

Neue Methode zum Messen des Verwässerungsgrades direkt am Tankstand

Laut Angaben des Bundesverbands Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. (BVEG) erreichten in Deutschland im Jahr 2020 die Fördermengen an Erdgas 5,2 Mrd. m³ sowie respektive 1,9 Mio. t an Erdöl. Die Hauptregionen sind Niedersachsen bei Erdgas- beziehungsweise Schleswig-Holstein bei der Erdölförderung. Bis heute gibt es viele Lagerstätten für Öl und Gas, deren Ausbeutung sich lohnt; insbesondere zwischen Elbe und Ems, im Oberrheinland sowie im Alpenvorland. Neue oder bereits stillgelegte Lagerstätten wie beispielsweise im hessischen Ried werden bei steigenden Ölpreisen wieder in Betrieb genommen. Für ihre Wirtschaftlichkeit spielen neben dem aktuellen Öl- bzw. Gaspreis die Ergiebigkeit der Lagerstätte und die Förderkosten die größte Rolle.

Im Fokus: Das Lagerstättenwasser

Hierbei ist der Verwässerungsgrad des über die einzelnen Bohrungen geförderten Öls beziehungsweise Gases ein entscheidender Parameter. Das aus der Tiefe mithilfe gepumpten Lagerstättenwasser muss abgetrennt, in Tanks gesammelt und – gegebenenfalls nach vorheriger Aufbereitung – über sogenannte Versenksonden wieder in den Boden verpresst werden. Dabei gilt: Je mehr Wasser in die Lagerstätte eindringt, desto höher ist der Aufwand für die technisch notwendige Aufbereitung und desto weniger lohnt sich langfristig die Förderung. Bisher wird der Verwässerungsgrad fast ausschließlich auf Versuchsbasis bestimmt. Dazu zählt beispielsweise der sogenannte „Well-Checker“: Hierbei wird die Emulsion aus Wasser und Öl beziehungsweise das Nassgas in unregelmäßigen Abständen für einen bestimmten Zeitraum gesammelt und anschließend mit der geförderten Menge Öl bzw. Gas verglichen. Die Problematik: Diese Versuche sind zwar sehr genau, beziehen sich aber nur auf den Zeitpunkt des Versuches. Gleichzeitig sind sie sehr aufwendig und werden entsprechend aus Zeit- und Kostengründen von vielen Lagerstättenbetreibern nur relativ selten durchgeführt. Entsprechend ist es mit dieser Methode unmöglich, sich ein Bild über die zeitliche Veränderung des Verwässerungsgrades zu machen.

Ein anderer praktizierter Ansatz ist ein Vergleich der monatlich über die Tankkraftwagen (TKW) abtransportierten Wassermengen mit der Öl- oder Gasproduktion einer bestimmten Sonde. Dieser Weg ist mühsam, da die Abrechnungsprotokolle des Transportunternehmens meistens von Hand ausgewertet werden. Zudem ist er nicht sehr genau und liefert nur sehr langfristige Durchschnittswerte. Fazit: Die vorgestellten Methoden sind nicht ausreichend, um ein genaueres Bild über den Verwässerungsgrad des geförderten Gases oder Öls zu erhalten.

Entwicklung neuer Lösungsansätze mithilfe externer Berater

Um einen Ausweg aus dieser Situation zu fin-

den, hat sich der Betreiber von Gassonden bei hauptsächlich in Niedersachsen liegenden Lagerstätten an die Process Data Engineering GmbH gewendet. Das Unternehmen aus Aschaffenburg verfügt über jahrzehntelange Erfahrung in der Prozesstechnik, IT und Automatisierung sowie viel branchenspezifisches Know-how in der Mineralölindustrie.

„Wir haben dem Kunden vorgeschlagen, für die Berechnung vom Wasser-Gas-Verhältnis, abgekürzt WGV, direkt die Tankstands-Messungen zu verwenden“, sagt PDE-Geschäftsführer Jörg Wolf. „Damit lassen sich auch für kürzere Zeiträume, typischerweise einen Tag, sehr genaue Ergebnisse erzielen“, so Jörg Wolf weiter.

Durch die Trenddarstellung des auf Tagesbasis ermittelten Verwässerungsgrades je Sonde sind unter anderem die Veränderungen im Zeitverlauf in der Lagerstätte schnell erkennbar.

Grundsätzlich kann das WGV für jede Förderersonde aus dem anfallenden Lagerstättenwasser (LaWa) mit folgender allgemeiner Formel berechnet werden:

$$WGR = LaWa * 10^6 / Fördermenge [cm^3/m^3]$$

Das klingt einfach, ist es aber in keiner Weise, da ausschließlich die Fördermenge als direkter Messwert über die benötigten Zeiträume verfügbar ist. Für die Berechnung der LaWa-Mengen müssen die Standmessungen der Tanks bzw. die daraus aufgrund der Tankgeometrie berechneten Volumina [m³] herangezogen werden. Dazu ist es notwendig, die exakten Zeitpunkte und die Dauer der Tankentleerungen zu bestimmen.

Dies geschieht über die Suche eines Maximums innerhalb des betrachteten Zeitraumes und – falls gefunden – des darauffolgenden Minimums, was dem Ende der Tankentleerung entspricht.

Da die Füllung der LaWa-Tanks aufgrund von Produktionsunterbrechungen, Schwankungen der Produktionsmenge oder auch des LaWa-Anfalls nie linear verläuft und es durch teilweise starkes „Messwertrauschen“ oder andere Effekte zu „falschen Maxima“ kommen kann, sind die Berechnungen sehr kompliziert.

Dazu einige Beispiele:

Abb. 1 zeigt die Entleerung eines LaWa-Tanks, den anschließenden Anfall an LaWa über circa 24 Stunden und die nächste Entleerung. Bei diesem Verlauf sind die Zeitpunkte „Beginn Entleerung“ und „Ende Entleerung“ leicht über eine einfache Extremwertsuche auffindbar. Die Entleerungen dauern hier circa 20 Minuten.

Schwieriger wird es in den beiden im Folgenden dargestellten Fällen. (Abb. 2 bis 5)

Die Abb. 2 und 3 zeigen jeweils den Verlauf der Entleerung mit am Ende starken Schwankungen. In der Abb. 4 ist ergänzend zu Abb. 3 der Verlauf über einen längeren Zeitraum dargestellt. Es wird deutlich, dass hier das Ende der Entleerung nicht über die einfache

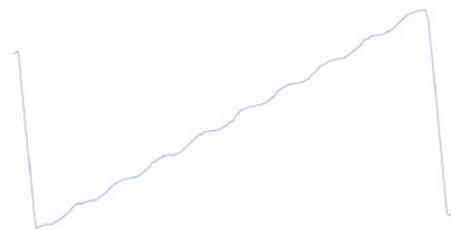


Abb. 1 Idealer Verlauf einer Tankstandmessung

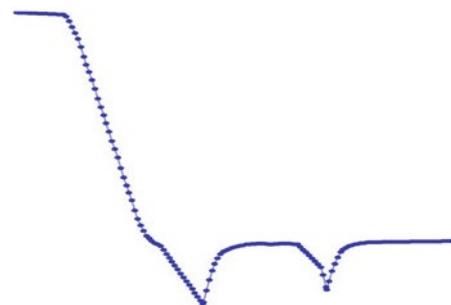


Abb. 2 Tankstand nach Entleerung mit zwei Minima

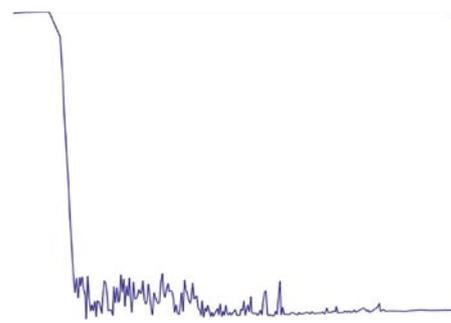


Abb. 3 Tankstand nach Entleerung ohne erkennbares Minimum

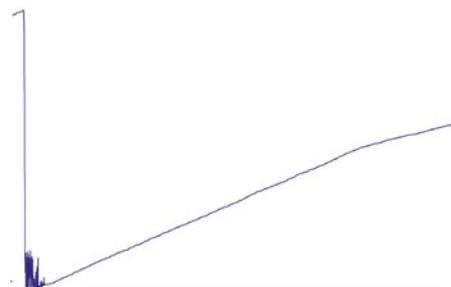


Abb. 4 Tankentleerung mit Wiederbefüllung ohne klares Minimum

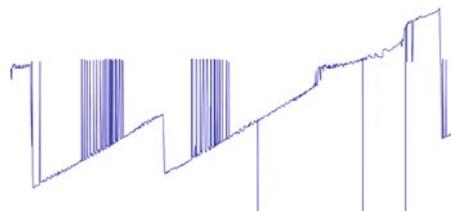


Abb. 5 Tankstandmessung mit sehr vielen Fehlsignalen



Abb. 6 Verlauf Tankstand und erkannte Verpumpungen

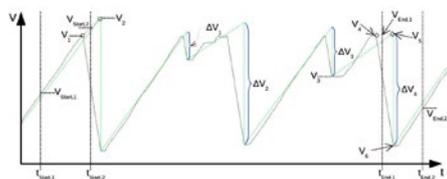


Abb. 7 Berechnung LaWa-Menge aus Tankstand und Verpumpungen

Suche nach einem Minimum gefunden werden kann. Im ersten gezeigten Fall (Abb. 2) ginge das noch, würde aber wohl zu einem deutlichen Fehler führen, da das tatsächliche Tankstand-Minimum wahrscheinlich eher im Schnittpunkt aus dem abfallenden Ast und der Verlängerung des ansteigenden Tankstandes nach links liegt. Im zweiten Beispiel (Abb. 3 und 4) kann man überhaupt nicht mehr erkennen, wo das Verpumpen genau endet. Noch unkalkulierbarer sieht es bei dem in Abb. 5 gezeigten Tank aus.

Messung vom Wasser-Gas-Verhältnis (WGV) für jeden beliebigen Zeitpunkt

Die letztgenannten Beispiele unterstreichen die Komplexität der Thematik. „Um verlässliche Werte für das Ende einer Verpumpung zu finden, haben wir als nächsten logischen Schritt zusätzliche Analyse-Tools wie beispielsweise das Ausblenden einzelner Ausreißer oder weitergehende Kriterien für das Er-

kennen von Extremwerten angewandt“, erklärt Jörg Wolf.

Diese Vorgehensweise erfordert viel Fachwissen und eine besonders akribische Analyse, die „Trial-and-Error“ als notwendige Arbeitsschritte einkalkuliert. Am Ende war die Auswertung nur aufgrund von Daten vieler unterschiedlicher Tanks und der Einführung von „Tuning-Parametern“ zur Abbildung der stark variierenden Situationen möglich. Jetzt, nach Abschluss des Projektes, lässt sich sagen, dass in rund 98% aller Fälle eine sehr genaue Bestimmung dieser Zeitpunkte und der zugehörigen Tankstände gelingt.

Da während der Tankentleerung weiterhin LaWa anfällt, werden die – fiktiven – Tankstände am Ende der Entleerung durch eine Extrapolation mit der durchschnittlichen Steigung vor Beginn der Tankentleerung berechnet.

Ein Beispiel für den Verlauf der gemessenen Tankstände (dunkelrot) und der erkannten Verpumpungen (grün) zeigt die Abb. 6.

Mit diesen Daten (Zeitpunkte, Tankstände) kann für jeden gewünschten Zeitraum der tatsächliche Anfall an LaWa bestimmt werden. Das wird durch die schematische Darstellung in Abb. 7 deutlich.

Dazu werden zunächst einfach die verpumpten Mengen (also die Differenz des extrapolierten und des gemessenen Tankstandes am Ende der Verpumpung) innerhalb des Zeitraumes addiert ($\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \Delta V_4$). Dazu kommen die Mengen zu Beginn und Ende, die jeweils abhängig davon sind, ob dort gerade eine Verpumpung lief oder nicht.

Für den Beginn gilt:

- ohne Verpumpung ($t_{Start,1}$): $V_2 - V_{Start,1}$
- mit Verpumpung ($t_{Start,2}$): $V_2 - V_{Start,2}$

Entsprechend gilt für das Ende des Zeitraumes:

- ohne Verpumpung ($t_{End,2}$): $V_{End,2} - V_6$
- mit Verpumpung ($t_{End,1}$): $V_{End,1} - V_3$

Damit und mit den gemessenen Gasfördermengen lässt sich das GWV für jeden beliebigen Zeitraum berechnen. Aktuell geschieht das auf Tagesbasis, Monatsbasis und für gleitende 30-Tage-Zeiträume.

Fazit

Die Erfahrungen nach mehr als einem halben Jahr Betrieb zeigen, dass der Ansatz von PDE goldrichtig war. Mittlerweile werden die Abrechnungen des Transportunternehmens für die abgefahrenen LaWa-Mengen anhand der hier dargestellten Berechnungen kontrolliert. Die Ingenieure vor Ort sind begeistert über die zeitnahen Informationen zur besseren Beurteilung der Bohrungen. Als erfolgsentscheidend erwiesen sich die Auswertung unterschiedlicher Daten unter Einbezug neuer Parameter und eine intensive Prozessdatenanalyse nach dem Trial-and-Error-Prinzip. Individuell angepasst auf die jeweilige Situation am Standort, ist diese Methodik zum Messen des Verwässerungsgrades für alle Gas- und Öllagerstände anwendbar. Gleichzeitig sorgt sie für weniger Kosten und Zeit bei den monatlichen Meldungen an die Bergämter bei mehr Transparenz.

www.pde-gmbh.de

Silke Brügel, freie Autorin Ottobrunn

Was darf es kosten? Wasserstoffprojekte berechnen und planen

Damit sich Grüner Wasserstoff als zukunftsweisender Energieträger langfristig etablieren kann, braucht es ein Instrument, um potenzielle Projekte wirtschaftlich bewerten zu können. Vor diesem Hintergrund entwickelte das DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg eine Analysesoftware zur Bewertung von Wasserstoffgestehungskosten. Das Tool schafft eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über die gesamte Wertschöpfungskette zum Grünen Wasserstoff. Beim 12. HYPOS-Dialog stellten Expertinnen und Experten den 100 Teilnehmenden die Analysesoftware sowie seine Anwendungsmöglichkeiten vor.

Das mit dem Analysetool verknüpfte HYPOS-Projekt H₂-Index startete im Juni 2017. Im ersten Projektschritt wurden die wichtigsten Wertschöpfungsketten identifiziert und politische Entwicklungspfade definiert. Es folgte eine Betreiber- und Geschäftsmodellanalyse inklusive Shareholder-Untersuchung. Zur öffentlichen Evaluierung der Geschäftsmodellanalyse wurde anschließend eine Stakeholder-Umfrage durchgeführt. „Die zukünftigen Nutzer wurden von An-

fang an in die Entwicklung eingebunden, sodass der Funktionsumfang und die abgebildeten Wertschöpfungsketten nicht nur den wissenschaftlichen Zielen des Projektes dienen, sondern auch möglichst weitreichende praktische Anwendung erfahren können“, erklärt Projektkoordinator Dr. Martin Pumpa vom DBI.

Das aktuelle HYPOS-Projekt H₂-Index II stellt eine Erweiterung des im H₂-Index I entwickelten statistischen Berechnungstools für die wirtschaftliche Bewertung von Innovationen entlang der Wertschöpfungsketten von Grünem Wasserstoff dar. Die Software ermöglicht eine dynamische Betrachtung der Wertschöpfungsketten, welche für die wirtschaftliche Produktion von Grünem Wasserstoff besonders relevant sind. Zudem können mit dem erweiterten Tool spezifische Erzeugungs- und Abnehmerpotenziale sowie sich ändernde regulatorische Rahmenbedingungen betrachtet werden. Die Simulation zukünftiger Projekte berücksichtigt dabei verschiedene politische Szenarien und unterschiedliche zeitliche bzw. räumliche Perspektiven. Die aus-

föhrliche Systemanalyse der Wertschöpfungsketten mit dem H₂-Index II dient u. a. der regionalen Bewertung von Geschäftsmodellen, indem Forschungsvorhaben und potenzielle Projekte strategisch ausgerichtet bzw. überwacht werden können und deren Wirtschaftlichkeit abgeschätzt werden kann.

Auf dem 12. HYPOS-Dialog am 30. Juli 2021 präsentierte Dr. Pumpa das beschriebene Analysetool ausführlich. Zudem gab der HYPOS-Dialog den Teilnehmenden Einblicke in die praktische Arbeit und Anwendungsmöglichkeiten des Tools. „Großen Wert haben wir zu diesem Zweck auf eine besonders intuitive Benutzeroberfläche gelegt. Das Ziel ist es, einem möglichst breiten Nutzerkreis die Möglichkeit zu geben, selbst Analysen durchzuführen und dadurch bei der Planung von eigenen Projekten zu unterstützen“ so Pumpa. Den HYPOS Mitgliedern wird eine Version des H₂-Index-Tools auch zur eigenständigen Verwendung zur Verfügung gestellt. Diese kann ab November 2021 auf der Seite des DBI bezogen werden.