



Gas-Pipeline

# Analyse-Pipeline für eine Gas-Pipeline: Intelligente Gefahrensuche für eine lückenlose Versorgung

Die Versorgung mit Strom, Gas, Wasser und auch Internet ist in Industrienationen wie Deutschland elementar. Für eine lückenlose Versorgung muss die Infrastruktur regelmäßig kontrolliert werden. Zusammen mit Thyssengas entwickelte Materna eine Lösung, die mittels durchgängiger Daten-Workflows zur Verringerung des Überwachungsaufwands beiträgt.

Autorin: Vera Gebhardt

**M**it der Überprüfung der Versorgungsadern geht ein erheblicher Aufwand einher. Spezifische Richtlinien regeln für jeden Versorgungsbereich, wie oft die Leitungen und Pipe-

lines überprüft werden müssen. Die deutsche Gasinfrastruktur ist mit ca. 50 000 km Hochdruckleitungsnetzen und über 500 000 km Verteilnetzen sehr gut ausgebaut [1]. Beschädigungen an einer Gas-

Pipeline, wie beispielsweise an den Nord-Stream-Pipelines in der Ostsee, können schwerwiegende Folgen haben für die gesamte Umwelt [2]. Dazu kommt, dass Betreiber der Gasnetze ihre Rohrleitungen

Bild: Materna Information & Communications SE

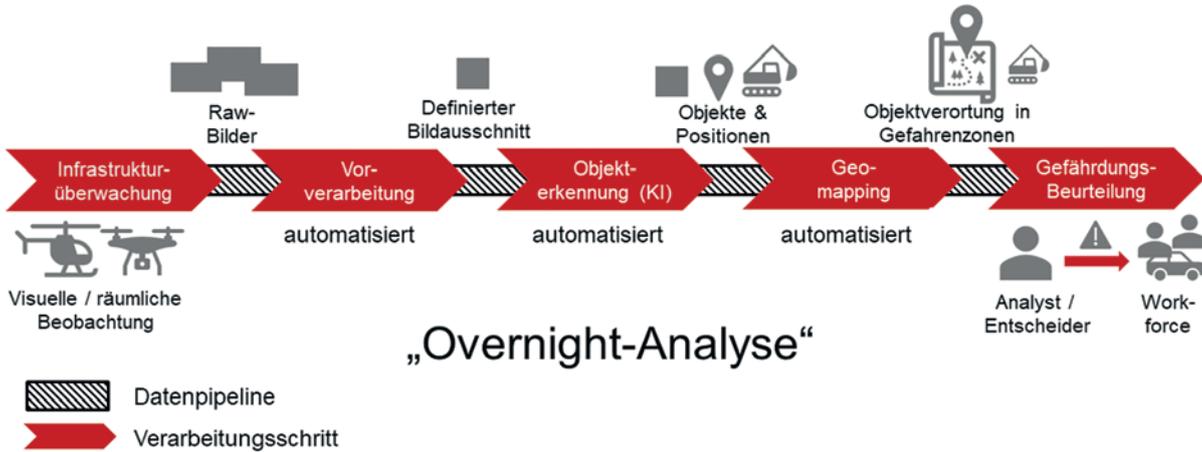


Abb. 1: Analyse-Pipeline

für die nächste Stufe der Energiewende bereit machen müssen, denn in Zukunft werden neben Erdgas auch grüner Wasserstoff, Methan oder Biomethan in die vorhandenen Gasnetze eingespeist. Ausbau, Modernisierung und Instandhaltung der Gasinfrastrukturen sind wesentliche Faktoren für eine effiziente Nutzung der grünen Energien.

### Pipeline-Überwachung bei Thyssengas

Das Unternehmen Thyssengas betreibt ein über 4 000 Kilometer langes Gas-Pipeline-netz [3]. Aufgrund gesetzlicher Vorgaben muss der Gasfernleitungsnetzbetreiber die Strecke monatlich befliegen, um zu untersuchen, ob es Gefahrenquellen gibt, die die Infrastruktur gefährden. Gefahrenquellen können zum Beispiel Bauaktivitäten sein, die in der Nähe der Pipeline-Trasse vonstattengehen.

Ein Hubschrauber überfliegt die gesamte Pipeline-Strecke und eine Fachkraft dokumentiert jeden Abschnitt genauestens. Während des Überflugs begutachtet sie die Situation und notiert, an welchen Stellen sie Auffälligkeiten bemerkt. Wird von einer tatsächlichen Gefahr für die Pipeline ausgegangen, muss der Betreiber schnell reagieren und einen Spezialisten zu der Stelle schicken, um vor Ort die Situation zu klären.

Die mit der Überwachung der Gasleitungen verbundenen hohen Aufwände nahm Thyssengas zum Anlass, den Prozess auf den Prüfstand zu stellen und Optimierungspotenzial auszuloten. Die Überprüfung zielte darauf ab, den Aufwand vor Ort zu verringern, das Verfahren zu vereinfachen und zu objektivieren und dabei gleichzeitig die Sicherheit in der Versorgung zu gewährleisten. Dazu sollte der Monitoring-Prozess möglichst vollständig durch den Einsatz von künstlicher Intelli-

genz (KI) digitalisiert werden. Thyssengas entwickelte eine KI zur Analyse von Luftbilddaten von der Trasse. Mit der Idee, die Resultate dieser KI-Analyse zu validieren und den gesamten Datenverarbeitungsprozess zu automatisieren, wandte sich Thyssengas an die KI-Experten von Materna.

### Entwicklung einer KI-basierten Analyse-Pipeline

In Zusammenarbeit mit dem IT-Dienstleister Materna wurde eine innovative Lösung entwickelt, um den Überwachungsprozess zu optimieren. Die Lösung basiert auf einer Kombination aus KI und geobasierten Datenanalysemethoden.

Es gab insbesondere zwei Herausforderungen für die KI- und GIS-Experten von Materna im Laufe des Entwicklungsprozesses zu lösen: ein KI-basiertes Verfahren für den konkreten Anwendungsfall zu entwickeln, wobei die Erkennungsquote nicht

Bild: Materna Information & Communications SE

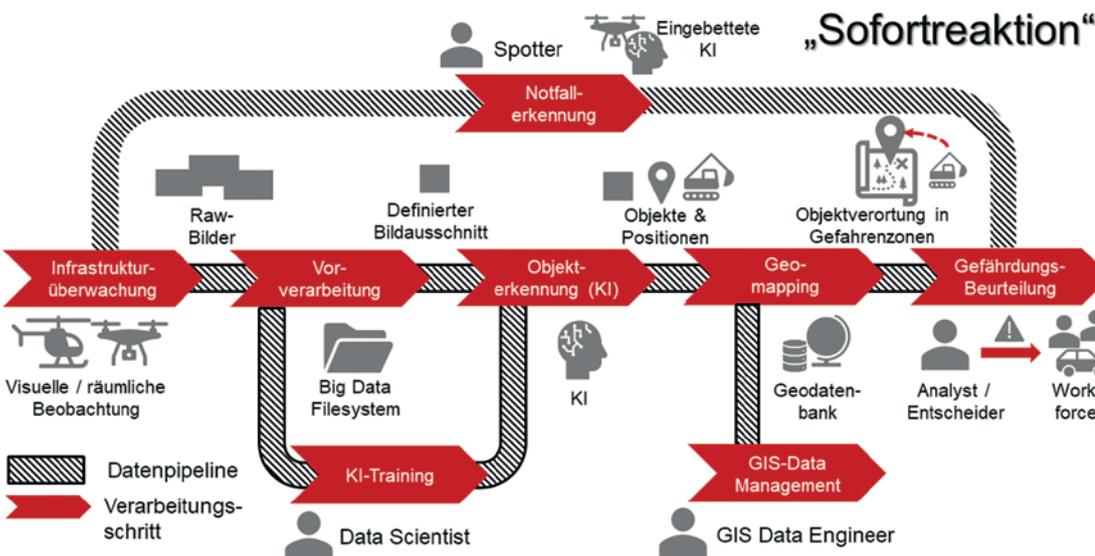


Abb. 2: Komplette Analyse-Pipeline am Beispiel der Gas-Pipeline-Überwachung

# RIEGL LASERSCANNER FÜR UAV-ANWENDUNGEN



schlechter sein soll als die des klassischen Verfahrens, und zweitens die Lösung so zu konzipieren, dass sie skalierbar und leicht auch auf andere Anwendungsfälle übertragbar ist.

Um diese Aufgaben zu lösen, stellte Thyssengas Materna Bildmaterial in verschiedenen Auflösungen und Formaten zur Verfügung, das aus vorhandenen Befliegungsdaten stammte. Die KI-Experten von Materna entwickelten dafür im Rahmen eines Proof of Concept eine Analyse-Pipeline, mit dem die Ergebnisse der KI-Bildanalyse in einem durchgängigen Workflow plausibilisiert und validiert werden können. Dank des modularen Aufbaus der Analyse-Pipeline wurde ein hohes Maß an Flexibilität erreicht, welches eine breite Anwendung dieser automatisierten Analysestrecke ermöglicht.

Die Analyse-Pipeline, wie in **Abb. 1** dargestellt, verarbeitete alle gesammelten Luftbilddaten der Befliegung. Hierfür hat das Projektteam zunächst einen Vorverarbeitungsprozess entwickelt, um die Rohdaten so zu harmonisieren, dass Objekterkennungsverfahren auf das Bildmaterial angewendet werden können. Dabei kommen Algorithmen zum Einsatz, die Objekte wie Bagger, Bauwerke, Straßen oder Gewässer erkennen können. Anschließend wird geprüft, ob sich das Objekt auf der Pipeline-Trasse befindet und daher möglicherweise eine potenzielle Gefahrenquelle darstellt.

Das System prüft die Position des Objekts (Verortung) und stellt fest, ob das Objekt innerhalb einer gefährdungsrelevanten Zone liegt oder außerhalb in den sogenannten Safe Areas. Um die Objekte lokalisieren zu können, haben die Fachleute mit Polygonen gearbeitet. Mit dem Polygon haben sie für den Proof of Concept den Verlauf einer angenommenen Trasse definiert. Dieses Vorgehen lässt sich mit den entsprechenden Geokoordinaten einfach auf den realen Pipeline-Weg übertragen. Erkennt die intelligente Software ein potenziell gefährliches Objekt innerhalb des Polygons, markiert sie das Objekt, sodass diese Stelle bei der nachträglichen Sichtung durch einen Fachmann bewertet werden kann. Wird ein Objekt als Gefahr für die Pipeline definiert, wird es vor Ort überprüft.

Die Ergebnisse der Analyse können anschließend in einem digitalen Dashboard visualisiert und den Verantwortlichen zur Verfügung gestellt. Auf einen Blick können potenzielle Gefahrenstellen identifiziert werden, sodass gezielte Maßnahmen ergriffen werden können. Im Falle einer verdächtigen Beobachtung können die Entscheidungsträger schnell reagieren und Experten vor Ort schicken, um die Situation zu überprüfen.

## Von der Gas-Pipeline zur Daten-Pipeline

Der Auswertung von Massendaten mittels KI liegt ein datengetriebenes Geschäftsmodell zugrunde. Dafür ist es wichtig, den Prozess zu verstehen und zu überlegen, welche KI-Prozesse benötigt werden. Aus diesen Vorüberlegungen lässt sich ein Minimum Viable Product (MVP) erstellen, also eine erste lauffähige Lösung. Sind alle notwendigen Daten vorhanden, um den gewünschten Service zu erbringen, entsteht ein passendes Modell nach den jeweiligen Compliance-Vorgaben. Nach erfolgreichem Testing können die Services auf skalierbaren Plattformen weiterentwickelt werden und neue Services hinzukommen.

Im Fall eines Infrastrukturbetreibers wie Thyssengas beinhaltet das digitale Geschäftsmodell eine Arbeitseinheit (Workforce),

## RIEGL Waveform LiDAR Technologie für professionelle Vermessungseinsätze mittels UAV



### VUX-240

vielseitiger Scanner für den Einsatz auf großen UAVs, Helikoptern oder kleinen bemannten Fluggeräten

- bis zu 2150 m Reichweite @  $\rho \geq 80\%$
- 1,5 MHz eff. Pulsrate
- 75° Sichtfeld
- 4,1 kg



### NEU VUX-160<sup>23</sup>

„NFB-Scanning“ (nadir/vorwärts/rückwärts) für eine optimale Zielerfassung, vorbereitet für die Systemintegration mit gängigen IMU/GNSS-Systemen

- vollständig integriertes IMU/GNSS-System
- bis zu 1800 m Reichweite @  $\rho \geq 80\%$
- 2 MHz eff. Pulsrate
- 100° Sichtfeld
- 2,65 kg



### NEU VUX-120<sup>23</sup>

UAV LiDAR Sensor mit innovativem „NFB-Scanning“ (nadir/vorwärts/rückwärts) für eine optimale Zielerfassung

- bis zu 1430 m Reichweite @  $\rho \geq 80\%$
- 2 MHz eff. Pulsrate
- 100° Sichtfeld
- 2 kg

### VUX-1 UAV<sup>22</sup> / VUX-1 LR<sup>22</sup>

leistungsstarke Sensoren für eine Vielzahl von Anwendungen in der Multikopter-basierenden UAV-Vermessung

- bis zu 1845 m Reichweite @  $\rho \geq 80\%$
- bis zu 1,5 MHz eff. Pulsrate
- 360° Sichtfeld
- 3,5 kg



### miniVUX Serie

extrem leichte LiDAR Sensoren für die Anwendung mit kleinen UAVs

- bis zu 330 m Reichweite @  $\rho \geq 80\%$
- bis zu 200 kHz eff. Pulsrate
- 360° Sichtfeld
- 1,55 kg



newsroom.riegl.international



die Infrastrukturdaten über die Pipeline zur Verfügung stellt (vgl. Abb. 2). Dadurch ist klar, wie die Pipeline verläuft. Die Kameraflüge können entsprechend organisiert werden. Die Auswertung der Luftbilder erfolgt mit KI, die einzelne Objekte erkennt. Diese Objekte werden als einzelne Gefahrenobjekte eingestuft und an das Workforce-Management gemeldet, das entscheidet, wie sie die kritische Information nachverfolgt.

Es entstehen Daten-Pipelines, die so gestaltet sein müssen, dass sie Massendaten verarbeiten können. Mehrere Gigabyte an Rohmaterial müssen zunächst vorverarbeitet werden, sodass eine KI definierte Bildausschnitte identifizieren kann. Danach folgt die automatisierte Erkennung von Objekten. Die Daten dazu sind separat in dem Bild verortet und werden über eine Geo Map zur Verfügung gestellt. Entscheider betrachten nicht mehr die einzelnen Bilder, sondern die einzelnen Fälle, die die KI identifiziert hat. Dieser Prozess lässt sich vollständig digital abbilden.

Weitere begleitende Prozesse sorgen dafür, dass die Daten in der Daten-Pipeline fließen. Ein wichtiger Prozess ist das Training und Testen der KI zur Erkennung der Objekte. Dazu gehört auch ein Data Lake für die Speicherung der Rohdaten, die für Trainingszwecke gebraucht werden. Für das Reporting ist ein GIS-Datenmanagement notwendig, um den Prozess zu unterstützen.

Da der Einsatz von KI in der Infrastrukturüberwachung auch ethische und datenschutzrechtliche Fragen aufwirft, spielt Data-Governance eine wichtige Rolle. Es ist wichtig, dass bei der Implementierung solcher Lösungen die Privatsphäre und der Datenschutz gewahrt werden. Durch eine umfassende Data-Governance, die ethische und datenschutzrechtliche Aspekte berücksichtigt, stellt Materna sicher, dass der Einsatz von KI effektiv als auch verantwortungsbewusst erfolgt. Dies trägt dazu bei, das Vertrauen zu schaffen und den positiven Nutzen von KI-Technologien in sicherheitskritischen Bereichen zu maximieren.

### Vorteile der KI- und geobasierten Lösung

Dank der Einführung der KI- und geobasierten Lösung zur Pipeline-Überwachung können sehr viele Daten zuverlässig ausgewertet werden und reduziert dadurch den

Überwachungsaufwand vor Ort erheblich. Statt manueller Inspektionen entlang der gesamten Pipeline-Strecke können nun auf automatisierte Analysen zurückgegriffen werden.

Darüber hinaus ermöglicht die KI-basierte Lösung eine objektivere und standardisierte Überwachung. Menschliche Fehler oder subjektive Einschätzungen werden minimiert, da die Analyse auf objektiven Daten und Algorithmen basiert. Dies führt zu einer höheren Zuverlässigkeit und Genauigkeit bei der Identifizierung potenzieller Gefahrenstellen.

Trotzdem ist der Faktor Mensch nicht zu unterschätzen: Auch KI kann zunächst keine Vollständigkeit garantieren. Im Nachgang der Befliegung erhält eine Fachkraft das Bildmaterial und kann sich im Zeitraffer die Bilder anschauen. Objekte, die die KI erkannt hat, bekommt sie vorkennzeichnet. Weitere Objekte, die bei der Sichtung auffallen, kann der Mitarbeitende ebenfalls kenntlich machen. Die letzte Entscheidung liegt beim Menschen.

Die Korrekturen, die der Mitarbeitende vornimmt, gehen jedes Mal in den Lernpfad der KI ein. Die Software wird mit den noch gefundenen Fehlern kontinuierlich nachgeschärft, sodass sie immer besser wird. Mit der Zeit wird der Aufwand immer geringer. Der Mitarbeitende kann sich zunehmend darauf verlassen, dass die KI alle Auffälligkeiten gefunden hat.

### Ausblick und Potenzial

Die Kombination aus KI und geobasierten Datenanalysemethoden bietet großes Potenzial für die Überwachung und Instandhaltung von Infrastrukturen. Nicht nur im Bereich der Gas-Pipelines, sondern auch bei anderen Versorgungsnetzen wie Strom- oder Wasserleitungen können ähnliche Lösungen eingesetzt werden.

Die Vorteile der KI-basierten Überwachung liegen auf der Hand. Durch den Einsatz von Algorithmen und automatisierten Analysen können potenzielle Gefahrenstellen frühzeitig erkannt und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Dies ermöglicht eine effizientere Nutzung der Ressourcen und eine verbesserte Sicherheit.

Zukünftig könnte die Analyse-Pipeline weiterentwickelt werden, um noch präzisere und detailliertere Informationen zu liefern. Zum Beispiel könnten zusätzliche

Sensoren oder Drohnen eingesetzt werden, um ergänzende Daten zu sammeln und die Überwachung zu verbessern. Auch die Integration von Echtzeitdaten und die Anwendung von Predictive Analytics wären denkbar, um potenzielle Gefahrenquellen noch genauer vorherzusagen. Der Mensch behält jedoch die letzte Entscheidungsgewalt und trägt zur kontinuierlichen Verbesserung der KI bei.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt „Eine Analyse-Pipeline für Gas-Pipeline“, entwickelt in Zusammenarbeit zwischen Thyssengas und Materna, eine innovative Lösung für die Überwachung und Sicherheit einer linearen Infrastruktur darstellt. Die Kombination aus KI und geobasierten Datenanalysemethoden bietet eine vielversprechende Möglichkeit, die Überwachung und Instandhaltung von Infrastrukturen effizienter, sicherer und zuverlässiger zu gestalten. Durch den Einsatz der vorgestellten Analyse-Pipeline können Unternehmen wie Thyssengas ihre Versorgungsnetze optimal betreiben und so eine reibungslose Versorgung gewährleisten.

### Quellen:

- [1] [www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/impuls/Energie-Impuls-Factsheet-4-Gasnetze.pdf](http://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/impuls/Energie-Impuls-Factsheet-4-Gasnetze.pdf)
- [2] [www.wiwo.de/technologie/umwelt/nord-stream-pipelines-pipeline-lecks-forscher-befuerchten-schaeden-fuer-klima-und-meer/28719206.html](http://www.wiwo.de/technologie/umwelt/nord-stream-pipelines-pipeline-lecks-forscher-befuerchten-schaeden-fuer-klima-und-meer/28719206.html)
- [3] <https://thyssengas.com/de/energiezukunft/wasserstoff.html>

### Kontakt:

Vera Gebhardt  
 Materna Information & Communications SE  
 E: vera.gebhardt@materna.group