

Förderbohrungsintensivierung beim Rohstoffabbau in Kasachstan

Regenerierungsverfahren ■ Im Artikel wird der Einsatz des „hydropuls®-Verfahrens“ zur Intensivierung und Regenerierung von Injektions- und Förderbohrlöchern in Kasachstan beschrieben. Der Leser erhält Einblick in die besonderen klimatischen und technologischen Bedingungen, unter denen dieses Verfahren zur Anwendung kommt. Es wird auf Nutzungsmöglichkeiten des Verfahrens unter Einsatz einer neuen Generation von Impulsgeneratoren in Brunnen und Förderbohrungen im europäischen Raum eingegangen.



Quelle: Google Earth

Abb. 1 Das Uranabbaugebiet liegt im Süden Kasachstans.



Quelle: TLM GmbH

Abb. 2 Förderbohrung während der Intensivierung

Die Länder Zentralasiens haben sich in den vergangenen Jahren zu einer beständig wachsenden Wirtschaftsregion entwickelt, wobei sich die ökonomische Leistungsfähigkeit der einzelnen Staaten auf unterschiedlichem Niveau bewegt. Zu den Führenden zählt zweifelsfrei die Republik Kasachstan, die sich, anders als einige ihrer direkten Nachbarn, auf einem stabilen Wachstumskurs mit hohem Niveau befindet. So wurde im Jahr 2006 erneut ein Wirtschaftswachstum von mehr als 8 Prozent erzielt. Im Jahr 2005 betrug es 9 Prozent – nur 0,3 Prozent weniger als China. Dabei erscheint der riesige Flächenstaat (Abb. 1) mit nur 15 Millionen Einwohnern auf den ersten Blick eher unattraktiv. Jedoch besitzt Kasachstan große Mengen strategischer Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas, Edelmetalle und Erze, die durch die weltwirtschaftlichen Entwicklungen in den letzten Jahren stark nachgefragt sind und deren Preise ständig steigen. Daher wundert es nicht, dass alle wichtigen Weltkonzerne dieser Branchen mittlerweile in Form von Joint-Ventures mit kasachischen Unternehmen in der Erkundung, Erschließung und Förderung dieser Rohstoffe aktiv sind.

Die Firma KATCO, ein Joint-Venture von KazAtomProm und der französischen COGEMA (AREVA), ist ein seit 1996 im Uranabbau tätiges Unternehmen. Die Lagerstätten befinden sich hauptsächlich in Südkasachstan (Abb. 1) und zählen zu den weltweit größten Vorkommen. In einem riesigen Becken entlang des Karatau-Gebirges liegen in Tiefen bis 700 m eoäne Sande ver-

schiedener Mächtigkeit, die durch Schluffe und Tone überlagert werden. Neben der Tatsache, dass diese Sande sehr ergiebige Grundwasserleiter sind, befinden sich in ihnen die vor ca. 50 Millionen Jahren natürlich entstandenen Uranvorkommen.

Auf Grund der Tiefe der Lagerstätten und des natürlichen Vorhandenseins abgesperrter wassergefüllter Förderhorizonte erfolgt der Uranabbau durch die so genannte In-Situ-Leaching-Methode (ISL-Methode). Grundprinzip dieser Methode ist das Niederbringen von Verpress- und Förderbohrungen in die Lagerstätte unter Filterausbau des Förderhorizontes. Über die Verpressbohrungen wird ein Säure-Wasser-Gemisch in den Förderhorizont gepresst, wobei durch die dabei stattfindenden chemischen Reaktionen das Uran gelöst wird. Über die Förderbohrungen wird die uranhaltige Flüssigkeit abgepumpt und zu einer Aufbereitungsanlage geleitet, die das Uran aus dem Säure-Wasser-Gemisch zurückgewinnt. Anschließend wird das

Säure-Wasser-Gemisch erneut dem Kreislauf zugeführt. Derzeit wird weltweit in 63 Abbaugebieten nach dieser Methode verfahren oder es ist in Vorbereitung. Schwerpunkte bilden dabei die USA, Australien, Russland und Kasachstan.

Für die Gewinnung von 1.000 t Natururan pro Jahr werden bei der ISL-Methode ca. 500 Bohrungen benötigt. Daraus folgt die enorme Bedeutung sowohl der anfänglichen Bohr- und Ausbauarbeiten als auch des Betriebs und besonders der Wartung der Bohrungen während des Förderprozesses. Hierbei sind als wichtigste Einflussfaktoren auf den mechanischen und hydraulischen Zustand der Bohrungen insbesondere zu nennen:

- Im Förderprozess wird ununterbrochen mit 3%iger Schwefelsäure gearbeitet.
- Daraus leiten sich besondere Anforderungen an die Qualität des Ausbaus ab, der mit PVC-Ausbaurohren bis Teufen von 700 m erfolgt.

- Durch die Verwendung von toniger Bohrspülung besteht die Notwendigkeit einer intensiven Entwicklung der Bohrung nach Ausbauende, um Spülungsreste aus dem Filterbereich weitestgehend zu entfernen.
- In den Förderhorizonten ist ein sehr hoher Feinkornanteil festzustellen, der durch das ständige Abfordern einen hohen Mobilitätsgrad aufweist.
- Durch chemische Reaktionen im Förderhorizont kann es zur Ausbildung anderer, nicht erwünschter Reaktionsprodukte kommen, die sich ebenso als Kolmatanten im Filterbereich anlagern.

Negative Auswirkungen dieser Einflüsse können eine geringere als geplante Förderleistung der Bohrungen von Beginn an und ein schnelles Nachlassen sowohl der verpressbaren als auch der abpumpbaren Flüssigkeitsmengen während des Förderprozesses sein.

Auch die Firma KATCO sah sich seit Beginn der Aufnahme der Förderung mittels der ISL-Methode im Jahr ►

Abb. 3 hydropuls-Container



Abb. 4 Impuls-
generator GIIK



Abb. 5 hydropuls-Komplex



Quelle alle Abb.: TLM GmbH

2004 mit derartigen Problemen konfrontiert. Der Suche nach technischen Lösungen zur Beseitigung dieser Hemmnisse wurde ein hoher Stellenwert zugeschrieben, da KATCO mit sehr hohem logistischem und finanziellem Aufwand die obertägigen Anlagen und Einrichtungen im Abbaubereich langfristig entwickelt. Inmitten der Muyunkum-Wüste entstanden neben einem Basiccamp mit klimatisierten Wohnanlagen, Freizeiteinrichtungen, medizinischer Versorgung und moderner Kücheneinrichtung eine umfangreiche technische Basis mit Werkstätten, Garagen, verschiedenen Lagern, Transformatorstation, eigener Wasserversorgung und ein Aufbereitungskomplex. Gleichzeitig wurde und wird mit russischen und kasachischen Subunternehmen der enorme Umfang notwendiger Bohrarbeiten ausgeführt. Zeitgleich sind bis zu 40 Bohranlagen verschiedenster Art und Typen im Fördergebiet im Einsatz.

Zusätzlich baute man etwa 100 km asphaltierte Straße in die Wüste. Die gesamte Versorgung erfolgt über ca. 300 km Straßentransportweg aus der Provinzhauptstadt Shymkent. Derzeit arbeiten im Abbaubereich ca. 200 Mitar-

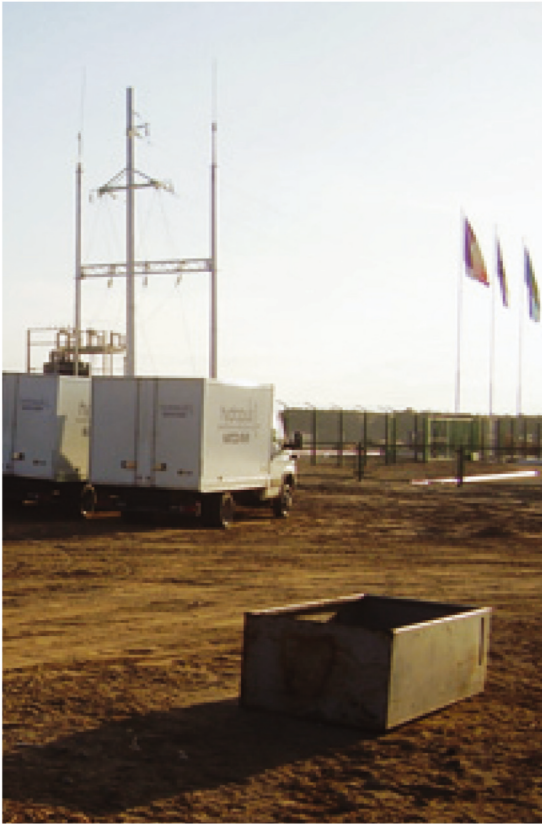
beiter. Das Spektrum der vertretenen Berufsgruppen reicht von geologischen, geotechnischen bis hin zu verfahrens- und elektrotechnischen Fachrichtungen. Arbeitssprachen sind Französisch, Englisch und Russisch. Eine Gruppe von technischen Dolmetschern ist ständig vor Ort. Die klimatischen Bedingungen erschweren zusätzlich alle Arbeiten in der Region. Die Temperaturkurve geht im Jahr von +50 °C bis -40 °C. Feinster Sand wird mit jedem Luftzug aufgeweht und befindet sich förmlich „überall“.

Anfang des Jahres 2005 fand ein erstes Treffen der Firmen TLM Technologie und Logistik Markkleeberg GmbH und KATCO statt. Inhalt der Gespräche war die Überprüfung der Eignung des hydropuls®-Verfahrens zur Intensivierung der Verpress- und Förderbohrungen. Zunächst wurde ein Pilotversuch vereinbart, welcher im August 2005 in mehreren zur Verfügung gestellten Bohrungen im kasachischen Fördergebiet erfolgte. Die entscheidende Erkenntnis des Versuches war, dass trotz komplizierter Ausgangsbedingungen das hydropuls®-Verfahren sowohl die Aufnahmekapazität der Verpressbohrungen als auch die Leis-

tung der Förderbohrungen (Abb. 2) deutlich erhöhte. Gleichzeitig wurde jedoch auch klar, dass für einen Routineinsatz dieser Art von Impulsverfahren unter den konkreten Rahmenbedingungen der ISL-Methode die bisher nur zur Brunnenregenerierung verwendete Technik komplett überarbeitet werden musste. Es galt, folgende erschwerende Faktoren zu berücksichtigen:

- ständiger Kontakt der Untertage-Technik mit 3%iger Schwefelsäure,
- artesische Bohrungen mit maximal möglichen Teufen bis 700 m,
- PVC-Ausbaurohre mit Innendurchmessern von nur 74 bis 93 mm,
- kurze Filterlängen, welche exakt teufenmäßig zu „treffen“ sind,
- ständige Aussetzung der obertägigen Technik mit feinsten Sand, Hitze oder Kälte,
- logistische Probleme vor Ort bei der Versorgung mit Druckluftflaschen.

Im Verlauf von ca. sechs Monaten konnte die TLM GmbH eine für diese Bedingungen modifizierte hydropuls®-Anlage fertigen (Abb. 3), die ab Juni 2006 bei der Firma KATCO zur Bohrungsintensivierung zum Routineein-



satz kam. Bis Dezember 2006 bearbeitete diese Anlage über 500 Bohrungen. Die durchschnittliche Steigerung der Aufnahmekapazität der Verpressbohrungen lag bei 400 Prozent, die Erhöhung der Leistung aus den Förderbohrungen im Durchschnitt bei 100 Prozent. Nachdem zusätzlich begonnen wurde, die neugeteufte Bohrungen mit Unterstützung des hydro-puls®-Verfahrens sofort nach dem Ausbau intensiv zu entwickeln, erhöhte sich auch die Anfangsleistung um ca. 30 Prozent.

Während der gesamten sieben Monate wurde mit nur einem einzigen Exemplar des Impulsgenerators G-III/K gearbeitet (Abb. 4). Es gab keinerlei Ausfälle dieses weiterentwickelten Generatortyps. Durch die Modifizierungen konnte auch garantiert werden, dass unter den komplizierten Druckverhältnissen einerseits (max. bis zu 700 m Wassersäule über dem Impuls-generator) und den kleinen Innendurchmessern des Bohrungsausbaus andererseits kein PVC-Rohr beschädigt wurde. Der Nachweis erfolgte durch die nach jeder Impulsbearbeitung durchgeführten Kontrollmessungen der Bohrlochgeophysik von KATCO.

Der Druckluftbedarf der autonom arbeitenden Anlage konnte durch einen BAUER-Kompressor sichergestellt werden, der die in der Anlage integrierten Druckluftflaschen befüllt. Auch dieses Gerät arbeitete trotz widriger Temperaturen und teils extremer Feinsandbelastungen über den gesamten Zeitraum störungsfrei. Durch Verwendung eines äußerst säurefesten und nicht dehnbaren Hochdruckschlauches sowie einer programmierbaren Schlauchwindensteuerung konnte die Problematik der exakt teufenbezogenen Bearbeitung der kurzen Filterstrecken gelöst werden. Genaueste Ausgangsdaten zu den Filterstrecken lieferten zudem vor Beginn der Bearbeitung aktuelle Bohrlochmessergebnisse, die durch die Geophysikabteilung von KATCO ständig geliefert wurden.

Der sehr gute Erfolg der Bohrungsintensivierung mit dem hydro-puls®-Verfahren war Grund für die Firma KATCO, einen kompletten Technikkomplex für das aktuelle Fördergebiet zu beschaffen. Seit Februar 2007 ist dieser autonome Komplex (Abb. 5) bei KATCO im Einsatz. Er besteht neben dem schon erwähnten hydro-puls®-Container aus zwei weiteren hydro-puls®-Einheiten als Kofferaufbau, einem 20^{er}-Container mit einer automatischen Druckluftbefüllstation der Firma BAUER sowie einer Servicewerkstatt für die Instandhaltung und Reparatur der Impulsgeneratoren und Hochdruckschläuche. Ab Mitte des Jahres 2007 wird der langjährige Exklusiv-Lizenzpartner der TLM GmbH in Deutschland, die pigadi GmbH, diese neue Generation von hydro-puls®-Generatoren auch bei der Brunnenregenerierung in Deutschland einsetzen.