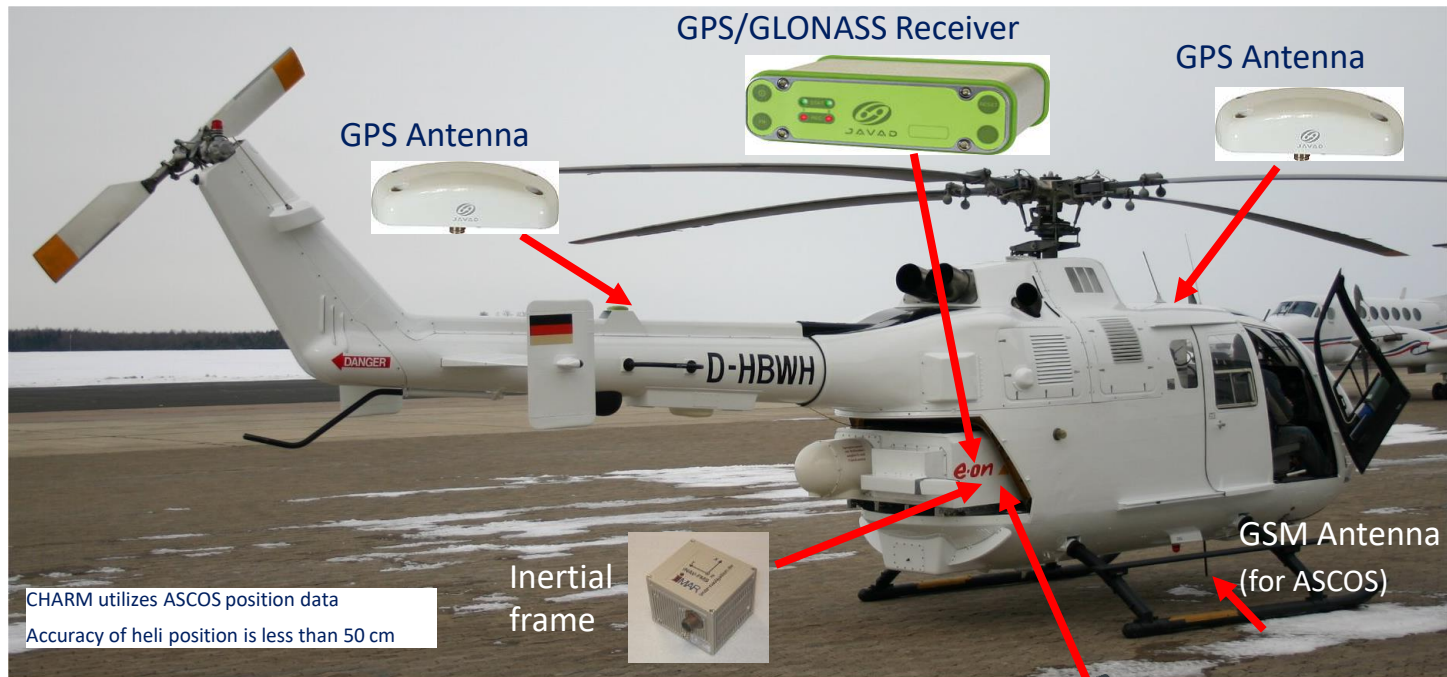
$$\hat{X}_{n+1} = \sum_{i=0}^n \mathbf{A}(i) z_n \quad \text{mit einer Schar von passenden Matrizen } \mathbf{A}$$

3. Dann lässt sich zeigen, dass der bedingte Erwartungswert der beste aller Schätzer ist, der die gesamte Historie der Messungen berücksichtigt.
4. Der Vorteil der Gleichung (*) ist der, dass sich dieser komplexe Schätzer iterativ berechnen lässt und dabei immer auf dem gerade zuvor ermittelten Schätzwert aufsetzt.

Verallgemeinerungen des Kalman-Filters:

1. Häufig findet man in der Bewegungsgleichung noch einen „Steuerungsvektor“, mit dem eine weitere Kraft simuliert wird, die das Objekt auf einem „Kurs“ halten soll. Daher ist das Kalman-Filter auch Thema in der Control-Theorie.
2. Etwas allgemeiner werden die Filter-Gleichungen, wenn man in der Beobachtungsgleichung ein Störuschen auftaucht. Dann lässt sich die Gleichung für \mathbf{P} nicht mehr offline berechnen.
3. Ist $\mathbf{H}(n) \cdot \mathbf{P}(n) \cdot \mathbf{H}(n)^T$ nicht invertierbar, so rechnet man in Gleichung **(**)** mit der sog. Pseudo-Inversen.
4. Das Kalman-Filter lässt sich auch auf ARMA-Prozesse (Auto-Regressive-Moving Average) ausweiten. Dabei taucht auf der rechten Seite der Bewegungsgleichung nicht nur der Systemzustandsvektor des zurückliegenden Zeitschrittes auf, sondern auch weitere Vergangenheitsdaten.
5. Kennt man das Dynamische System nicht vollständig, d.h. sind „Kräfte“ $\mathbf{F}(n, n-1)$ auf der rechten Seite von **(*)** unbekannt, aber konstant, so kann man das System um diese Unbekannten erweitern und ebenfalls im Verlauf der Messung mit schätzen lassen. Man spricht dann von selbst-adaptierenden Filtern.
6. Beim Übergang von der diskretisierten Darstellung zur kontinuierlichen erhält man die sog. Kalman-Bucy-Filter-Gleichungen, die aufgrund der Nicht-Differenzierbarkeit des Brownschen Prozesses in der Systemgleichung mathematisch schwieriger zu behandeln sind.

Technical equipment of CHARM® (first generation) to measure position, velocity and acceleration of the helicopter



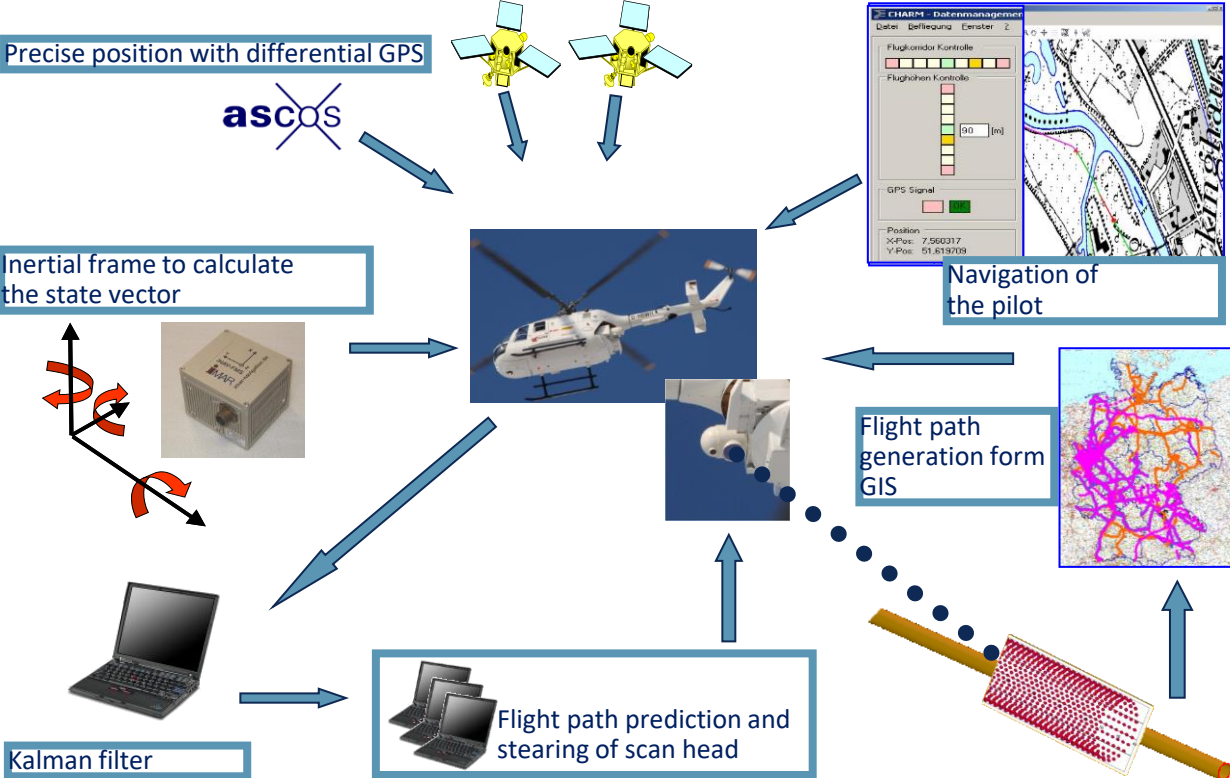
CHARM (CH4 Air Remote Monitoring)

GSM Modems
(for ASCOS)

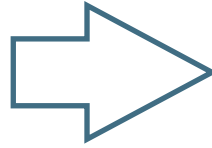


Data exchange and data handling of CHARM® (first generation)

CHARM - CH4 Airborne Remote Monitoring



CHARM[®] zweite Generation



- Neuer Laser mit 10 mal höherer Frequenz
- Neuer Helikopter mit längerer Flugzeit
- Erhöhung der Netto-Überprüfungskapazität
- Reduzierung der spezifischen Kosten

Zulassung von CHARM[®] gemäß Merkblatt G 501

Aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Testflüge hat DVGW-G-TK-GTL entschieden, dass CHARM[®] für die oberirdische Überprüfung von Gashochdruckleitungen gemäß G 466-1 geeignet ist.

Gleichzeitig wurden somit die Anforderungen des Merkblattes G 501 festgelegt.

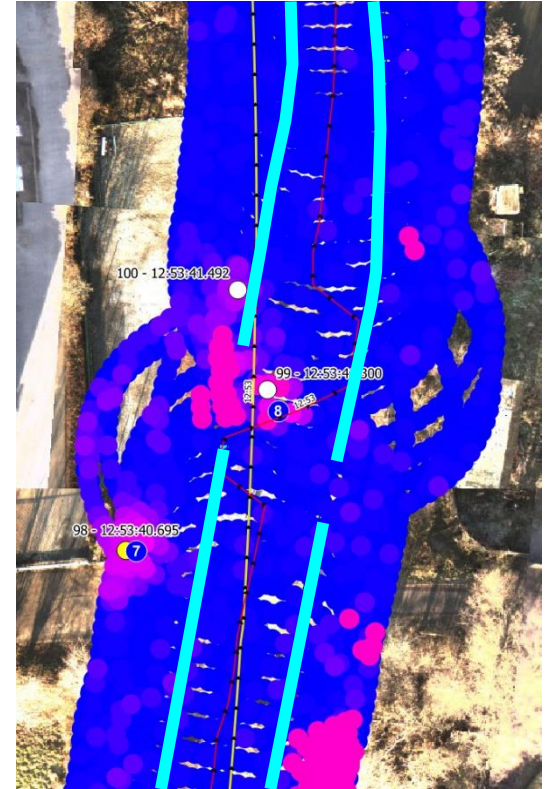
	CHARM-1	CHARM-2
Fluggeschw.	50 - 90 km/h	70 - 190 km/h
Höhe	80 - 120 Meter	80 - 150 Meter
Frequenz	100 Hz Doppel-Pulse	1.000 Hz Doppel-Pulse
Leckraten	150 l/h ≥ 100 l/h 20 l/h	150 l/h ≥ 100 l/h 20 l/h
Windgeschw.	5,5 m/s ≤ 3,5 m/s 2,0 m/s	16 m/s ≤ 10 m/s 3,0 m/s

CHARM-1



Eine Pipeline in **zwei**
Überflügen überprüft

CHARM-2

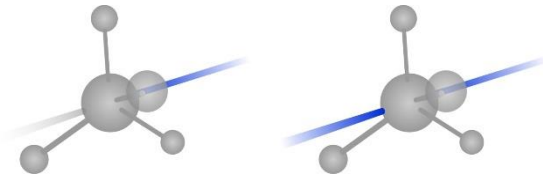


Beide Pipelines plus
Armaturenstation
in einem Überflug
überprüft

CHARM[®] unterscheidet sich von anderen luftgestützten Leckerkennungssystemen

Sensitivität

Verwendet einen 3,3 μm Laser und DIAL*-Prinzip um Spuren von Methan zu detektieren



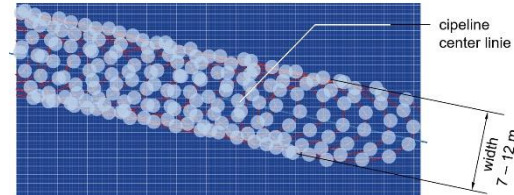
Auto-Tracking

Gezielte Laserpulse auf die Mitte der Pipeline mit einer Genauigkeit von < 0,5 m



Scanning

Verwendung eines Scanners, um mit Laserpulsen einen Korridor aufzuspannen – nicht nur eine Linie



Zuverlässigkeit

Einziges System, das die Richtlinie G 501 des DVGW erfüllt



* DIAL – differential absorption LIDAR

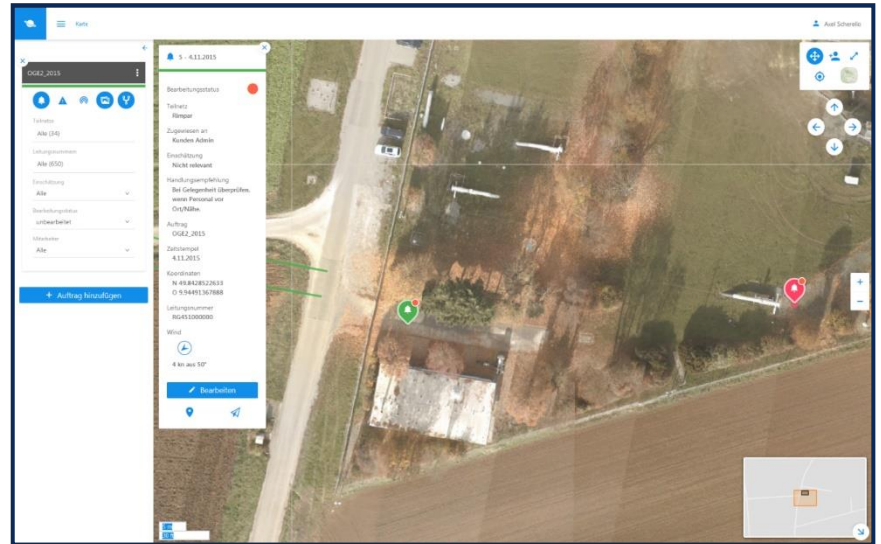
Vorgehensweise und Nutzen durch CHARM®

- Befliegung von 20 % des eigenen OGE-Netzes
- ohne Ballungsräume, da hier hohe Präsenz des Betriebspersonals
- Bereitstellung der CHARM-Kapazitäten für weitere Ferngas-Netzbetreiber europaweit
- Sicherheit
- Kostenreduktion, durch frühzeitige Reparatur kleiner Defekte
- Nachweis der Vermeidung flüchtiger Methan-Emissionen auf Leitungen und Armaturen-Stationen

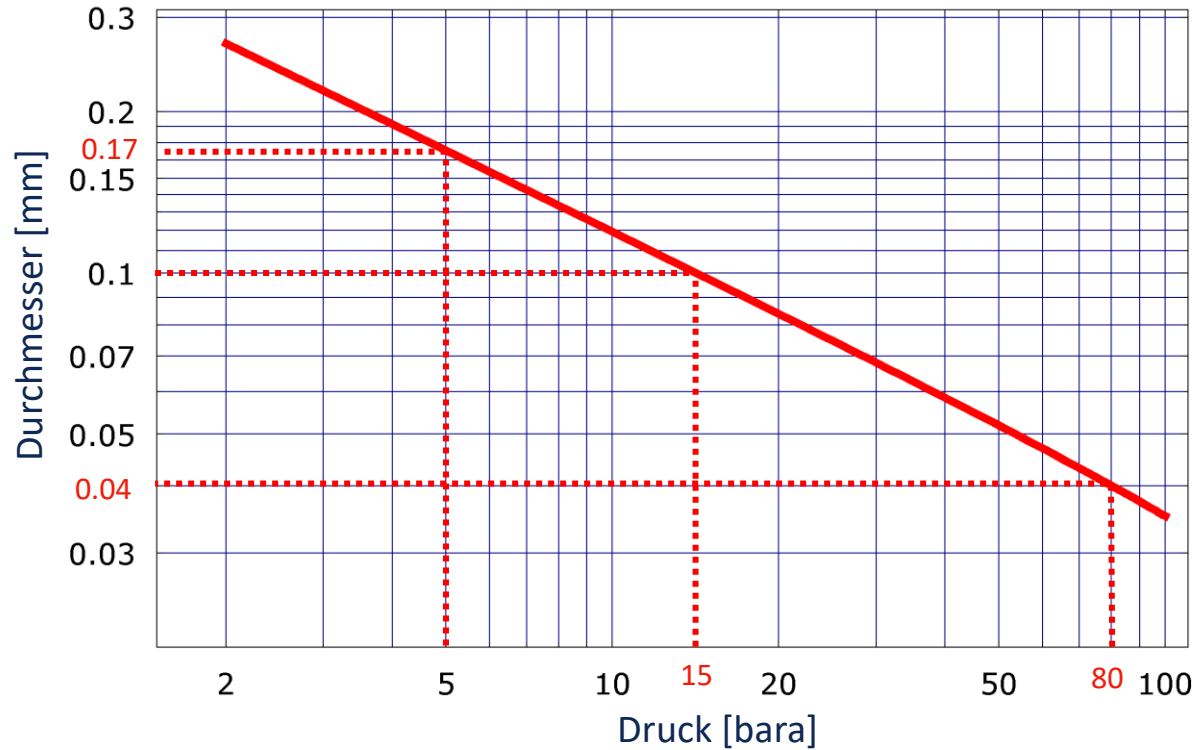


CHARM[®] Leistungsumfang

- Automatische Dokumentation der Leitungsüberprüfung
- Fotodokumentation der Befliegung ermöglicht Aussagen zum Zustand der Leitungstrassen
- Sofortige Meldung potentiell gefährlicher Methan-Indikationen per SMS
- Präzise Datenauswertung samt Bewertung (Freisetzung/Einwehung) daher keine unnötigen Überprüfungen vor Ort
- Effektive und praktikable Datenbereitstellung über Internet-Portal



Leck-Durchmesser bei 100 l/h Leckrate



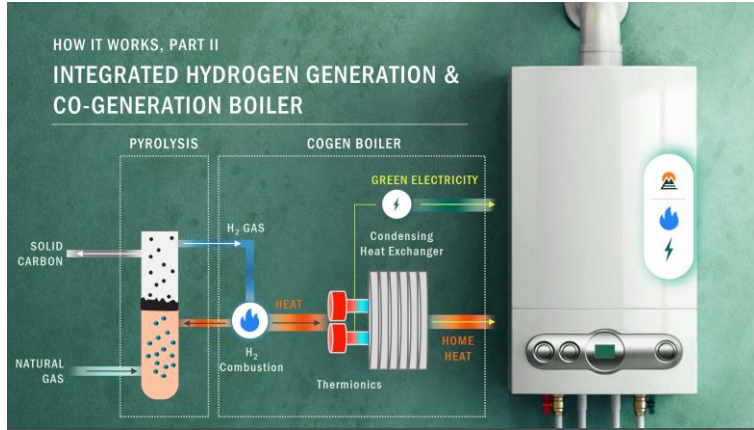
Teil 11 – Innovationen

- 1 Baggerdetektion
(u.a. Threat Scan, PipeMon, Live-eo)
- 2 Methandetektion
(klassisch und mit Lasertechnologie)
- 3 Innovative Endanwendungen
(u.a. Pyrolyse@home, Hybrid SOFC)
- 4 Digitalisierung

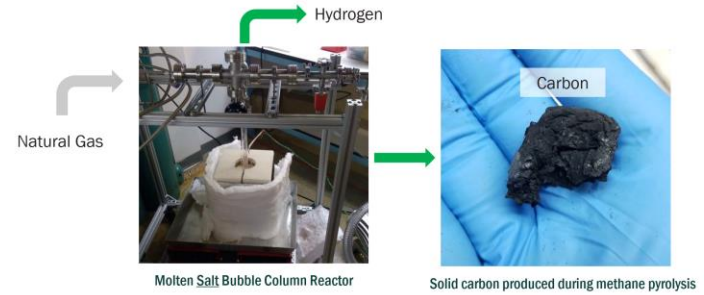
Hydrogen in appliances: transport, heating, ... and efficiency and emission reduction

Hydrogen in domestic heating

Pyrolysis@home? An interesting R&D project



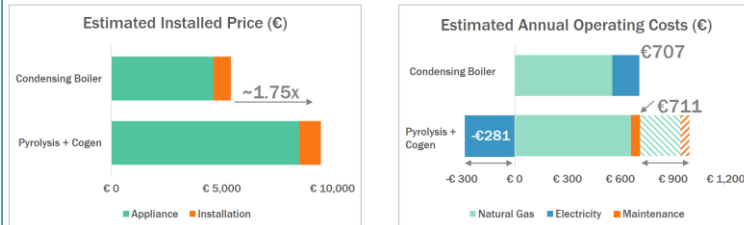
Technology Proof of Concept: Lab-Scale Demo



MODERN ELECTRON

DECARBONIZATION 2020 11

Electricity bill savings from thermionic cogeneration offsets increased natural gas bills for hydrogen



Assumptions:

- Single family home in Germany
- 4300 hours of heating system annual runtime
- 2 kW average heat required during runtime

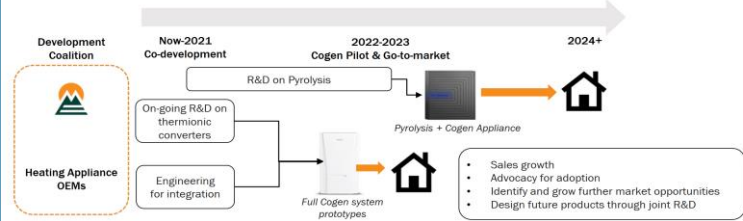
- 400 W co-gen power out used to self-supply electrical power for heating appliance and reduce home electricity bill
- Here we are NOT including value of carbon black; revenue can be >\$500/yr/home

MODERN ELECTRON

INVESTOR DECK 2020 12

We're Building a Coalition to Develop Cogen (and possibly distributed H₂ appliance)

- We have interest from several leading EU OEMs in jointly developing the thermionic Cogen product for wall-hanging residential boilers
- Performing due diligence on the distributed H₂ opportunity – should we invest more?








MODERN ELECTRON

INVESTOR DECK 2020 13



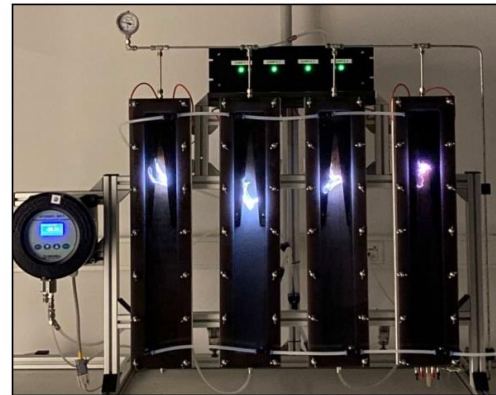
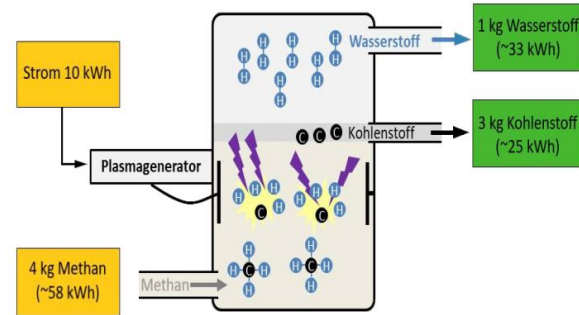
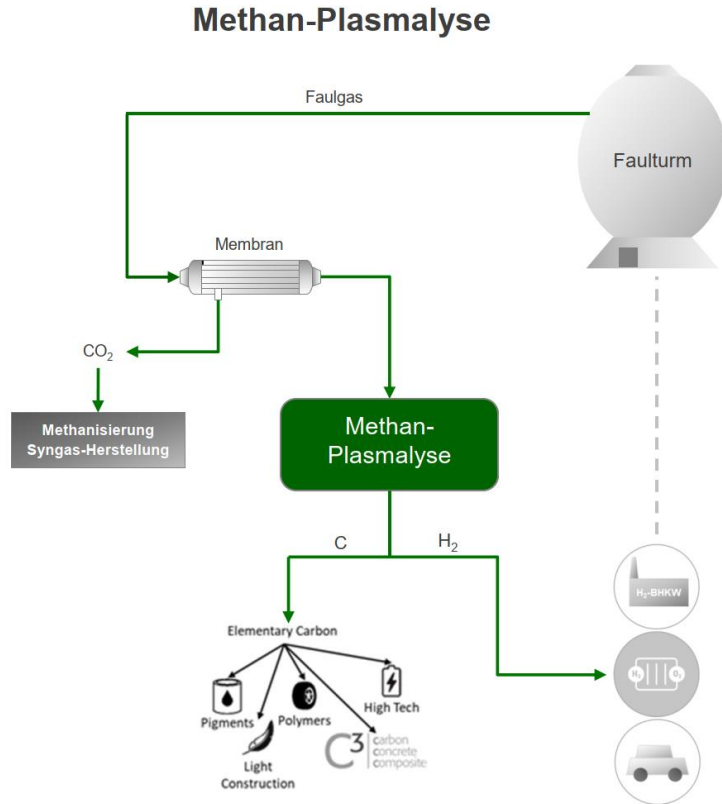
Pyrolyse vor Ort: Gewinner des Innovationspreises im Jahr 2020

Die Preisträger

Effiziente Energie-konzepte 	Mobilität & Verkehr 	Kommune & Klimaschutz 	Forschung & Entwicklung 	Innovative Produkte 
Graforce GmbH, 12489 Berlin	CM Fluids, 85296 Rohrbach;	Energieversorgung Mittelrhein AG, 56073 Koblenz	Institut für Fluiddynamik, Helmholtz-Zentrum 01328 Dresden	Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart-Feuerbach
Emissionsfreie Heizung mit negativer CO ₂ -Bilanz des Mercure Hotel MOA Berlin, Kombination von Methan Plasmalyse zur H ₂ -Erzeugung aus Biomethan, H ₂ - BW-kesseln u. PV	BioLNG im Range- Extender zum Upgrade für Dieselbusse	Regionaler Gestalter der Energiewende mit Gas	Erforschung der Blasenbildung in Elektrolyseuren	Stationäres, brennstoffflexibles Brennstoffzellen- system (Solid Oxide Fuel Cell)

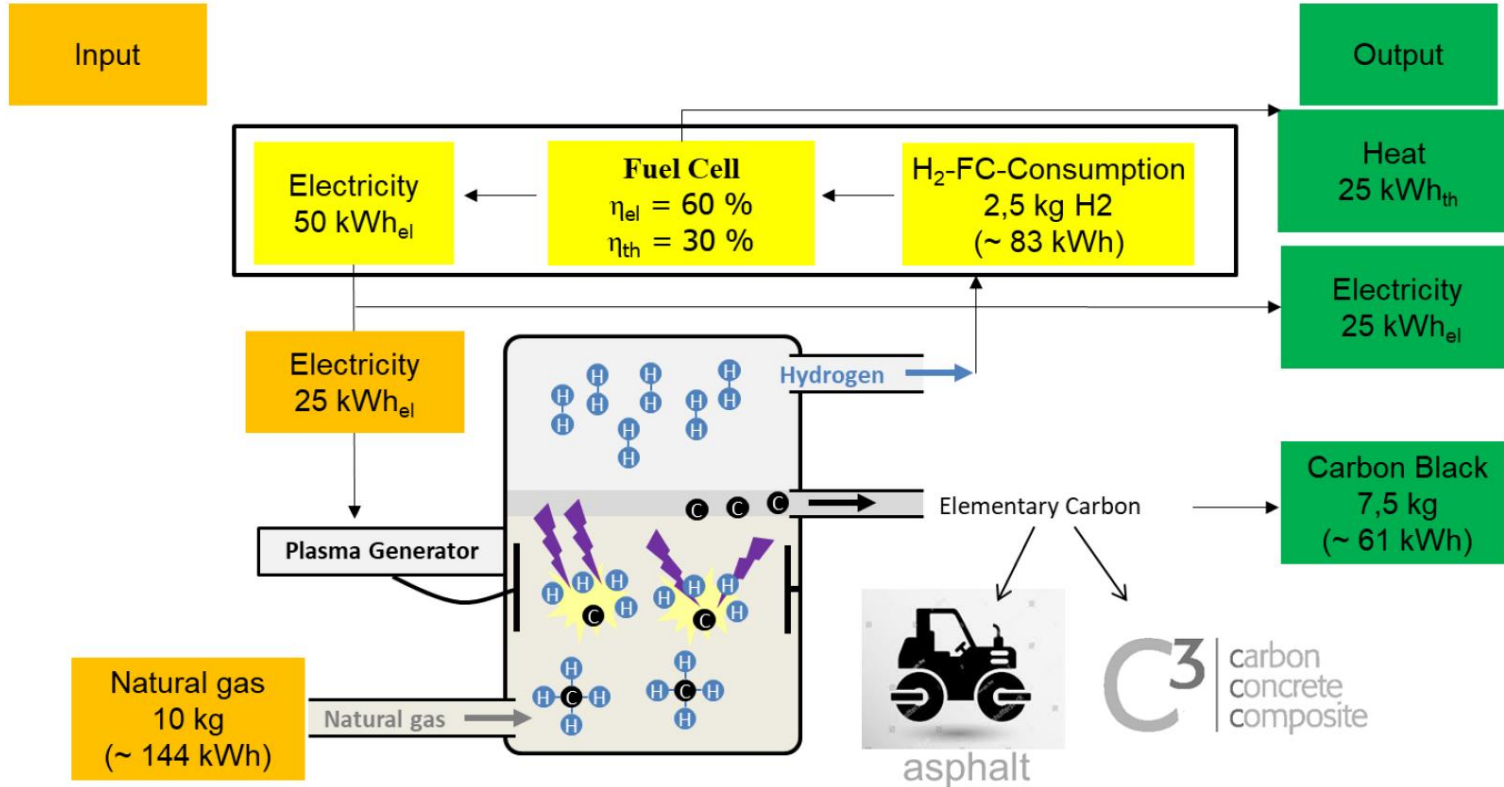
ausgewählt aus 78 Bewerbungen

Zur Methan-Pyrolyse: Das Plasmalyse-Verfahren



Quelle/Verfahren: Graforce 10/2020

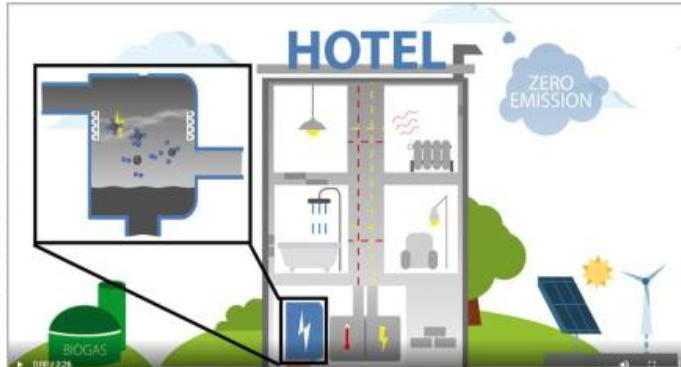
Zur Methan-Pyrolyse: Energiebilanz des Verfahrens



Quelle/Verfahren: Graforce 10/2020

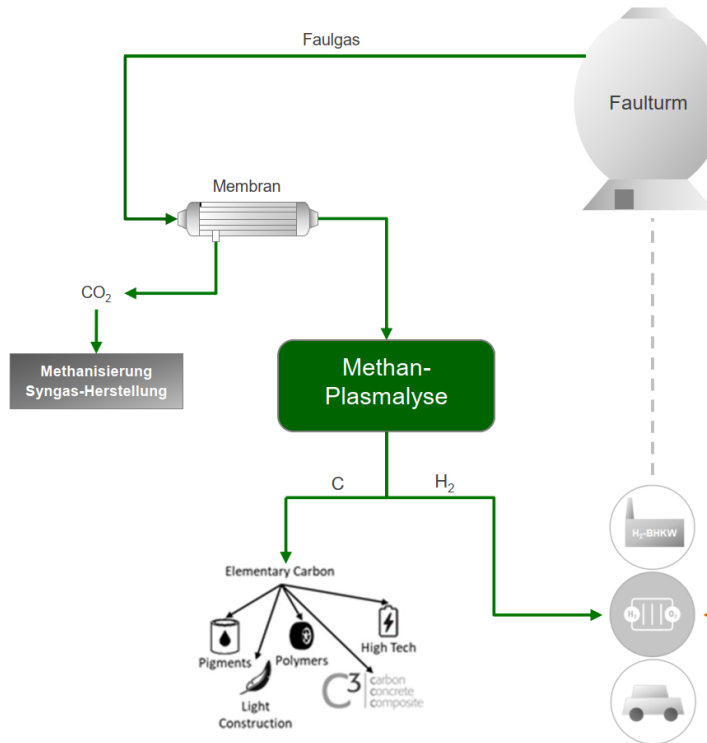
Emissionsfreie Heizung mit negativer CO₂-Bilanz im Mercure Hotel MOA Berlin

- Kombination von neuartiger Methan Plasmalyse zur H₂-Erzeugung aus Biomethan, in Verbindung mit H₂-BW-Kesseln u. PV, Anlage zur Spaltung von Erdgas/Biomethan in Wasserstoff und Kohlenstoff
- Kein CO₂ wird abgegeben, Kohlenstoff fällt in weiter nutzbarer Reinform aus dem Prozess aus

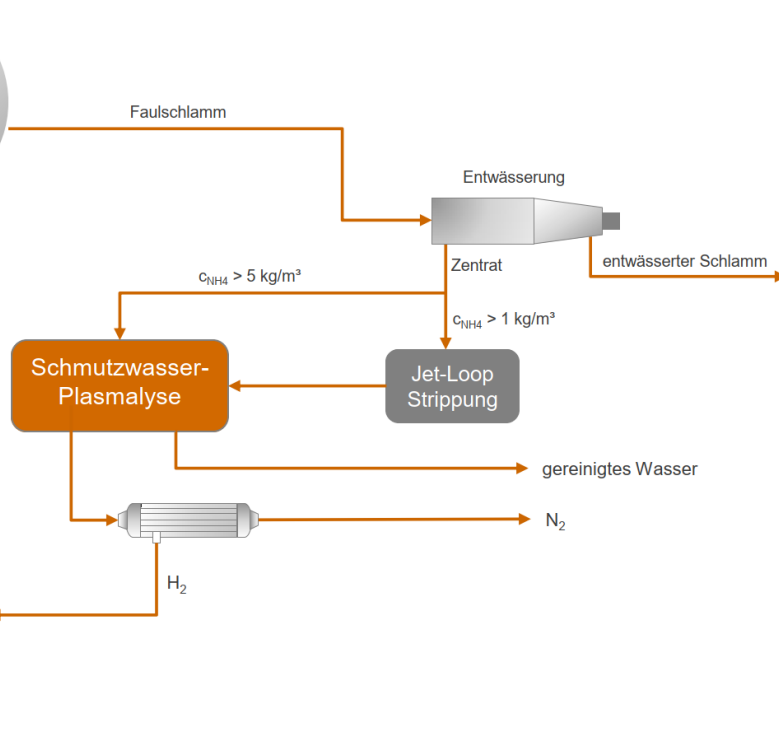


Andere Pyrolyse-Verfahren

Methan-Plasmalyse

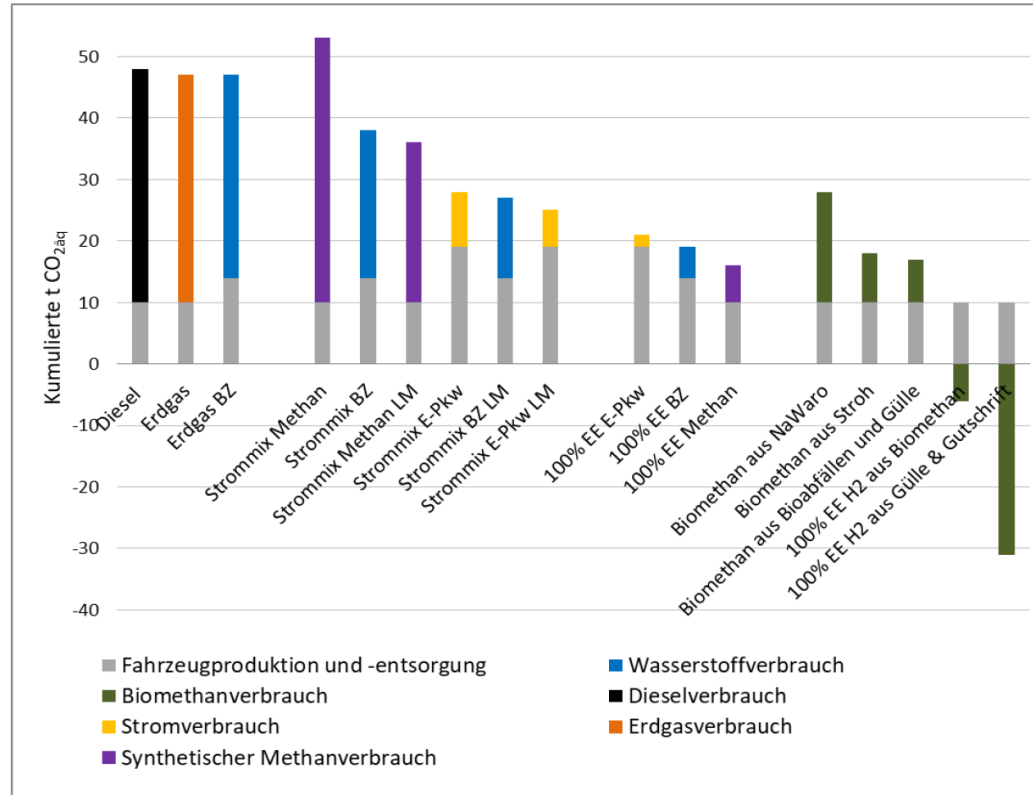


Schmutzwasser-Plasmalyse



Quelle/Verfahren: Graforce 10/2020


Well-toWheel-Analyse verschiedener Mobilitätskonzepte



Quelle/Verfahren: Graforce 10/2020

Pyrolyse vor Ort: Gewinner des Innovationspreises im Jahr 2020

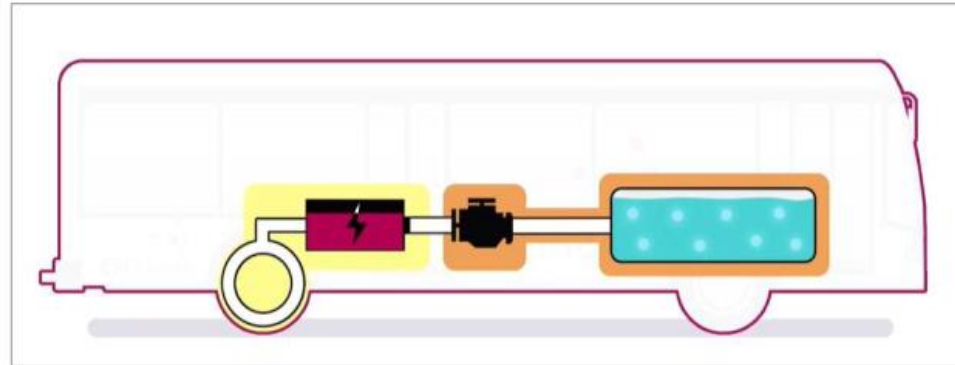
Die Preisträger

Effiziente Energie-konzepte 	Mobilität & Verkehr 	Kommune & Klimaschutz 	Forschung & Entwicklung 	Innovative Produkte 
Graforce GmbH, 12489 Berlin Emissionsfreie Heizung mit negativer CO ₂ -Bilanz des Mercure Hotel MOA Berlin, Kombination von Methan Plasmalyse zur H ₂ -Erzeugung aus Biomethan, H ₂ -BW-kesseln u. PV	CM Fluids, 85296 Rohrbach; BioLNG im Range-Extender zum Upgrade für Dieselbusse	Energieversorgung Mittelrhein AG, 56073 Koblenz Regionaler Gestalter der Energiewende mit Gas	Institut für Fluidodynamik, Helmholtz-Zentrum 01328 Dresden Erforschung der Blasenbildung in Elektrolyseuren	Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart-Feuerbach Stationäres, brennstoffflexibles Brennstoffzellensystem (Solid Oxide Fuel Cell)

ausgewählt aus 78 Bewerbungen

BioLNG im RangeExender zum Upgrade für Dieselbusse

- Umrüstung von Dieselantrieben in Bussen auf mit Biomethan betriebenen, seriellen Hybridantrieb
- Älterer Bus wurde auf den mit Bio-LNG betriebenen Gasmotor umgerüstet; Motor treibt die Antriebsachse nicht direkt an, sondern lädt Strom in einer Pufferbatterie



Quelle: BDEW, Fotos: Siven Gottschall, Roland Horn

Geräte, die mit Erdgas und 100% H₂ betrieben werden können (emissionsfrei)

Wasserstoffbetriebene Heizungs-Kessel

- Remeha HYDRA: Seit 2019 im Feldtest, komplett CO₂-neutral
- Viessmann 100 % Hydrogen ready: Arbeitet zunächst auf Erdgasbasis und kann relativ einfach umgerüstet werden, Serienstart: 2024



Geräte, die mit Erdgas und 100% H₂ betrieben werden können (emissionsfrei)

Statement from BOSCH

[Gas Tech Talk: Hydrogen in home heating – YouTube:](https://www.youtube.com/watch?v=vH-joKShe94&t=3s)

<https://www.youtube.com/watch?v=vH-joKShe94&t=3s>



Geräte, die mit Erdgas und 100% H₂ betrieben werden können (emissionsfrei)

Die Verbrennungsregelung erfolgt über die Messung des Ionisationsstroms, der mit der Luftzahl korreliert ist, aber aktuell für Erdgas ausgelegt ist. Versuche zeigen, dass eine Re-Kalibrierung der Io-Sollkurve beim Auftreten von H₂-Erdgas-Gemischen es erlaubt, den Brenner weiterhin optimal zu betreiben.

Quelle: M. Dzubiella (Viessmann): Schlüssel zur Dekarbonisierung des Energiesystems, ewp 01/2021

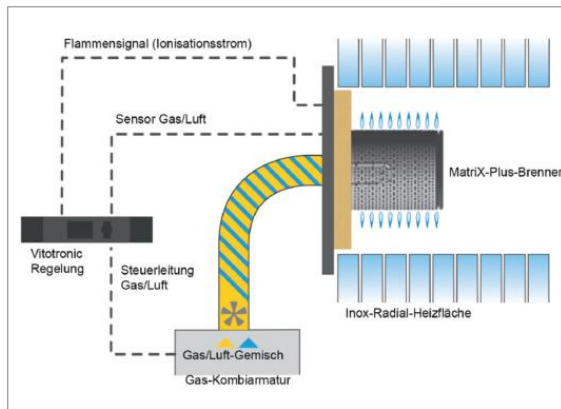


Abb. 3: Schematische Darstellung der gasadaptiven Verbrennungsregelung

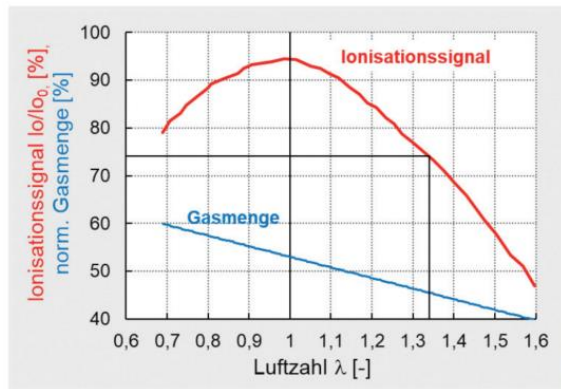


Abb. 4: Gemessener Verlauf des Ionisationssignals als Funktion der Luftzahl

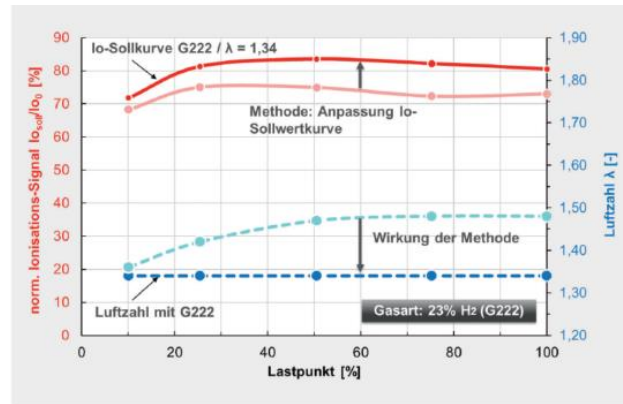


Abb. 5: Betrieb mit 23 Vol.-% Wasserstoff (G222)

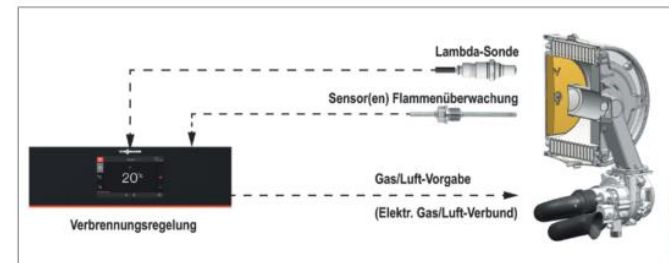
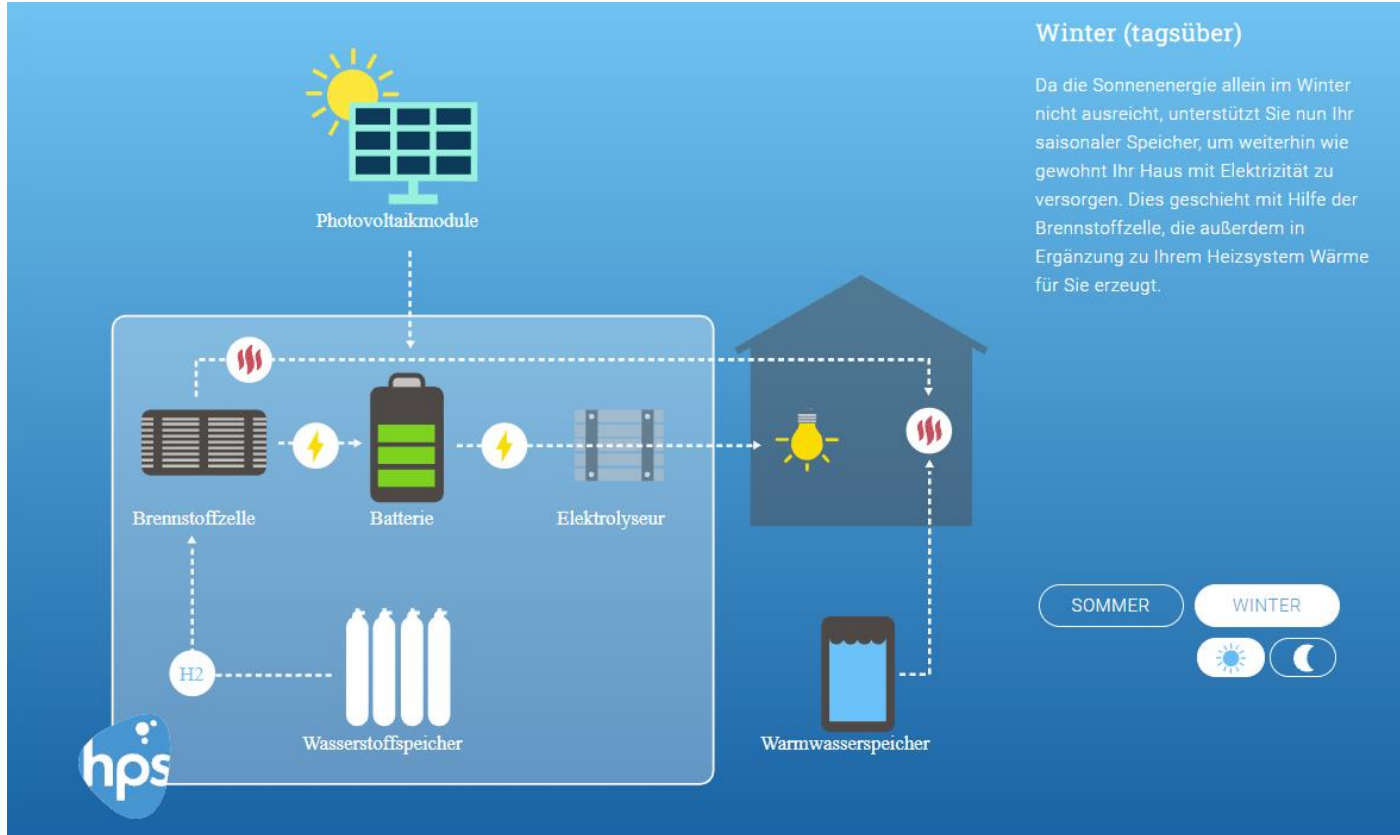


Abb. 6: Sensorgeführte elektronische Verbrennungsregelung mit Lambda-Sonde

Lösungen mit EE und Wasserstoff (Inselkonzepte): picea von hps



Winter (tagsüber)

Da die Sonnenenergie allein im Winter nicht ausreicht, unterstützt Sie nun Ihr saisonaler Speicher, um weiterhin wie gewohnt Ihr Haus mit Elektrizität zu versorgen. Dies geschieht mit Hilfe der Brennstoffzelle, die außerdem in Ergänzung zu Ihrem Heizsystem Wärme für Sie erzeugt.

<https://www.homepowersolutions.de/produkt#content>

Das Hybrid-SOFC-System am GWI

Das Virtuelle Institut | KWK.NRW erhält Förderung für neue Forschungsinfrastrukturen

Projekte im Rahmen des VI KWK.NRW:

- iFlex KWK 4.0
- Demo Hybrid-SOFC

Zahlen, Daten, Fakten:

- Laufzeit: 08/2019 bis 08/2022
- Fördersumme: 9 Mio. €

Förderung:

- Wettbewerb „Forschungsinfrastrukturen“
- Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und Mittel des Landes NRW

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen




EUROPEAN UNION
Investing in our Future
European Regional
Development Fund

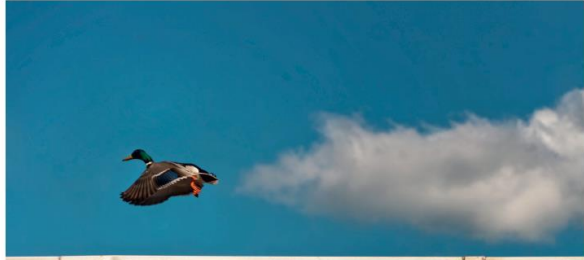


EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



<https://vi.virtuelles-institut-kwk-nrw.de/>

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen 





Schneller als man denkt
Innovation im Fokus der EFRE Förderung

Demo Hybrid-SOFC
KWK.NRW 4.0 im Virtuellen Institut | KWK.NRW

Die hocheffiziente und flexible Energiebereitstellung ist eine Voraussetzung für ein klimaneutrales Versorgungssystem mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien. Ziele des Virtuellen Instituts | KWK.NRW sind daher die Entwicklung flexibler Konzepte der Kraft-Wärme-Kopplung für NRW, deren Demonstration und der Technologietransfer. Am Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. wird dazu die Forschungsinfrastruktur um ein Hybrid-SOFC-System erweitert. Der Betrieb der Brennstoffzelle mit nachgeschalteter Gasturbine wird wissenschaftlich begleitet und ökologische, systemische und wirtschaftliche Potenziale werden ermittelt.

Dieses Projekt wird durch die Europäische Union und das Land Nordrhein-Westfalen gefördert.

 EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

2024  EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

www.efre.nrw.de
www.wirtschaft.nrw.de



Das Hybrid-SOFC-System am GWI

Ziele und Mehrwert des Projektes „Demo Hybrid-SOFC“

**Aufbau von neuen
Forschungsinfrastrukturen**

**Demonstration innovativer
Hybrid-SOFC-Technologie**

**Einzigartiges Leuchtturm-Projekt
in Europa**

**Eigene Energieversorgung für
Gebäude und Anlagen des GWI**



Das Hybrid-SOFC-System am GWI

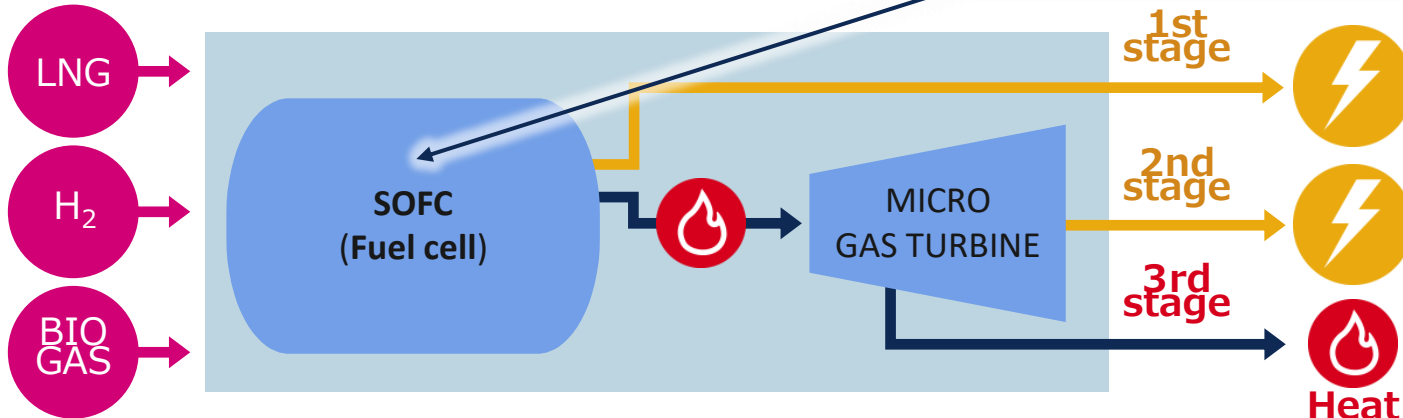
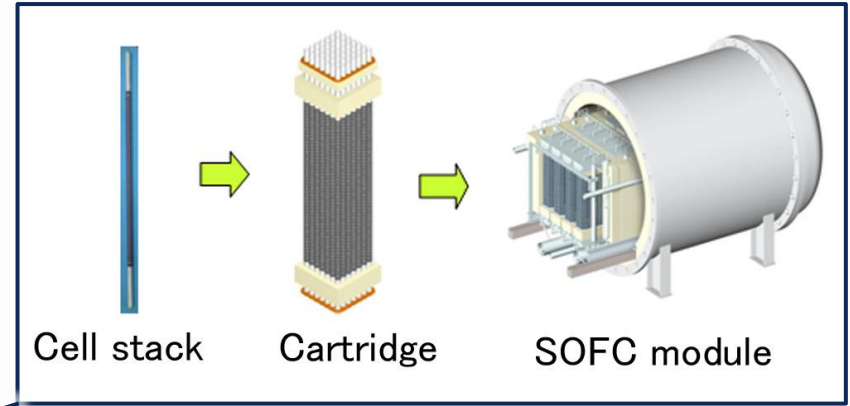
Technische Spezifikationen des Hybrid-SOFC-Systems

Tubulare SOFC

interne, katalytische
Oberflächenreformierung

Nachgeschaltete Mikro-Gasturbine

Wärmeauskopplung



Das Hybrid-SOFC-System am GWI

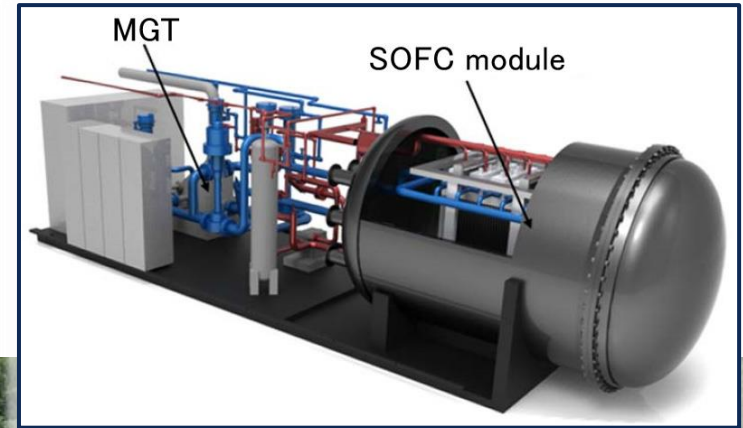
Das System und die GWI-Forschungsinfrastruktur

Technische Daten:

El. Leistung:	200 kW
Therm. Leistung:	80 kW
El. Wirkungsgrad:	> 50 %
Gesamtwirkungsgrad:	> 73 %

Anwendungspotenziale:

- **Hocheffiziente dezentrale Strom- & Wärmebereitstellung in Gewerbe, Industrie, Quartiersentwicklung**
- Flexibilität durch Mikro-Gasturbine
- Erweiterung um Absorptionskälteanlage für den ganzjährigen Betrieb und eine emissionsarme Kältebereitstellung
- Pilotbetrieb mit Erdgas, LNG und H₂
- Integration in das LivingLab des GWI und wissenschaftliche Begleitforschung



Das Hybrid-SOFC-System am GWI

Potenziale und Forschungsbedarf

Die elektrischen **Wirkungsgradpotenziale** hybrider SOFC-Systeme wurden in der Theorie bereits aufgezeigt.

Die Kopplung mit der **Kraft-Wärme-Kopplung** birgt weitere Effizienzpotenziale.

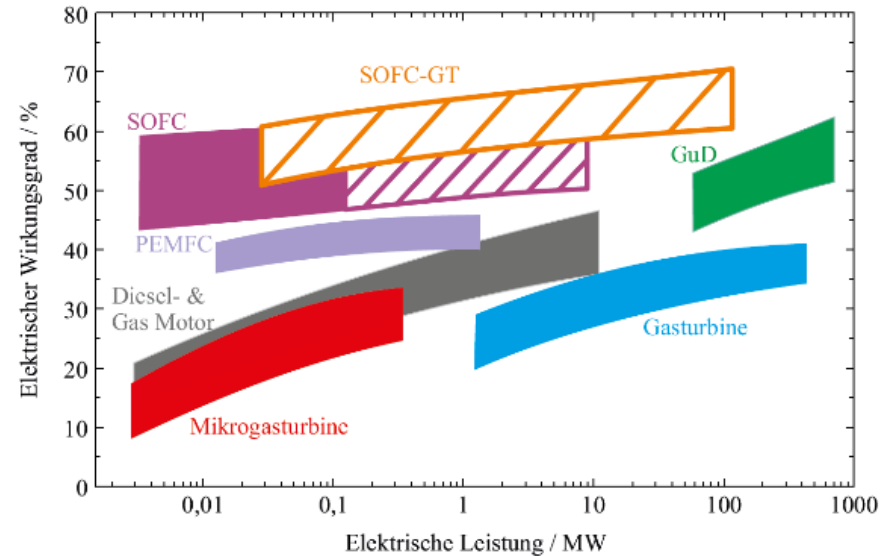
Die gute Skalierbarkeit lässt eine Nutzung sowohl als **dezentrale** Anlage als auch in **Großkraftwerken** zu.

Die **technologische Reife** der bisher entwickelten Anlagenkonzepte stagniert (in EU und D) jedoch.

Für eine zeitnahe Integration ins Energiesystem ist der nächste Schritt zur **Kommerzialisierung** notwendig.

Dazu sind umfassende **Betriebsdaten und -erfahrungen** erforderlich, um belastbare Aussagen zur Robustheit sowie zur realen System- und Brennstoffflexibilität machen zu können.

- Diese können nur mit einer **Demonstrationsanlage** in einer **realen Betriebsumgebung** erzeugt werden, in welcher zudem die Anforderungen des zukünftigen Energiesystems gezielt untersucht werden können.



Bildquelle modifiziert aus: https://www.dlr.de/vt/DesktopDefault.aspx?tabid-9006/18909_read-15119/gallery-1/gallery_read-Image.29.27157/

Hybrid-SOFC-System am GWI

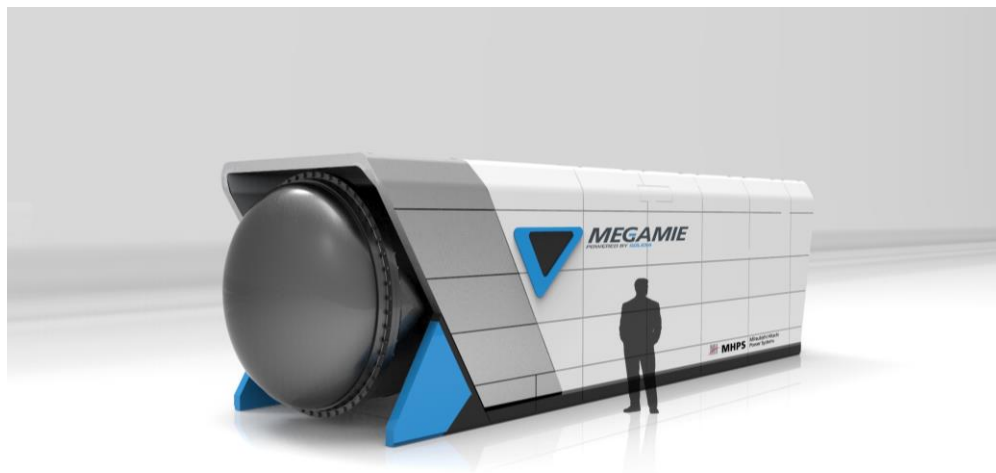
Vergabe erfolgte an Mitsubishi Power Europe GmbH

Zeitplan:

Zuschlagserteilung und Beauftragung 30.09.2020

Lieferung und Aufbau der Anlage ab Sommer 2021

Inbetriebnahme 2. Quartal 2022



Virtuelles Institut | KWK.NRW
vergift Bauauftrag für ein
neues Hybrid-SOFC-System



Essen, 26.10.2020 | Das Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. und die Mitsubishi Power Europe GmbH haben die Verträge für die Errichtung eines Hybrid-SOFC-Systems unterzeichnet. Mit dem Auftrag für die neue Demonstrationsanlage wurde ein bedeutender Schritt in dem öffentlich geförderten Projekt „KWK.NRW 4.0“ unter dem Dach des Virtuellen Instituts | KWK.NRW gemacht.

Die hocheffiziente und flexible Energiebereitstellung ist eine zentrale Voraussetzung für ein klimaneutrales Versorgungssystem mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien. Das Virtuelle Institut | KWK.NRW hat sich daher die Entwicklung flexibler Konzepte der Kraft-Wärme-Kopplung für NRW, deren Demonstration und den Technologietransfer zum Ziel gesetzt.

In dem aktuellen Projekt „Demo Hybrid-SOFC“, welches Teil des öffentlich geförderten Verbundprojektes „KWK.NRW 4.0“ ist, wird nun die Forschungsinfrastruktur des Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI) erweitert. Am 30.09.2020 hat das GWI dazu die Mitsubishi Power Europe GmbH (MPW) mit der Errichtung eines neuen Hybrid-SOFC-Systems beauftragt. Damit wird am Standort des GWI in Essen das europaweit erste Hybrid-SOFC-System, welches aus einer tubularen Brennstoffzelle mit nachgeschalteter Mikro-Gasturbine besteht, installiert.

MPW übernimmt als Generalunternehmen neben der Planung, Fertigung und Lieferung des Hybrid-SOFC-Systems zudem den Ausbau der Infrastrukturen, um das System sowohl in die Strom- und Wärmeversorgung des GWI einzubinden als auch die Stromeinpeisung ins öffentliche Netz zu ermöglichen. Die Baumaßnahmen führen überwiegend ortsanhängige Fachfirmen im Auftrag für MPW durch, da es für das regionale Unternehmen eine Selbstverständlichkeit ist, die regionale Wirtschaft einzubinden. „Wir freuen uns, das einzigartige SOFC-System auf den europäischen Markt zu bringen. Es bestätigt die wachsende Nachfrage nach sauberen Energiequellen, bei denen Mitsubishi Power über eine große Expertise verfügt“, sagt Professor Emmanuel Kakaras, Leiter der Business Unit New Products bei Mitsubishi Power Europe.



Abbildung 1: Unterzeichnung des Bauauftrags für das neue Hybrid-SOFC-System für den Standort des Gas- und Wärme-Institutes Essen e.V. am 30.09.2020 (von links: Dr. Rolf Albus (GWI), Tobias Rinschhoff-Nadermann (MPW), Nadine Lueke (GWI), Arza Barrou (MPW), Prof. Dr. Emmanuel Kakaras (MPW), Sebastian Watzlawek (MPW), Prof. Dr. Klaus Götsner (GWI), Johannes Jozak (GWI)) [Bild: GWI | Frank Wiedemeier]

Mit dem Ziel, die Anlage 2022 in Betrieb zu nehmen, ist der Baubeginn bereits für den Sommer 2021 geplant. Von Beginn an wird der Betrieb des Hybrid-SOFC-Systems mit einer elektrischen Leistung von rund 200 kW wissenschaftlich begleitet. Durch die Integration der neuen Demonstrationsanlage in die Forschungsinfrastruktur des GWI können ökologische und systemische Potenziale ermittelt werden. Die hocheffiziente Energieer-

zeugung im realen Anlagenbetrieb sollen durch die integrierten Gasturbine oder die Nutzung der Auswirkungen des Hybrid-SOFC-Systems auf die CO₂-Minderungspotenziale bei der Energieerzeugung und auf der Landesebene von großer Bedeutung.



Abbildung 2: Hybrid-SOFC-System „MEGAMIE“ mit Brennstoffzelle und nachgeschalteter Mikro-Gasturbine der Mitsubishi Power Europe GmbH (Mitsubishi Power Europe GmbH)

Das Mittel des Operationellen Programms ist bereitgestellt. Koordiniert wird die Finanzierung in Zusammenarbeit mit den Ministerien für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz.

Kontakt:
Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
Postfach 10 10 10
42099 Essen
Telefon: +49 (0)201 3618-251
E-Mail: info@kwk.nrw

Entwicklung (EFRE) und durch das Land Nordrhein-

Westfalen
Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

Teil 11 – Innovationen

1

Baggerdetektion
(u.a. Threat Scan, PipeMon, Live-eo)

2

Methandetektion
(klassisch und mit Lasertechnologie)

3

Innovative Endanwendungen
(u.a. Pyrolyse@home, Hybrid SOFC)

4

Digitalisierung

Digitalisierung – Was verbinden die meisten damit?

- Big Data („Daten sind der Goldrausch der Gegenwart, Daten sprechen lassen“)
- Industrie 4.0 (Energie & Wasser 4.0)
- Predictive Maintenance / Analytics
- Condition Monitoring
- Cloud Computing
- Augmented Reality
- Internet of Things
- Virtuelle Twins
- ...
- Smart Metering - Smart Grid - Smart Home
- Virtuelle Kraftwerke
- ...



Arbeiten in Corona-Zeiten



Digitalisierung – Was in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird

Geänderte Arbeitswelten:

- Mitarbeiter, vor allem der Nachwuchs, verlangen bei ihren Arbeitgebern immer mehr Flexibilität – sowohl zeitlich als auch örtlich, aber auch in der Wahl der Endgeräte. Um auf diese Anforderungen zu reagieren stellen IT Unternehmen weltweit ihre Dienste immer mehr als Cloud-gestützte Anwendungen zur Verfügung.
- Gerade der Siegeszug von Kollaborationsplattformen wie Microsoft Teams oder Zoom in den letzten Monaten zeigt, wie wichtig es ist, schnell, aber auch sicher und mit hoher Verfügbarkeit, auf geänderte Anforderungen zu reagieren!
- Bisherige IT Strategien mit der Kernaussage „alle Daten sind sicher in unserem Netz“ werden den Anforderungen der Benutzer hier nicht mehr gerecht, sind doch moderne Applikationen nur noch selten für Installationen im eigenen Netzwerk ausgelegt.



Digitalisierung – faktische Veränderungen

Brief



Email

Rechnerschränke



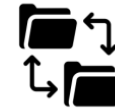
Cloud

Telefon



Teams / Zoom

Akten / Verträge



Digitale Dokumente

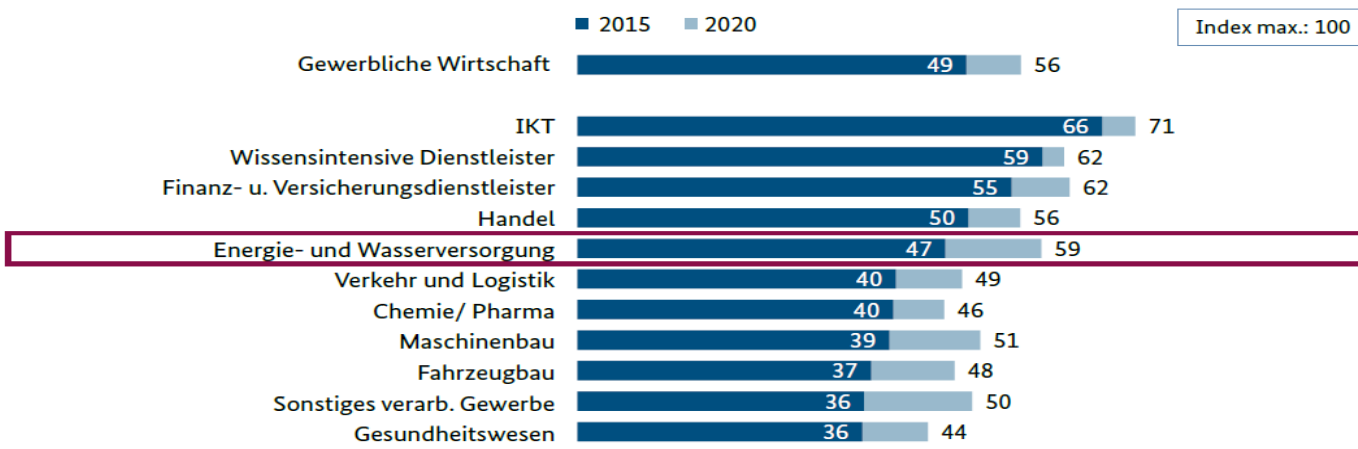
CDs / DVDs



Streaming

Wirtschaftsindex DIGITAL 2015 versus 2020

Energie- und Wasserversorgung zeigt hohes Digitalisierungstempo bis 2020



TNS Infratest, eigene Berechnungen, Digitalisierungsgrad 2015/2020 – Angabe in Punkten
Basis: Total (n= 770)

Digitalisierung – Was ist das überhaupt?

Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik:

„Der Begriff Digitalisierung kann auf unterschiedliche Art und Weise interpretiert werden. Traditionell ist die technische Interpretation. Danach bezeichnet Digitalisierung einerseits die **Überführung von Informationen von einer analogen in eine digitalen Speicherform** und andererseits thematisiert er die **Übertragung von Aufgaben, die bisher vom Menschen übernommen wurden, auf den Computer.**“

(Prof. Dr. Thomas Hess)

Gabler Wirtschaftslexikon:

„Der Begriff der Digitalisierung hat mehrere Bedeutungen. Er kann die **digitale Umwandlung und Darstellung** bzw. Durchführung **von Information und Kommunikation** oder die digitale Modifikation von Instrumenten, Geräten und Fahrzeugen ebenso meinen wie die digitale Revolution, die auch als dritte Revolution bekannt ist, bzw. die digitale Wende. Im letzteren Kontext werden nicht zuletzt "Informationszeitalter" und "Computerisierung" genannt.“

(Prof. Dr. Oliver Bendel)

Digitalisierung – Meine Definition

(Einzel-) Prozess- Digitalisierung (Automatisierung)

Geschäftsfeld- Kopplung; Prozess- zusammen- führung

Unerwartetes/ Einsatz von digitalen Tools jenseits des Design-Purposes

Steps / Elemente



Datenaufnahme und -verteilung

Es muss gewährleistet sein, dass die gewonnenen Sensordaten vertrauenswürdig und präzise sind. Zusätzlich ist die Datenübertragung innerhalb des Feldes und aus dem Feld heraus zu betrachten, wie auch die Vernetzung von verteilten Datenquellen mit den damit verbundenen Zugriffsmöglichkeiten.



Datenspeicherung

Durch die Digitalisierung verändern sich die Anforderungen an die Datenspeicherung als grundlegende Funktion der Datenverarbeitung. Zwei Techniken treten hier besonders hervor: Cloud-Lösungen als eine vom Einsatzort unabhängige Datenspeicherung und die Blockchain-Technologie als dezentrale Datenbank von digitalen Transaktionen.



Datenauswertung und -analyse

Die Datenauswertung wird in drei Kategorien eingeteilt: der auf deterministischen Ansätzen beruhenden Modellierung von Prozessen, der Anwendung von statistischen Verfahren zur Ermittlung von Trends bzw. Mustern aus großen Datenmengen sowie schließlich der (rein datengetriebenen) künstlichen Intelligenz.



Datenschutz

Durch die Digitalisierung steigt die Abhängigkeit der Unternehmen von einer funktionierenden IT-Infrastruktur, so dass der Datensicherheit und dem Datenschutz eine immer wichtigere Bedeutung zukommt.

Digitalisierung – Meine Definition und Beispiele

(Einzel-) Prozess- Digitalisierung (Automatisierung)

Geschäftsfeld- Kopplung; Prozess- zusammen- führung

Unerwartetes/ Einsatz von digitalen Tools jenseits des Design-Purposes

Steps / Elemente



Datenaufnahme und -verteilung

Es muss gewährleistet sein, dass die gewonnenen Sensordaten vertrauenswürdig und präzise sind. Zusätzlich ist die Datenübertragung innerhalb des Feldes und aus dem Feld heraus zu betrachten, wie auch die Vernetzung von verteilten Datenquellen mit den damit verbundenen Zugriffsmöglichkeiten.



Datenspeicherung

Durch die Digitalisierung verändern sich die Anforderungen an die Datenspeicherung als grundlegende Funktion der Datenverarbeitung. Zwei Techniken treten hier besonders hervor: Cloud-Lösungen als eine vom Einsatzort unabhängige Datenspeicherung und die Blockchain-Technologie als dezentrale Datenbank von digitalen Transaktionen.



Datenauswertung und -analyse

Die Datenauswertung wird in drei Kategorien eingeteilt: der auf deterministischen Ansätzen beruhenden Modellierung von Prozessen, der Anwendung von statistischen Verfahren zur Ermittlung von Trends bzw. Mustern aus großen Datenmengen sowie schließlich der (rein datengetriebenen) künstlichen Intelligenz.



Datenschutz

Durch die Digitalisierung steigt die Abhängigkeit der Unternehmen von einer funktionierenden IT-Infrastruktur, so dass der Datensicherheit und dem Datenschutz eine immer wichtigere Bedeutung zukommt.

Remote Metering

Strom-Gas- Sektorkopplung

Bagger- Detektion über KKS- Überwachungs- geräte

Weitere Beispiele



Datenaufnahme und -verteilung

Es muss gewährleistet sein, dass die gewonnenen Sensordaten vertrauenswürdig und präzise sind. Zusätzlich ist die Datenübertragung innerhalb des Feldes und aus dem Feld heraus zu betrachten, wie auch die Vernetzung von verteilten Datenquellen mit den damit verbundenen Zugriffsmöglichkeiten.



Datenspeicherung

Durch die Digitalisierung verändern sich die Anforderungen an die Datenspeicherung als grundlegende Funktion der Datenverarbeitung. Zwei Techniken treten hier besonders hervor: Cloud-Lösungen als eine vom Einsatzort unabhängige Datenspeicherung und die Blockchain-Technologie als dezentrale Datenbank von digitalen Transaktionen.



Datenauswertung und -analyse

Die Datenauswertung wird in drei Kategorien eingeteilt: der auf deterministischen Ansätzen beruhenden Modellierung von Prozessen, der Anwendung von statistischen Verfahren zur Ermittlung von Trends bzw. Mustern aus großen Datenmengen sowie schließlich der (rein datengetriebenen) künstlichen Intelligenz.



Datenschutz

Durch die Digitalisierung steigt die Abhängigkeit der Unternehmen von einer funktionierenden IT-Infrastruktur, so dass der Datensicherheit und dem Datenschutz eine immer wichtigere Bedeutung zukommt.

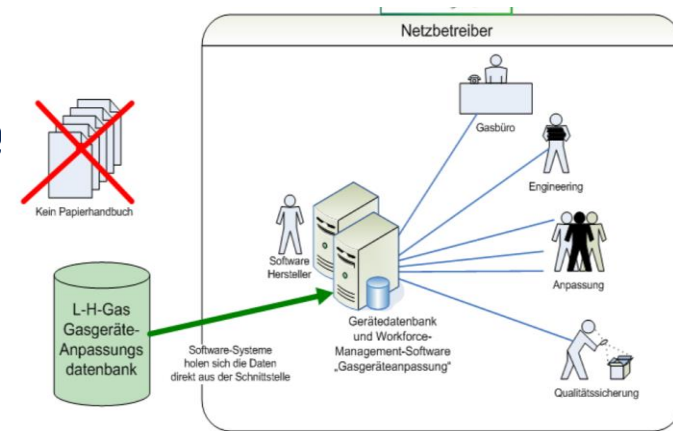
(Einzel-) Prozess-Digitalisierung (Automatisierung)

Geschäftsfeld-Kopplung; Prozess-zusammenführung

Unerwartetes/ Einsatz von digitalen Tools jenseits des Design-Purposes

DVGW schafft die Grundlagen für vollautomatisierte Erhebungs- und Logistikprozesse für die Marktraumumstellung

- Die DVGW-Anpassungsdatendank ist eine umfangreiche Sammlung von derzeit 24.944 Datensätzen zu seriengefertigten Gasgeräten von 566 Herstellern und 710 Marken
- die Hersteller und der DVGW pflegen sukzessive die Datensätze, so dass den Erhebungs- und Umstellungsmonteuren tagesaktuelle Daten zu Ersatzteilen oder Anpassungszeitpunkten zur Verfügung stehen
- Für die Umstellungsprojekte wird die Datenbank über eine Schnittstelle an die Work-Force-Management-Systeme angebunden
- <http://www.l-h-gas.de/>



DVGW schafft Grundlagen für vollautomatisierte Geschäftsprozesse in der deutschen Gaswirtschaft

DVGW veröffentlicht seit Beginn der Liberalisierung standardisierte Nachrichtentypen für den Austausch von Geschäftsnachrichten

DVGW betreibt seit 2006 das Verzeichnis der Marktteilnehmer für den elektronischen Datenaustausch im deutschen Gasfach

- Marktpartner
- Marktrollen
- Netzkopplungspunkte
- Ausspeisezonen
- Gasentnahmestellen

<https://codevergabe.dvgw-sc.de/>

Edig@s

The screenshot shows the DVGW website interface. At the top, there is a navigation bar with the following menu items: DVGW Codes, Betreibernummern, Marktllokationen, EIC Codes, Netzkopplungspunkte, and Marktpartnerverzeichnis. Below the navigation bar, the main heading reads 'Vergabe von Codenummern für Marktteilnehmer des deutschen Gasmarkts'. To the right of this heading is a link for 'Anmeldung'. Below the heading, there is a text block explaining the new platform and the process of code allocation. At the bottom of the page, there is a link to the public market participant register.

DVGW

Vergabe von Codenummern für Marktteilnehmer des deutschen Gasmarkts

Anmeldung

Benutzername

Passwort

Anmelden

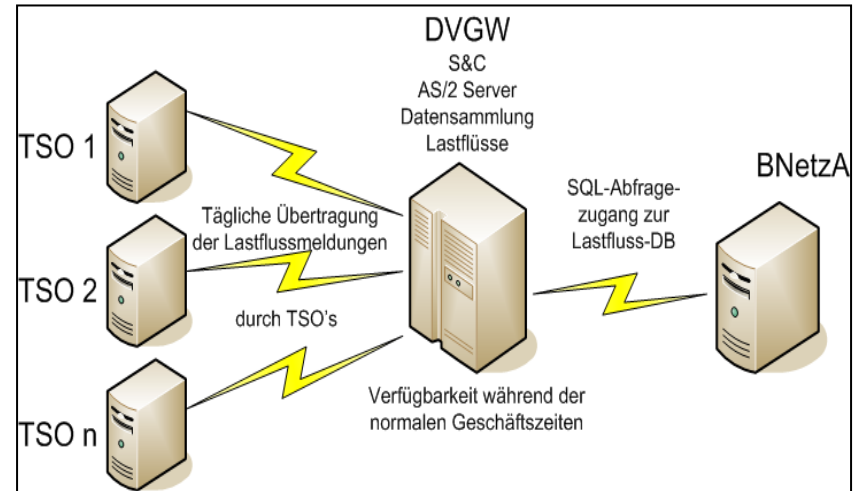
Passwort vergessen?

Jetzt registrieren

Das öffentlich einsehbare Marktpartnerverzeichnis finden Sie oben rechts im Navigationsmenü.

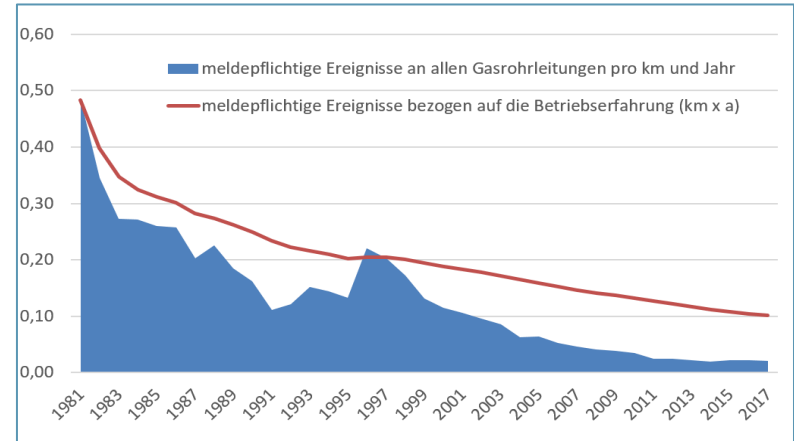
DVGW schafft Lastflussdatenkollektor zur Erfüllung europäischer regulatorischer Berichtspflichten

- DVGW baut eine Lastfluss-Kollektorstelle auf, um täglich Kapazitätsbuchungen aus Fernleitungsnetzbetrieben entgegen zu nehmen
- Datenaustausch läuft seit 2012 vollautomatisiert
- Als Übertragungsschnittstelle wird EDIINT AS2 als gängiger Branchenstandard verwendet



DVGW erweitert GaWaS um Berichtswesen für Methanemissionsmeldungen

- DVGW erfasst und bewertet seit 1981 alle Ereignisse an Gasleitungen und Anlagen im deutschen Gasverteils- und Gasfernleitungsnetz
- DVGW erfasst seit 1996 eine Struktur- und Schadenstatistik für die deutsche Wasserversorgung
- Mit Herausgabe der DVGW G 410 und DVGW W 402 B1 ist die Erfassung verbindlich
- Es steht eine Datenbank sowie eine Schnittstelle für die Erfassung zur Verfügung
- Statistische Auswertungen und Benchmarks stehen 24/7 zur Verfügung
- Erweiterung von GaWaS um Methanemissionsberichtspflichten
- <https://gawas.strukturdatenerfassung.de/>

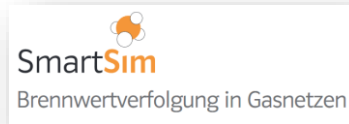
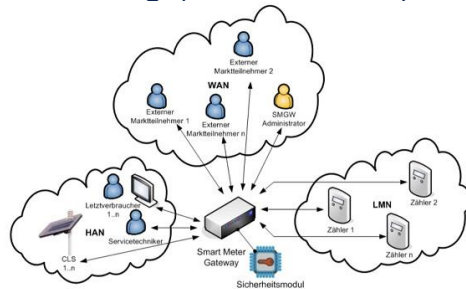


GaWaS



Beispiel Metering und Daten-Fernauslesung

- Umsetzung des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende – Messstellenbetriebsgesetz
 - Technische Spezifikation im Bereich Smart Metering Gas
 - Schnittstellen zum Smart Meter Gateway
 - Marktkommunikation (WiM)
- Online-Brennwertverfolgung (MetroGas, Smart SIM)
- Datenfernauslesung (MBUS, DSfG)



Gasmessung und Abrechnung digital und automatisiert

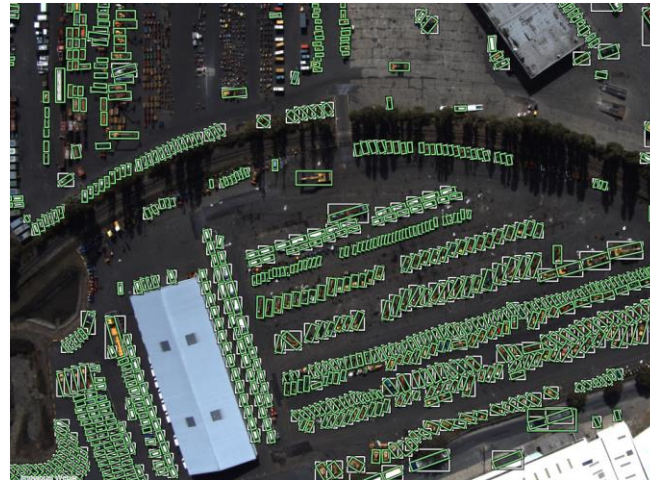
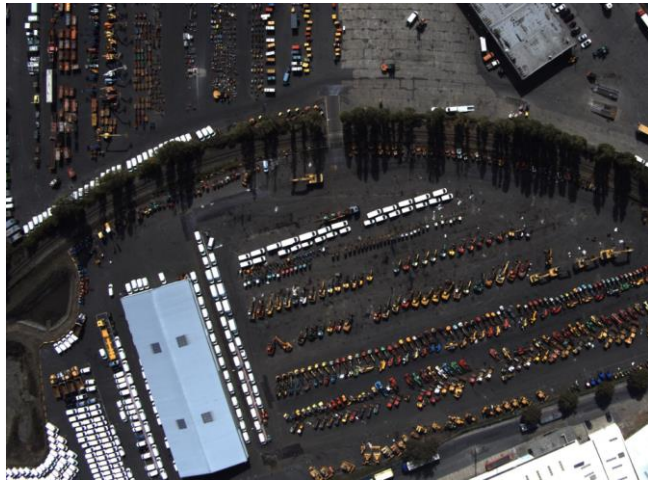
	Digital + Automatisiert	Umsetzung	Vorgaben
Energieermittlung, inkl. Ersatzwertbildung		Energiedaten-Management-System	G 685, G 687
Bestimmung Gasbeschaffenheit		IT-System der NB	G 685 Teil 2 PTB-A 7.64
Datenübertragung zwischen Marktpartnern		EDIFACT-Nachrichtentypen	Nachrichtenbeschreibung PK-1-5-10, G 687
		Vorortablesung, Kundenselbstableung	G 685 Teil 4, G 687
	Haushalt	Smart Meter Gateway (M-Bus), ggf. Kommunikationsadapter	G 694 (M) MsbG, BSI TR-03109, BK7-17-050
Datenübertragung von Zähler zu MSB	Use Case RLM 1 bis 3	Smart Meter Gateway (M-Bus), ggf. Kommunikationsadapter	Merkblatt geplant, G 685 Teil 5 MsbG, BSI TR-03109, BK7-17-050
		Mobilfunk, VPN, Signatur	G 685 Teil 5, G 485, G 687, Gas-Info Nr. 7
	Use Case RLM 4 und 5	Mobilfunk, VPN, Signatur	G 685 Teil 5, G 485, G 687, Gas-Info Nr. 7
Lokal vernetzte Geräte		DSfG-Bus	G 485, Gas-Info Nr. 7

Beispiel: Aufbau eines neuronalen Netzwerkes zur autonomen Überwachung von Gasinfrastrukturen: ANNEBEL

Ziel: Automatisierte Auswertung von Befliegungsdaten an Gas-Infrastrukturen ermöglichen

Herausforderung: Zweifelsfreies Erkennen von Objekten sicherstellen

ToDo: Algorithmus zur Bilderkennung trainieren



Weitere Beispiele



Datenaufnahme und -verteilung

Es muss gewährleistet sein, dass die gewonnenen Sensordaten vertrauenswürdig und präzise sind. Zusätzlich ist die Datenübertragung innerhalb des Feldes und aus dem Feld heraus zu betrachten, wie auch die Vernetzung von verteilten Datenquellen mit den damit verbundenen Zugriffsmöglichkeiten.



Datenspeicherung

Durch die Digitalisierung verändern sich die Anforderungen an die Datenspeicherung als grundlegende Funktion der Datenverarbeitung. Zwei Techniken treten hier besonders hervor: Cloud-Lösungen als eine vom Einsatzort unabhängige Datenspeicherung und die Blockchain-Technologie als dezentrale Datenbank von digitalen Transaktionen.



Datenauswertung und -analyse

Die Datenauswertung wird in drei Kategorien eingeteilt: der auf deterministischen Ansätzen beruhenden Modellierung von Prozessen, der Anwendung von statistischen Verfahren zur Ermittlung von Trends bzw. Mustern aus großen Datenmengen sowie schließlich der (rein datengetriebenen) künstlichen Intelligenz.



Datenschutz

Durch die Digitalisierung steigt die Abhängigkeit der Unternehmen von einer funktionierenden IT-Infrastruktur, so dass der Datensicherheit und dem Datenschutz eine immer wichtigere Bedeutung zukommt.

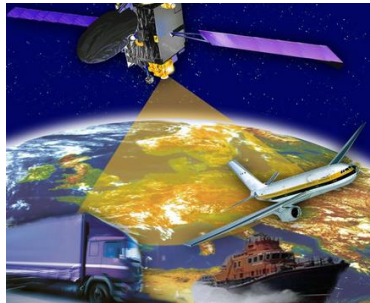
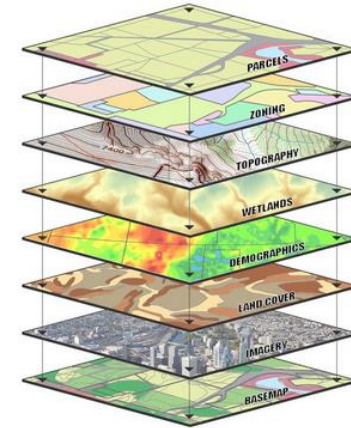
(Einzel-) Prozess-Digitalisierung (Automatisierung)

Geschäftsfeld-Kopplung; Prozess-zusammenführung

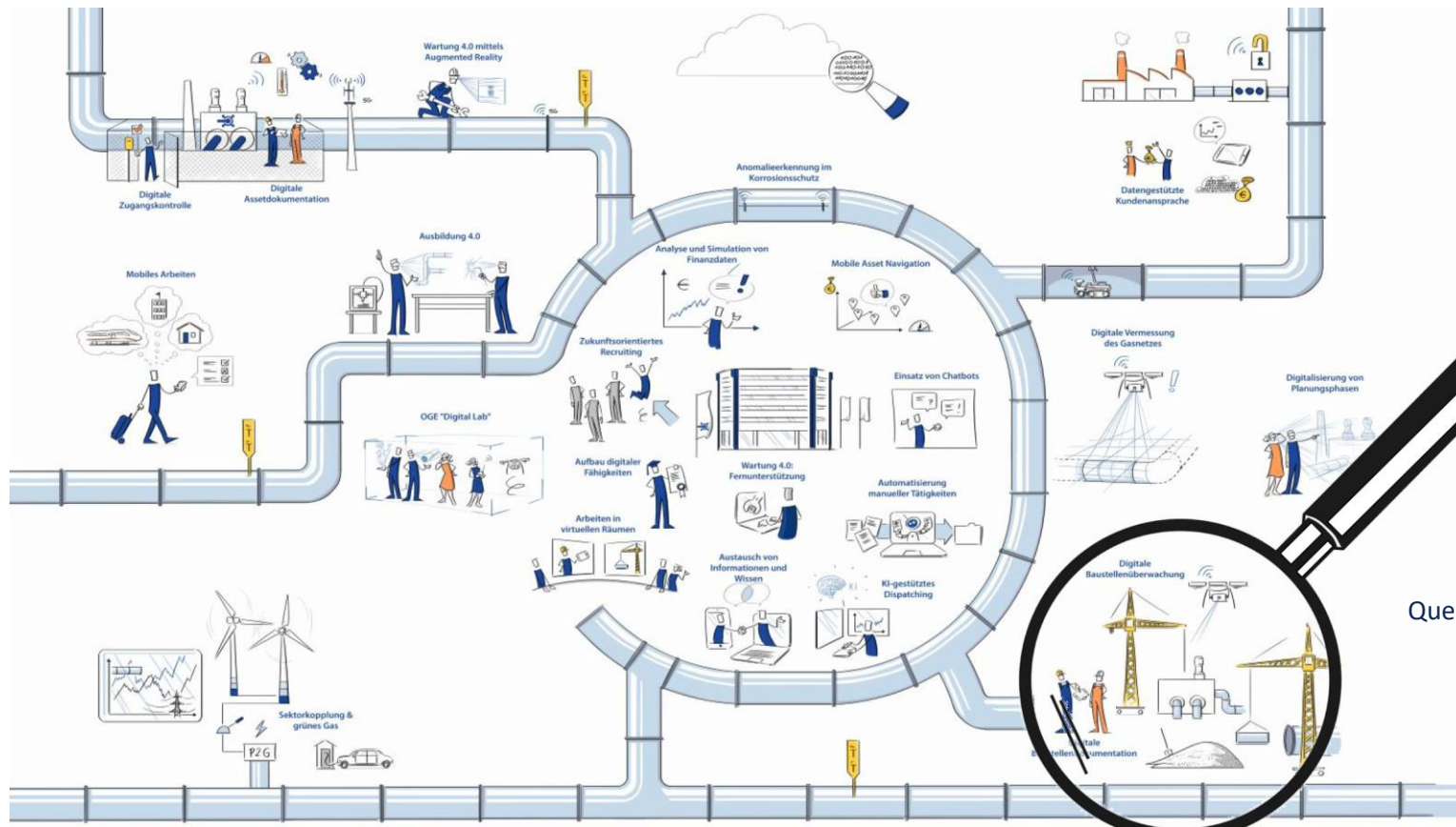
Unerwartetes/ Einsatz von digitalen Tools jenseits des Design-Purposes

Beispiel Assetmanagement und andere Prozesszusammenführungen

- Smartes Asset- und Anlagenmanagement (zentraler Datenpool ermöglicht risikobasierte Anlagenwartung)
- Fernwartung und Fernwirktechnik
- Situatives Netzlastmanagement
- Prognoseverfahren
- Einsatz von GIS bei Planungs- und Instandhaltungsprozessen
- DGNSS-Anwendungen bei Leitungsdokumentation
- Mobiles Work-Force-Management
- Predictive Maintenance



Blick eines Netzbetreibers auf Vernetzungsmöglichkeiten bestehender digitaler Anwendungen



Quelle: OGE, 2018

Beispiel Smart District für Quartiersenergiekonzepte

Projekt **SMART DISTRICT**

Geringe Sanierungsquote führt zu sehr langsam sinkenden Energiebedarfen

Flexible Gasttechnologien

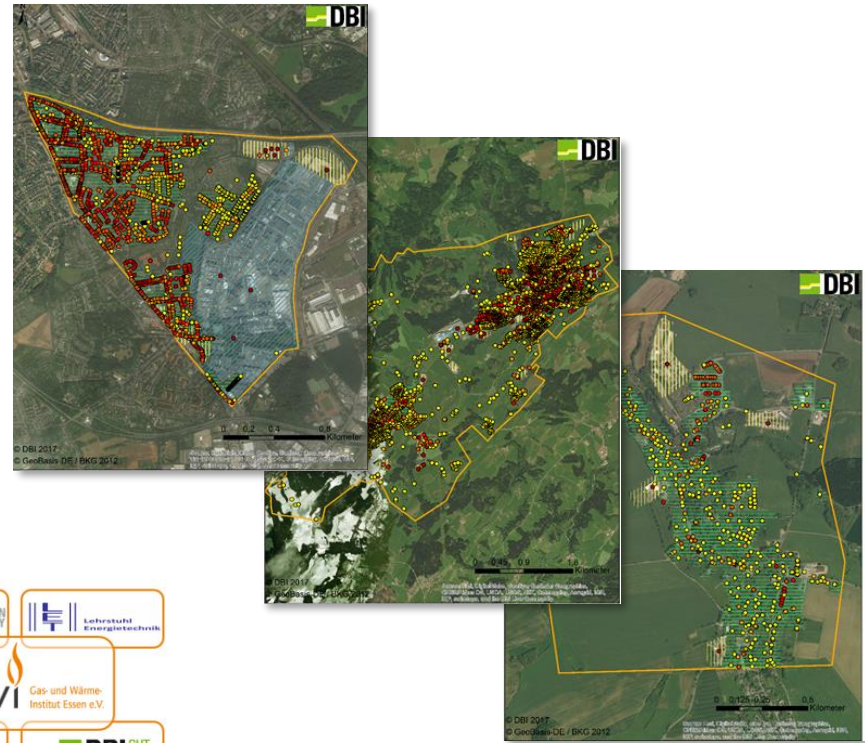
- steigern die gesamtsystemischen Effizienz
- gleichen volatile erneuerbare Energien aus
- ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Gase

Ziel des Projektes:

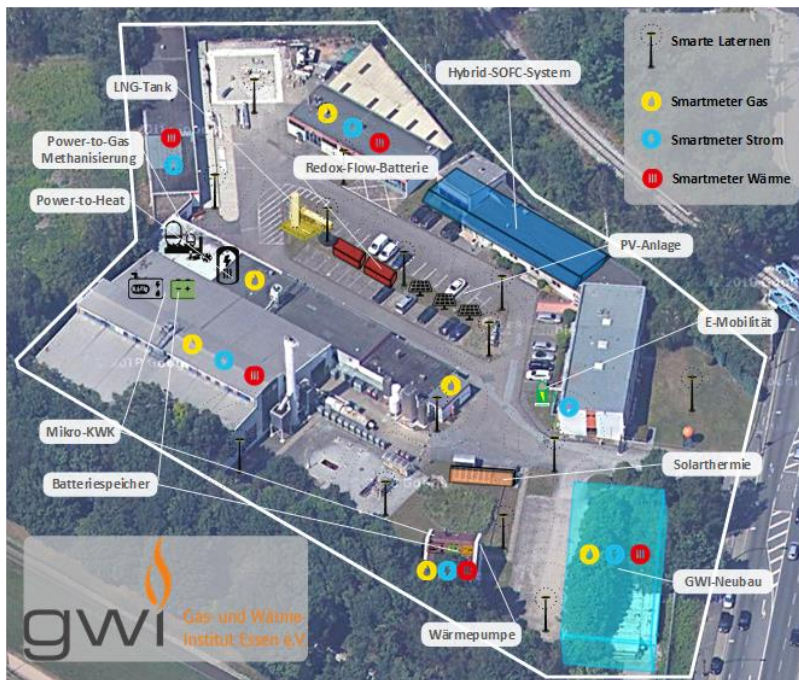
- Entwicklung eines Bewertungs- und Planungstools für Sektorenkopplung
- Reduktion von CO₂-Emissionen in Quartieren
- Minimierung von Residuallasten

Optimale Nutzung von Informations- und Digitalisierungstools

Verprobung in LivingLabs an 3 Standorten



Energieinfrastruktur

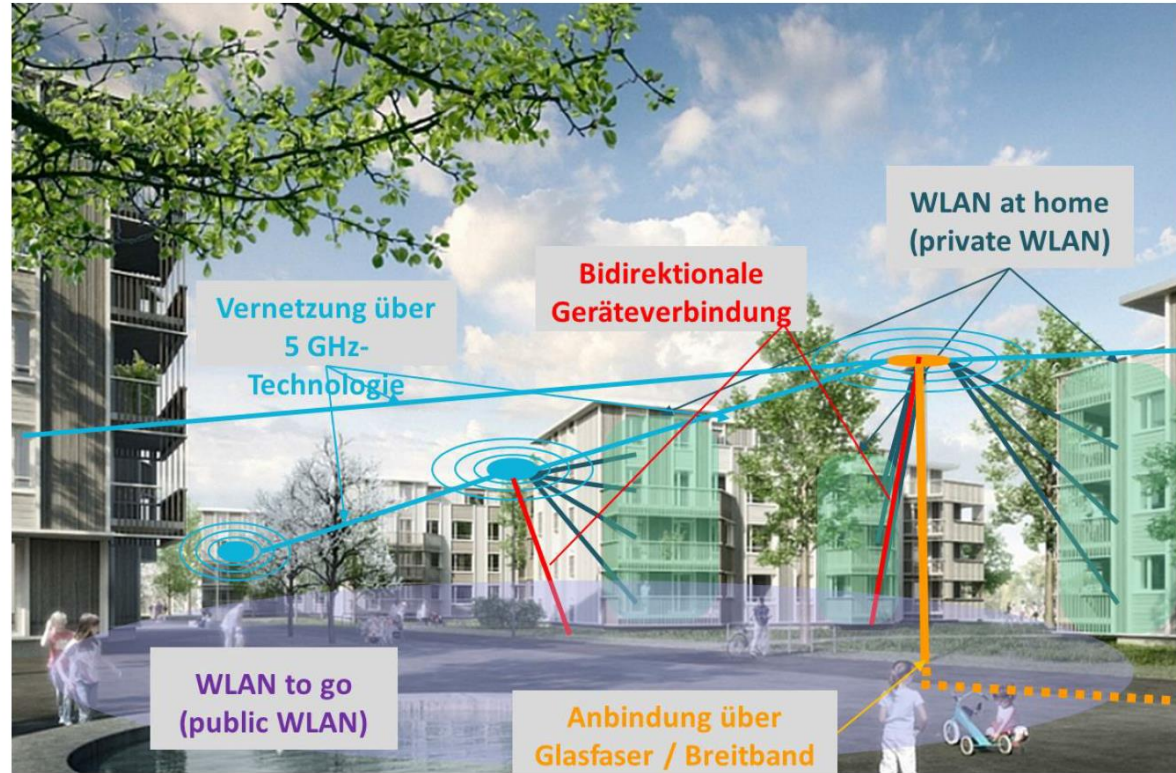


Kommunikations- und IT-Infrastruktur

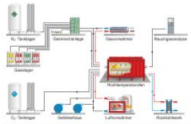


Beispiel Living Lab am GWI

Elemente der Vernetzung



Beispiel Living Lab am GWI



Industrieller Hochtemperaturofen

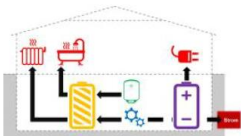
bis 1,2 MW, $T_{Luvo} = 1.400\text{ °C}$,
bis $150\text{ m}^3/\text{h}$ H_2 -Zumischung



PV-Anlage (Planung)

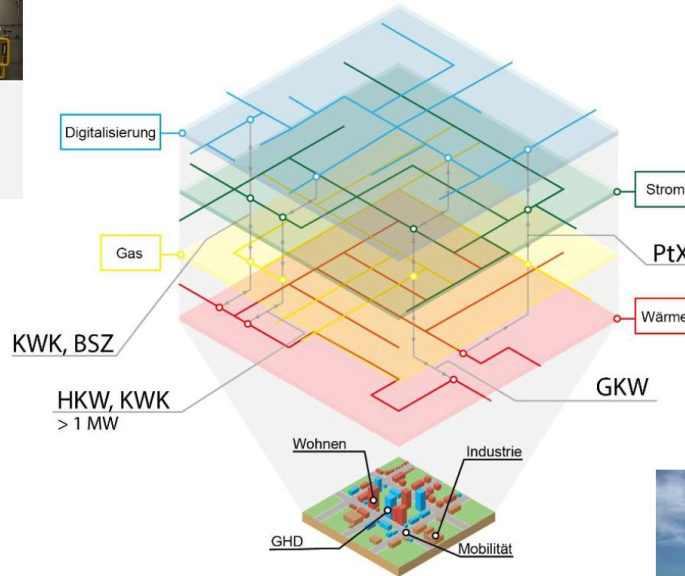
Demonstrationshaus

Grundlegende Betriebsdaten in
der Gebäudeenergieversorgung



Batteriespeicher

Gebäuden bis 10 kWh
Quartieren 50 – 300 kWh



Brennstoffzellentechnologien

Gebäuden bis $10\text{ kW}_{el.}$
Quartieren 50 - $300\text{ kW}_{el.}$



Digitale Infrastruktur zur Kommunikation

Grundlegende Untersuchungen
zur Betriebstauglichkeit, z. B.
intelligente Laternen



PtG-Anlage

Versuchselektrolyseur $1,5\text{ kW}_{el.}$
Methanisierung $10\text{ kW}_{th.}$ & $1\text{ m}^3\text{ CH}_4/\text{h}$

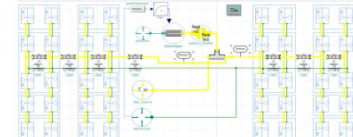


LNG-Anlage

Tank 24 t

Simulation

Modelica, ANSYS Fluent:
Netzsimulationen, Gebäude-
energieversorgung etc.



Weitere Beispiele



Datenaufnahme und -verteilung

Es muss gewährleistet sein, dass die gewonnenen Sensordaten vertrauenswürdig und präzise sind. Zusätzlich ist die Datenübertragung innerhalb des Feldes und aus dem Feld heraus zu betrachten, wie auch die Vernetzung von verteilten Datenquellen mit den damit verbundenen Zugriffsmöglichkeiten.



Datenspeicherung

Durch die Digitalisierung verändern sich die Anforderungen an die Datenspeicherung als grundlegende Funktion der Datenverarbeitung. Zwei Techniken treten hier besonders hervor: Cloud-Lösungen als eine vom Einsatzort unabhängige Datenspeicherung und die Blockchain-Technologie als dezentrale Datenbank von digitalen Transaktionen.



Datenauswertung und -analyse

Die Datenauswertung wird in drei Kategorien eingeteilt: der auf deterministischen Ansätzen beruhenden Modellierung von Prozessen, der Anwendung von statistischen Verfahren zur Ermittlung von Trends bzw. Mustern aus großen Datenmengen sowie schließlich der (rein datengetriebenen) künstlichen Intelligenz.



Datenschutz

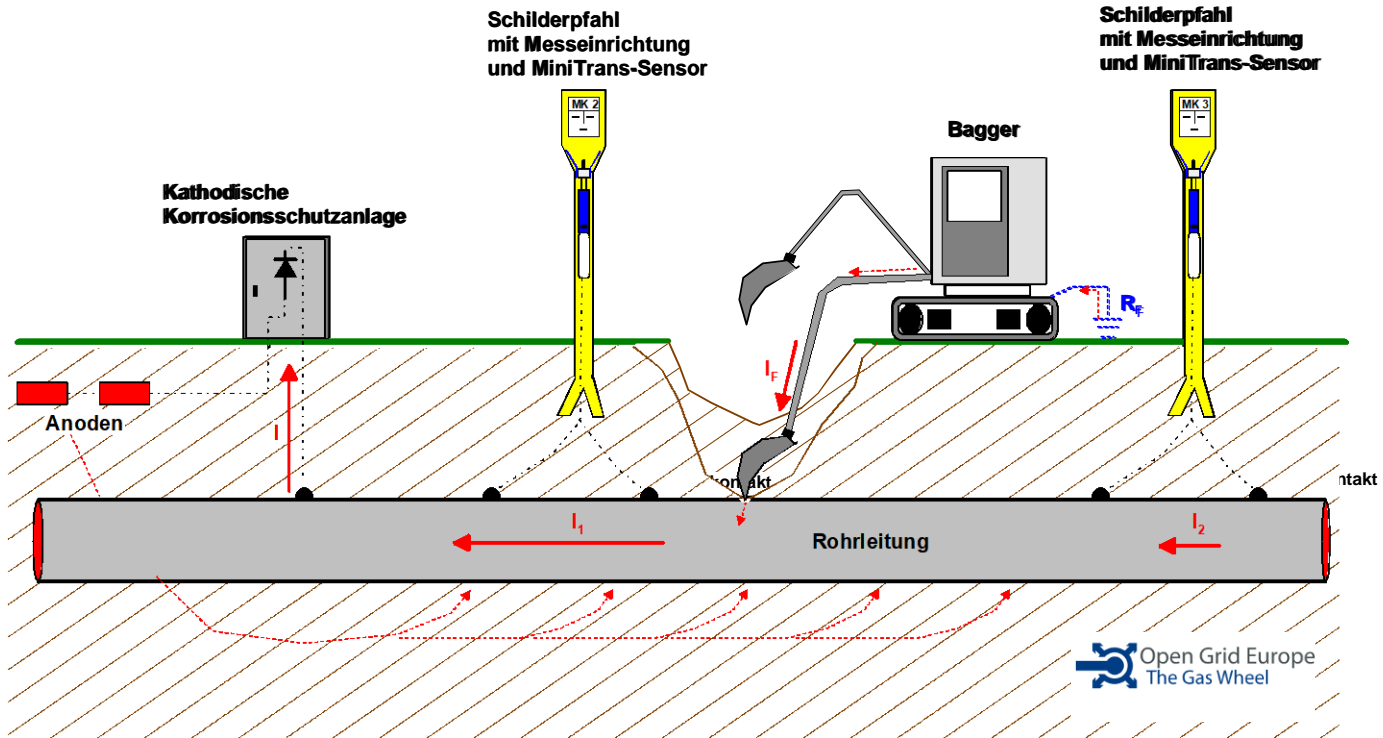
Durch die Digitalisierung steigt die Abhängigkeit der Unternehmen von einer funktionierenden IT-Infrastruktur, so dass der Datensicherheit und dem Datenschutz eine immer wichtigere Bedeutung zukommt.

(Einzel-) Prozess-Digitalisierung (Automatisierung)

Geschäftsfeld-Kopplung; Prozess-zusammenführung

Unerwartetes/ Einsatz von digitalen Tools jenseits des Design-Purposes

Früherkennung von Leitungsbeschädigungen mit PipeMon⁺





Digitalisierung kompakt

Digitalisierung als Treiber für Innovationen und neue Rollenverteilungen