

Kamerainspektion im Brunnenbau

Brunnensanierung ■ Moderne Unterwasser-Kameratechnik bietet im Brunnenbau wichtige Entscheidungshilfen bei der Bauabnahme sowie bei der Zustandsbestimmung von bestehenden Brunnen. Für Sanierungs- und Regenerierungsarbeiten ist die kameratechnische Untersuchung des Brunnens das entscheidende Hilfsmittel für die Festlegung des Regenerierungsverfahrens und für die abschließende Qualitätskontrolle. Dargestellt werden die Möglichkeiten der zurzeit auf dem Markt befindlichen Kamerasysteme sowie ein Ausblick auf die Zukunft der optischen Bohrlochmessung.

Der Bau von Brunnen und Grundwassermessstellen sind Arbeitsvorgänge, die sich im Wesentlichen unter Tage abspielen, sodass eine unmittelbare Beobachtung dabei unmöglich ist. Der Bohrvorgang und die Bohrparameter können zwar heute dem Stand der Technik entsprechend dokumentiert und aufgezeichnet werden. Das Lösen des Gebirges durch den Meißel oder der Austrag des Bohrkleins sind jedoch Arbeiten, die nur indirekt beurteilt werden können. Ähnlich verhalten sich die Dinge beim Ausbau der Bohrung. Im Zuge der Qualitätssicherung werden der ausführende Brunnenbaubetrieb und die Bauüberwachung Ausbaumaterialien vor dem Einbau in die Bohrung kontrollieren. Schäden, die während des Einbaus, beim anschließenden Verkiesen und Entwickeln des Brunnens auftreten, bleiben aber unerkannt. Gerade bei diesen Arbeitsvorgängen können auf den Brunnenausbau Kräfte wirken, welche die Beanspruchbarkeit des Filters oder der Vollrohre übersteigt. Sehr oft liegt zwischen dem abschließenden Hauptpumpversuch bzw. der Übergabe des fertig gestellten Brunnens sowie der eigentlichen Inbetriebnahme ein Zeitraum von Monaten oder Jahren, da oftmals noch die Abschlussbauwerke und die Anschlussleitungen zu erstellen sind. Ohne kameratechnische Bauabnahme nach Beendigung des Hauptpumpversuches kann es bei später auftretenden Mängeln zu schwierigen Haftungsfragen kommen.

Werden dagegen durch eine kameratechnische Bauabnahme mechanische Schäden festgestellt, so können diese vor der Inbetriebnahme saniert werden, immer aber ihr Umfang fixiert, wertmäßig erfasst und Ansprüche vor Ablauf der Gewährleistungsfrist geregelt werden (Abb. 1). Auch nach endgültiger Fertigstellung des Brunnens, beim turnusgemäßen Aus- und Einbau der Fördereinrichtung, muss am Brunnen gearbeitet und können Schäden nicht ausgeschlossen werden.

Seit etwa 50 Jahren wird im Brunnenbau die Bohrlochfotografie, später das Bohrlochfernsehen eingesetzt. Seitdem hilft es in zunehmendem Maße Schadensfälle zu erkennen, Brunnenzustände zu dokumentieren und die Qualitätskontrolle beim Neubau unterstützend zu sichern.

Kamerainspektionen

Von ausschlaggebender Bedeutung für Qualität und Auswertbarkeit von Unterwasserbetrachtungen ist die freie und ungehinderte Befahrbarkeit des gesamten Ausbauquerschnittes sowie die Klarheit des Bohrloch- bzw. Brunnensmediums. Bei starker Trübe oder Gasbildung im Wasser sind keine scharfen und aussagekräftigen Bilder oder Ansichten zu erreichen. Brunnen sind deshalb nach dem Ziehen einer Fördereinrichtung oder nach sonstigen Arbeiten mindestens für 24 Stunden außer Betrieb zu nehmen oder zielgerichtet klarzupumpen.

Im Zuge der Betriebssicherheit von Trinkwassergewinnungsanlagen ist vor Durchführung einer Kamerainspektion genauestens zu prüfen, ob die zum Einsatz vorgesehene Kameratechnik inklusive Kabel ausschließlich im Reinwasser (Trinkwasser) eingesetzt wird. Vermeintliche Desinfektionsmaßnahmen an TV-Kanalausrüstungen sind ebenso unwirksam wie fahrlässig. Eine Schwierigkeit bei allen Unterwasseraufnahmen liegt darin, dass sie über die gesamte Strecke einen freien Durchgang im Brunnen erfordern. Bei teilweise eingebauten Fördereinrichtungen, Beschädigungen wie z. B. starke Deformationen des Brunnenausbauwerks oder vorhandene Hindernisse im Brunnen ist ein freier Durchgang oftmals nicht mehr ausreichend gegeben. Das Einfahren einer Kamera ist dabei mit zu hohem Verlustrisiko verbunden.

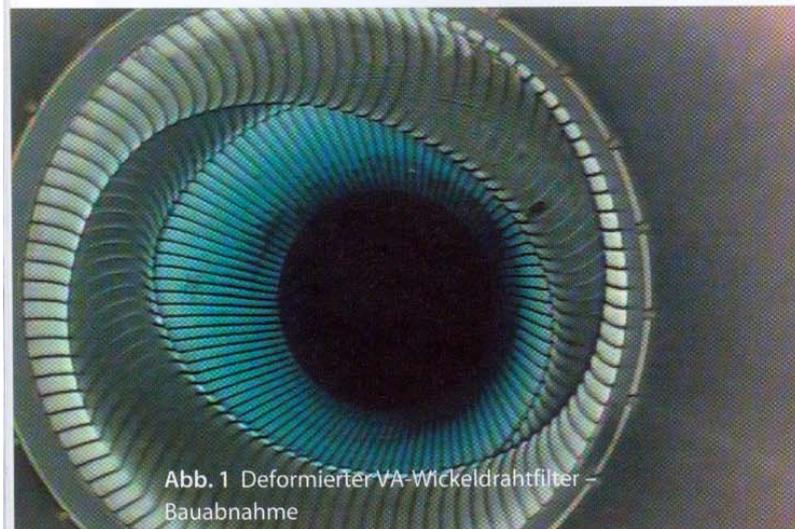


Abb. 1 Deformierter VA-Wickeldrahtfilter – Bauabnahme

Unterwasserkameratechnik

In der Regel werden die Unterwasserkamerasysteme an einem Kunststoff ummantelten Koaxkabel mit geschirmtem Videoleiter und bis zu 16 zusätzlichen Drähten für Stromversorgung und Regelung der Steuerelemente hängend, mit einem integrierten oder zusätzlichen Beleuchtungsmodul in den Brunnen herabgelassen. Die Bedienung erfolgt über Tage aus dem Inspektionsfahrzeug mit Aufnahmesoftware zur Verarbeitung und Digitalisierung der Untersuchung. Grundsätzlich unterscheidet man heute nur noch zwischen zwei Kameratypen, den so genannten Schwenkkopfkameras und den Kameras mit Zweioptiksystemen. Veraltete Drehkopfsysteme haben keine große Bedeutung mehr und werden meist nur noch im „Billigsektor“ angeboten. Sie haben den entscheidenden Nachteil, dass sie in der Radialsicht nur einen kleinen, oftmals verzerrten Ausschnitt der Ausbaurohrung zeigen, was zu zeitaufwändigen und spekulativen Betrachtungen führt.

Kameras mit zwei Optiken

Als die hochwertigste Unterwasserkameratechnik für den Bereich Brunnenbau haben sich im Laufe der Entwicklung Systeme durchgesetzt, die sowohl superweitwinklig-axial als auch radial mit optischer Bildvergrößerung arbeiten. Diese Aufnahmesysteme decken im Regelfall den gesamten Einsatzbereich in optimaler Übertragungsqualität ab. Kameras mit so genannter RZV-Technik (radiale Zusatzvergrößerung) eignen sich besonders bei Brunnen mit trübem Wasser und daraus resultierender schlechten Sicht. Diese Kameras projizieren das Aufnahmelicht direkt auf den zu betrachtenden Brunnenteil und stellen auch noch bei mäßigem trübem Wasser eine ausreichende Bildqualität sicher. Auch Details, die in der axialen Sicht nur schwer auszumachen sind, können um den Faktor 15 vergrößert werden und somit eine eindeutige Aussage sichern. Mit dieser Kameratechnik, in Verbindung mit ausreichender Beleuchtung, ist es möglich, sehr große Filterrohrquerschnitte bis DN 1500 und größer mit hoher optischer Qualität zu untersuchen. Um eine völlig lückenlose Inspektion des Brunnenausbaues zu realisieren, wurde eine Kombination aus Axial- und Radialsicht in einem Betrachterbild entwickelt. Diese Insert-Duplex Kameratechnik ermöglicht die beliebige, vollsynchronisierte Bildmischung und stellt dem Betrachter beide Blickwinkel zeitgleich zur Verfügung.

Schwenkkopfkamerasysteme

Zur optimalen Erfüllung der Aufgaben bei der Untersuchung von horizontal liegenden Leitungen und Kanälen wurden von verschiedenen Herstellern im In- und Ausland so genannte Schwenkkopfkamerasysteme entwickelt. Um diese für den Bereich Brunneninspektion und den damit verbundenen Arbeitsdrücken von bis zu 50 bar zu modifizieren, werden die Schwenkköpfe in Glaskuppeln eingebaut. Hochwertige multiplex Farb-TV-Schwenkkopfkameras haben die Möglichkeit, den Schwenkkopf mit einer Neigung von + 110 Grad zu bewegen und unbegrenzt zu drehen. Bei neueren Systemen sind integrierte Weißlicht LEDs in den Glasdom eingebaut. Ein gravierender Vorteil dieser Systeme ist ihre Kompatibilität mit Zusatzfunktionen wie Rich-

Abb. 2 Fahrbares Schwenkkopfkamerasystem in einer Quelfassung



tungsanzeige des Kamerakopfes oder zielgerichtete Rissbreitenvermessung mittels Laserdioden. Für die Untersuchung von geotechnischen Erkundungsbohrungen und Horizontalfassungen bieten Schwenkkopfkameras die ideale technische Voraussetzung für aussagekräftige und umfassende Kamerainspektionen (Abb. 2).

Sondertypen

Um die vielfältigen sonstigen Einsatzbereiche der Kamerainspektion im Reinwasserbereich optimal abdecken zu können, wurden diverse Sonderformen von Unterwasserkameras entwickelt.

- Satellitenkamerasysteme mit integriertem Ortungssystem zur Untersuchung und Ortung von verzweigten horizontalen Reinwasser- und Quellsystemen
- Schiebekameras mit integriertem Ortungssystem zur Untersuchung und Ortung von kleindimensionierten horizontalen Leitungen und Fassungen
- Kleindimensionierte Farbkamerasonden zur Untersuchung von vertikalen Leitungen (Erdwärmesonden vor der Befüllung mit Kühlmitteln) ab DN 32 mm
- Multifunktionskameras bis 2.500 m Einsatztiefe mit Farbschwenkkopftechnik, kontinuierlicher Neigungs-, Orientierungs- und Temperaturmessung sowie Rissbreitenvermessung über im Kamerakopf eingebaute Laserdioden
- S/W Heißwasserkameras für bis 200 °C Bohrlochtemperatur und 6.500 m Einsatztiefe für balneologische und geothermische Tiefbohrungen

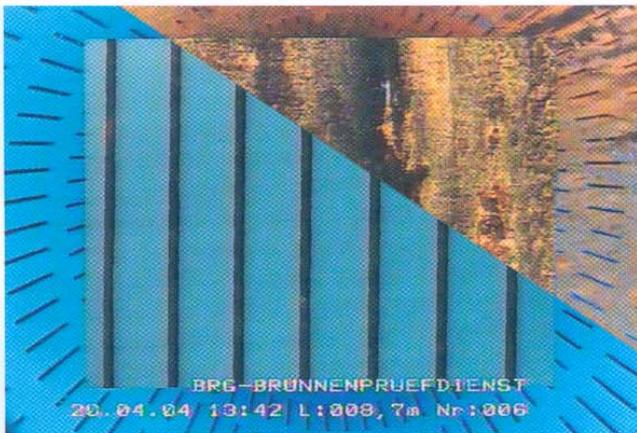


Abb. 3 Brunnenausbau vor und nach der Regenerierung (Vergleich)

Einsatzbereiche

Die Haupteinsatzgebiete der Reinwasser-Kameratechnik liegen bei der Neubauabnahme und der turnusgemäßen Zustandsüberprüfung von Vertikal- und Horizontalfilterbrunnen, Quellfassungen, Trinkwasserleitungen und Tiefbohrungen.

Vertikalfilterbrunnen

Neben einer obligatorischen Kamerabefahrung als Teil der Bauabnahme bei der Erstellung von Neubohrungen sind die regelmäßige Zustandsbestimmung sowie die vorbereitende und begleitende kameratechnische Untersuchung bei Regenerierungs- und Sanierungsarbeiten an Brunnen von größter Bedeutung. In Abhängigkeit der Grundwasserqualität, der Bauart und der Betriebsweise eines Brunnens kann seine Leistungsfähigkeit im Laufe der Zeit abnehmen. Diese durch physikalische, chemische und biologische Ursachen bedingte „Brunnenalterung“ ist Grund für vorbeugende Brunnenpflege und nachhaltige Brunnenregenerierung. Vor derartigen Maßnahmen sollten die Ursachen bekannt sein, um das für den Brunnen spezifische Regenerierungsverfahren bzw. das geeignete Regenerierungsmittel festlegen zu können. Die Ermittlung der Ursachen gibt dem Brunnenbetreiber Aufschluss über die Anlässe für die Brunnenalterung sowie Anhaltspunkte zur vorbeugenden Brunnenbewirtschaftung und Verlangsamung des Alterungsprozesses. Eine begleitende Kamerainspektion nach Abschluss der mechanischen Vorreinigung kann Entscheidungshilfe für den Einsatz einer chemischen Reinigungsstufe sein. Nach Beendigung der Regenerierungsmaßnahme gilt auch hier: Bauabnahme und optische Überprüfung des Reinigungserfolges durch Kamerainspektion (Abb. 3).

Ist bei einem Brunnen eine Sanierung im Sinne des DVGW-Arbeitsblattes W 135 erforderlich, bei dem bauliche Schäden zu beseitigen sind, ist eine vorausgehende Kamerauntersuchung in Verbindung mit geophysikalischen Messverfahren eine der wichtigsten Grundlagen für die Ausarbeitung eines Sanierungskonzeptes. Diese Wertbestimmung liefert die Entscheidungsgrundlage über Sanierung und Erhalt oder Aufgabe und Rückbau des Brunnens. Ist diese Frage geklärt, kann die bautechnische Methode zur Behebung

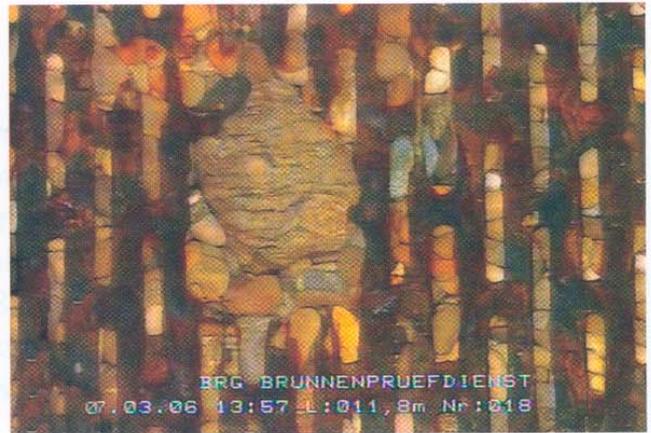


Abb. 4 Brunnenausbau mit Korrosionslochfraß

des Schadens bestimmt werden. Das am häufigsten dokumentierte Schadensbild vor Sanierungsarbeiten ist eine schlagartige Zunahme der Auflandung im Brunnenausbau und ein damit einhergehender Pumpendefekt. Grund dafür ist Korrosionslochfraß und/oder mechanische Überbeanspruchung der Brunnenausbauverrohrung durch anliegende Teile der Fördereinrichtung (Abb. 4).

Horizontalfilterbrunnen

Die kameratechnische Untersuchung von Horizontalfilterbrunnen stellt immer schon einen größeren technischen Aufwand dar als die Inspektion von vertikalen Fassungen. In den Anfängen der optischen Untersuchung wurden die Schieber der einzelnen Filterstränge geschlossen und der Schacht anschließend leergepumpt. Die auf einem Gleitschlitten montierte Fernsehkamera, meist mit Axialvorsatz, wurde danach in eine Kameraschleuse eingebaut und an den geschlossenen Schieber des zu untersuchenden Filterstranges angeflanscht. Der Schieber wurde geöffnet und damit die Schleuse geflutet. Mit Hilfe eines Schubgestänges und einer speziellen Schubstangenwinde wurde die Kamera auf dem Gleitschlitten aus der Schleuse heraus in den Filterstrang eingeschoben. Heute werden derartige Kamerauntersuchungen mit selbstfahrenden Schwenkkopfkamerasystemen durchgeführt, die durch Taucher in die Filterstränge eingesetzt werden. Grundsätzlich ist dabei zu beachten, dass die Ausrüstung der Berufstaucher ausschließlich im Reinwasser eingesetzt wird und bei entsprechenden Wassertiefen die auf Grund der Dekompression erlaubten Arbeitszeiten unter Wasser eingehalten werden. Ergänzt werden diese Untersuchungen häufig durch Durchflussmengenmessungen an den Einzelfassungen (Abb. 5).

Quellfassungen

Ein weiteres Gebiet der Unterwasserkameratechnik ist die Untersuchung von Quellfassungen und den damit verbundenen Transportleitungen. Oftmals liegen diese Trinkwassergewinnungsanlagen in schwer zugänglichen Gebirgsregionen und können nur zu Fuß erreicht werden. Pläne oder sonstige Aufzeichnungen über den Verlauf der Fassungen fehlen meist vollständig. Um den Zustand derartiger Quellanlagen zu erfassen, werden tragbare Kamerasysteme in



Abb. 5 Horizontalfilterstrang vor der Regenerierung

Kombination mit einem Ortungssender eingesetzt. Neben der optischen Zustandsfeststellung kann übertäglich der Verlauf der Quellsicker- und Sammelleitungen tiefen- und lagemäßig exakt bestimmt werden. Bei alten Anlagen werden die Untersuchungsarbeiten oftmals durch eine erhebliche Anzahl von Abzweigen, Bögen und Krümmern bzw. Absätzen bei überdeckten Quellsammelschächten erschwert. Speziell für diese Extremforderungen sind Satellitenkamerasysteme wie z. B. die „Lindauer Schere“ ein ideales Werkzeug, um verzweigte und mit Höhenhindernissen versehene Quellleitungssysteme zu untersuchen. Die Satellitenkamera kann von Quellschächten oder sonstigen Inspektionsöffnungen aus in das Leitungssystem eingelenkt und eingeschoben werden. Dies wird entweder über einen Spezialschiebestab oder mit dem Wasserhochdruck-Vorschub realisiert. Bei Abzweigen wird der Kameraschwenkkopf davor geschoben und dann in Richtung Abzweig verschwenkt. Danach wird die Schere ausgefahren und die Kamera mit dem Vorschub in die seitlich Quellleitung „gedrückt“. Sobald der Kamerkopf in etwa in die Rohrrichtung zeigt, wird die Schere wieder eingefahren. Ein weiterer Vorteil der Schere liegt darin, dass durch die ausgefahrene Schere mechanisch über deren Endpunkte auch der Rohrdurchmesser der Abzweigleitung bestimmt bzw. über den Standard-Dreisatz errechnet werden kann. Beim Arbeiten mit dem HD-Vorschub werden die

Leitungen zeitgleich mit der Untersuchung gereinigt und desinfiziert (Abb. 6 + 7).

Mit dem neuen DVDW-Arbeitsblatt W 127 „Quellwassergewinnungsanlagen – Planung, Bau, Betrieb, Sanierung und Rückbau“ wurde erstmals eine Empfehlung für die regelmäßige Videobefahrung der Quellstränge im Abstand von zwei bis drei Jahren gegeben. Eine Umsetzung dieser regelmäßigen Überwachung von Trinkwassergewinnungsanlagen für die weitaus größere Zahl und Fördermengenkapazitäten von Vertikalfilterbrunnen wäre aus hygienischer und baulicher Sicht wünschenswert.

Kernbohrungen

Zur Erkundung bzw. Bestätigung des Bodenaufbaues und natürlicher und künstlicher Hohlräume werden in zunehmendem Maße bei Erkundungs- und Kernbohrungen im Festgestein begleitende Videosondierungen durchgeführt. Zur Festlegung von strukturell-geotechnischen und hydrogeologischen Eigenschaften sowie zur Überprüfung und Verifizierung der geophysikalischen Bohrlochversuche werden Schwenkkopfkamerasysteme für Bohrlochdurchmesser ab DN 50 eingesetzt. Dies sind orientierte Befahrungen mit Neigungs- und Richtungsmessung sowie Rissbreitenmessungen über Laserdioden. ▶



BRG BRUNNENPRÜFDIENST

Untersuchung von Vertikal- und Horizontalbrunnen, Quellfassungen, Trinkwasserleitungen und Tiefbohrungen bis 2.500 m.

- Brunnen-TV mit Insert Duplex Kamertechnik ab 2"
- Erreichen verzweigter Quell- und Reinwassersysteme mit Spezialkamera „Lindauer Schere“
- Farbschwenkkopfkamera mit unbeschränkter Rotation, Neigungs- und Richtungsmessung, Temperaturmessung sowie Rissbreitenvermessung bis 2.500 m Tiefe

BRG Brunnenprüfdienst GmbH · Lohberggasse 3 · D-84172 Buch a. Erlbach

Tel. +49 87 09 / 92 83 93 · Fax +49 87 09 / 92 83 94 · brg@brunnentv.de ·





Abb. 6 Quelluntersuchung im Hochgebirge



Abb. 7 VA-Wickeldrahtfilter einer Quellfassung – Bauabnahme

Tiefbohrungen

Bei der kameratechnischen Inspektion von tieferen Bohrungen ab ca. 1.000 m stößt die Standardtechnik derzeit rasch an ihre Grenzen, was den Einsatz von Kunststoffkabeln, Kabelbruchlasten sowie Bild- und Videoqualität angeht. Derzeit liegen die verfügbaren Multiplex- Spezialbohrlochkameras mit entsprechender Farbbildqualität und Zusatzfunktionen wie Bohrlochverlaufs- und Temperaturmessung bei ca. 2.500 m. Eingefahren werden diese Kameras an monokoaxialen Stahlkabeln aus dem Bereich der Tiefengeophysik. Begrenzender Faktor ist bei diesen Untersuchungen in erster Linie die mit zunehmender Tiefe steigende Bohrlochtemperatur. Farbsysteme stoßen derzeit bei rund 70 °C an ihre technischen Grenzen und werden dann durch einfache Schwarz-Weiß-Systeme ohne Schwenkkopftechnik abgelöst. Mit diesen Hochtemperaturkameras sind derzeit Untersuchungen bis 6.500 m Tiefe bei 200 °C Bohrlochtemperatur durchführbar (Abb. 8).

Zu den Sondereinsätzen der Unterwasser-Kameratechnik gehören u. a. die Unterstützung bei Fang- und Bergearbeiten in Brunnen und Bohrlöchern, die mit Luft oder Klarwasser gefüllt sind, sowie die Unterstützung von Rettungs- und Suchmaßnahmen bei Gruben- und Bergwerksunfällen.

Abrechnungs- und Haftungsfragen bei Kamerainspektionen

Ein einwandfreier Zugang zu allen von den Untersuchungsarbeiten betroffenen Grundstücken und Brunnen/Bohrungen ist vom Auftraggeber ungehindert zu gewährleisten. Bei der Messung sollten die Standardaufstellung des Dreibeins senkrecht über der Brunnenöffnung sowie die Führung des Kabels zum Messfahrzeug in gerader Linie möglich sein.

Pro Kamerabefahrung werden in der Regel ein einziger Aufbau und eine durchgehende Messfahrt kalkuliert. Die Herstellung von evtl. notwendigen Spezialaufstellungen oder Seilumlenkungen sowie zusätzlicher Aufwand für mehrmaliges Aus- und Einfahren der Kamera (z. B. wegen Ver-

schmutzung des Wasserspiegels) wird, wenn im Leistungsverzeichnis nicht anders angeführt, meist nach Zeitaufwand verrechnet. Über alle relevanten Brunnen- und Bohrlochdaten (Tiefe, Durchmesser, Neigung, evtl. Gasführung, Verrohrung, Stehzeit des Bohrlochs, evtl. Problemzonen) ist der Messtechniker genauestens und unaufgefordert rechtzeitig vor der Messung zu informieren. Bei unverschuldetem Verlust von Kamera und Messkabel im Bohrloch geht das „lost in hole“-Risiko in der Regel auf den Auftraggeber über. Die Inspektionsfirma haftet im Allgemeinen für die Daten und Aussagen des jeweiligen Endberichts, nicht jedoch für davon abgeleitete Planungen und Entscheidungen.

Dokumentation der Kamerainspektionen

Als Standarddokumentation hat sich die digitale Aufzeichnung der Kamerauntersuchung auf CD oder DVD in S-VHS Qualität durchgesetzt. Zusätzlich werden je nach Kundenwunsch mehr oder weniger umfangreiche Abschlussberichte mit den Stammdaten der Brunnenuntersuchung, einer grafischen Darstellung des Brunnens sowie Bilder von markanten Bereichen des Brunnens mit eingebettetem Datum, Uhrzeit und Tiefe digital und in Printform erstellt. Hochwertige Inspektionssoftware bietet heute die Möglichkeit einer umfassenden digitalen Dokumentation, wie sie aus dem Bereich der Kanalinspektion bekannt ist. Über das Anklicken der Bilder im Bericht oder in der Grafik ist die direkte Verknüpfung mit der entsprechenden Station in der Aufzeichnung möglich. Eine der DIN 4943 konforme grafische Darstellung des Brunnenausbauens wird in Kürze zur Verfügung stehen. Der fachkompetente Abschlusskommentar eines Untersuchungsberichtes sollte dem Auftraggeber eine Entscheidungshilfe für evtl. notwendige Regenerierungs- oder Sanierungsarbeiten sein. Die neutrale und unabhängige Auswertung von Kamerauntersuchungen ist in jedem Fall vor eigennützig und spekulative Aussagen zu stellen. Gerade Fernsehuntersuchungen auf dem „Billigsektor“ erweisen sich nicht selten als teuer bezahlte Dienstleistung, wenn nach der Inspektion auf Grund mangelnder Ausrüstung und personeller Ausstattung Nachgearbeiten durchgeführt werden müssen, die bei korrekten Untersuchungsergebnissen nicht notwendig gewesen wären.

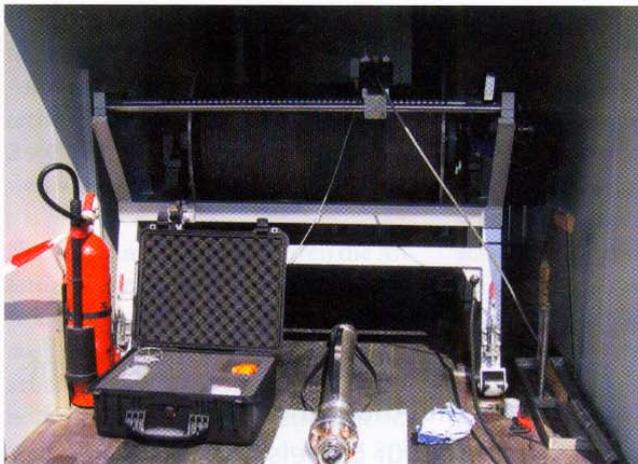


Abb. 8 Kamerainspektionsfahrzeug mit Windenhänger bei einer Geothermiebohrung

Ausblick

Selbstverständlich können Kamerainspektionen nur einen Teilbereich der Zustandsbestimmung und Qualitätssicherung im Brunnenbau erfüllen. In Verbindung mit geophysikalischen Messungen und deren eindeutiger Interpretation kann man Aufschluss darüber erlangen, in welchem Zustand sich ein Brunnen befindet.

Viele Betreiber von Wasserversorgungsanlagen überprüfen ihre Brunnen in regelmäßigen Abständen (alle 4 bis 5 Jahre) unter Einsatz von hochwertigen Farbkamerasystemen. Diese Informationen, in einer Brunnenakte vereint mit den Neubau- und Betriebsdaten, lassen eine klare Aussage über den Gesamtzustand des Brunnens zu und ermöglichen den nachhaltigen und auf Dauer wirtschaftlichen Betrieb.

Die kameratechnische Abnahme von Neubohrungen sollte nicht, wie oft praktiziert, über die Brunnenbauunternehmen ausgeschrieben werden, sondern von neutraler Stelle durchgeführt und direkt vom Bauherrn in Auftrag gegeben werden.

Alle Abbildungen: BRG GmbH

Autor:

Brunnenbauermeister
 Thomas Trätzl
 BRG Brunnenprüfdienst GmbH
 Lohberggasse 3
 84172 Buch am Erlbach
 Tel.: 08709 9283-93
 Fax: 08709 9283-94
 E-Mail: brg@brunnentv.de
 Internet: www.brunnentv.com



Ihr Partner für den Brunnenbau

STÜWA
BRUNNENFILTER
BOHRBEDARF

Aus eigener Produktion seit über 120 JAHREN

STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH
 Hemmersweg 80 • D-33397 Rietberg (Varensell)
 Tel.: 05244 / 407-0 • Fax: 05244 / 1670
 Internet: www.stuewa.de
 E-Mail: info@stuewa.de

Esders

DruckTest memo
 Elektronischer Druckmesskoffer für Gas-, Wasserleitungen und Erdwärmesonden

- optimale Dokumentation
- höchste Messgenauigkeit bis +/- 0,01 % vom Endwert
- Temperaturkompensation
- frei programmierbare Druckprüfungen

Hammer-Tannen-Straße 26 Telefon 0 59 61 / 95 65-0
 49740 Haselünne Telefax 0 59 61 / 95 65-15

www.esders.de info@esders.de