

Reinigen der Rohwasserleitungen sichert die Trinkwasserversorgung

Nicht nur die Brunnen sind regelmäßig zu regenerieren, auch die Rohwasserleitungen zu den Wasserwerken können für den Betrieb einen kritischen Bereich darstellen und bedürfen gegebenenfalls einer regelmäßigen Reinigung. In Abhängigkeit von der Wasserbeschaffenheit sind Reinigungsmaßnahmen deshalb in die Betriebsorganisation aufzunehmen. Zwei Beispiele zeigen die Wirksamkeit des Impuls-Spül-Verfahrens (Comprex®-Verfahren) zum Ertüchtigen von Rohwasserleitungen.

Rohwasser aus Oberflächen- oder Grundwasser ist der Rohstoff für die Trinkwasserversorgung. Rohwasserleitungen transportieren das Rohwasser zur Wasseraufbereitung im Wasserwerk. Die Nachfrage nach Trinkwasser ist jahres- und tageszeitlich unterschiedlich. Entsprechend schwankt auch die Förderung des Rohwassers. Rohwasserleitungen transportieren in Spitzenzeiten bis zum maximal ausgelegten Volumenstrom, während in Zeiten mit geringem Bedarf das Wasser in der Rohrleitung stagniert.

Häufig speisen mehrere Pumpen eine Rohwasserleitung mit Wässern unterschiedlicher Zusammensetzung. Pumpen und Rohrleitung wurden bei der Planung aufeinander abgestimmt. Entsprechend der Nachfrage schaltet die Steuerung den Betrieb der Pumpen. Da in den vergangenen Jahren der Wasserverbrauch rückläufig war, vergrößerten sich die Stillstandszeiten der Pumpen und die Stagnationszeiten des Rohwassers in den Rohrleitungen.

Rohwässer können erhöhte Gehalte an Eisen und Mangan enthalten. Diese Elemente liegen in der reduzierten Form gelöst als zweiwertige Ionen vor. Bei der Wasseraufbereitung werden diese Ionen mit Luftsauerstoff oxidiert, als unlösliche Hydroxide ausgefällt und über Filter entfernt. Sind die Filter beladen und der Durchfluss nicht mehr ausreichend, ist es notwendig, die Filter rückzuspülen und zu regenerieren.

Je nach Betriebsweise und Art des Rohwassers kann es vorkommen, dass durch Spuren von gelöstem Sauerstoff die Oxidation und Ausfällung schon vor der Wasseraufbereitung stattfindet. Bekannt sind Ver-

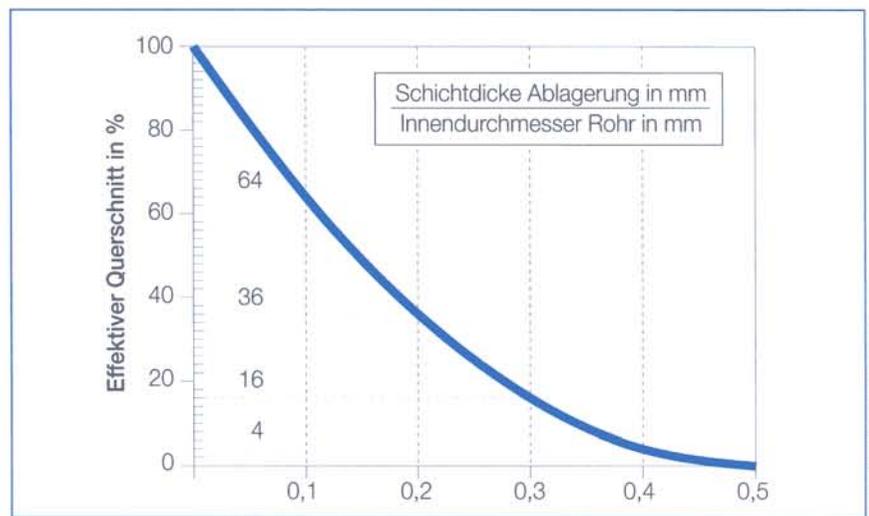


Abb. 1: Querschnittsverengung beim Zuwachsen einer Rohrleitung

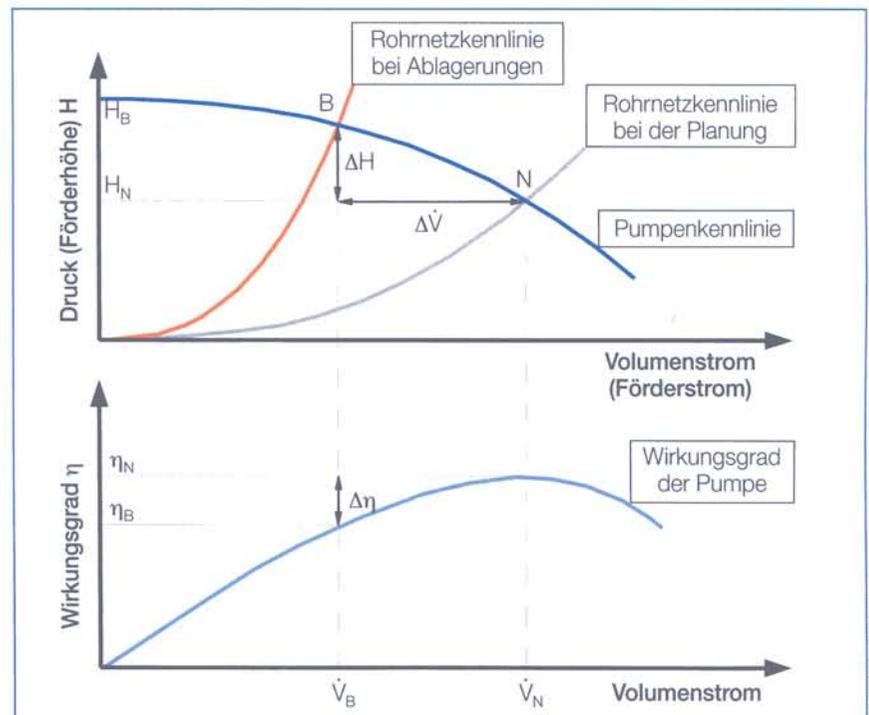


Abb. 2: Rohrleitungs- und Pumpenkennlinie mit Wirkungsgrad der Pumpe

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

ockerungen von Brunnen, die in regelmäßigen Zeitabständen zu regenerieren sind. Weniger beachtet werden meist die Ablagerungen in Rohwasserleitungen. Diese entstehen unabhängig vom Rohrwerkstoff und wirken sich vorwiegend auf zwei Arten nachteilig aus:

- Beeinträchtigung der Hydraulik: Ablagerungen vermindern den Querschnitt der Rohrleitung; die Rohrleitung wächst zu.
- Beeinträchtigung der Wasserbeschaffenheit: Bei großem Wasserbedarf und der dadurch erhöhten Fließgeschwindigkeit beeinträchtigen Ablagerungen die Wasserbeschaffenheit durch Trübung.

Abbildung 1 zeigt, wie Ablagerungen den Querschnitt einer Rohrleitung verengen. So vermindert beispielsweise bei einer Rohrleitung mit einem Innendurchmesser von 300 mm eine Schichtdicke von 30 mm den Querschnitt von 100 auf 64 Prozent. Ein Verdoppeln dieser Schichtdicke auf 60 mm verengt den Querschnitt auf 36 Prozent.

Ablagerungen erhöhen zudem die Wandrauigkeit. Beide Effekte beeinflussen die Rohrleitungsparameter und dadurch die Rohrleitungskennlinie. **Abbildung 2** zeigt eine Rohrleitungskennlinie bei der Planung (graue Kurve) und nach Bildung von Ablagerungen (rote Kurve). Die Pumpe wurde bei der Planung der Rohrleitungskennlinie entsprechend ausgewählt. Die Pumpenkennlinie (blaue Kurve) schneidet die Rohrleitungskennlinie im Punkt N. Bei diesen Bedingungen hat die Pumpe ihren besten Wirkungsgrad η . Ändern sich im Laufe der Zeit die Rohrleitungsparameter, so wandert der Schnittpunkt von Rohrleitungskennlinie und Pumpenkennlinie zum Punkt B. Dadurch erhöht sich der Pumpendruck, während Volumenstrom und Wirkungsgrad der Pumpe abnehmen. Die Folgen sind ein Ansteigen der Energiekosten und schließlich eine unzureichende Versorgung mit Rohwasser.

Erfahrungsgemäß verfestigen sich Ablagerungen im Laufe der Zeit. So kommt es vor, dass ältere Schichten an der Rohrwand höhere Festigkeiten als jüngere, dem Wasser zugewandte Schichten aufweisen. Bei saisonbedingtem erhöhtem Wasserbedarf und damit großen Fließgeschwindigkeiten können sich noch nicht verfestigte Schichten lösen und das Wasser trüben. Die mobilisierten Stoffe belasten gerade dann die Filter der Wasseraufbereitung, wenn hohe Leistung gefordert ist. Das Rückspülen der Filter bedeutet

Stillstandszeiten, die bei hohem Wasserbedarf ungelegen kommen.

Maßnahmen zum Vermeiden und Entfernen von Ablagerungen

Brunnen und Pumpen werden in regelmäßigen Zeitabständen gewartet und gegebenenfalls regeneriert. Dies ist bei Rohwasserleitungen nur teilweise der Fall. Zwei Beispiele zeigen im Folgenden, wie die Wartung in der Vergangenheit erfolgte und wie sie künftig mit dem Impuls-Spül-Verfahren optimiert aussehen kann.

Interessant sind Maßnahmen, die das Ausmaß der Ablagerungen eindämmen. Sie haben das Ziel, die schwerlöslichen

Eisen- und Manganverbindungen schon vor dem Fördern im Boden zu bilden oder ihre Ausfällung während des Förderns durch ein geeignetes Wassermanagement weitgehend zu vermeiden. So lässt sich beispielsweise der Aufbereitungsprozess in die Grundwasser führenden Bodenschichten verlegen, wenn ein Teilstrom mit Luftsauerstoff angereichert und in den Boden rückgeführt wird. In besonderen Fällen bieten sich Maßnahmen an, Wasser mit reduzierten Inhaltsstoffen (zweiwertige Eisen- und Manganionen oder Methan) und sauerstoffhaltiges Wasser getrennt zu fördern. So ließ sich die Biofilmbildung, verursacht durch Mischen von methan- ►

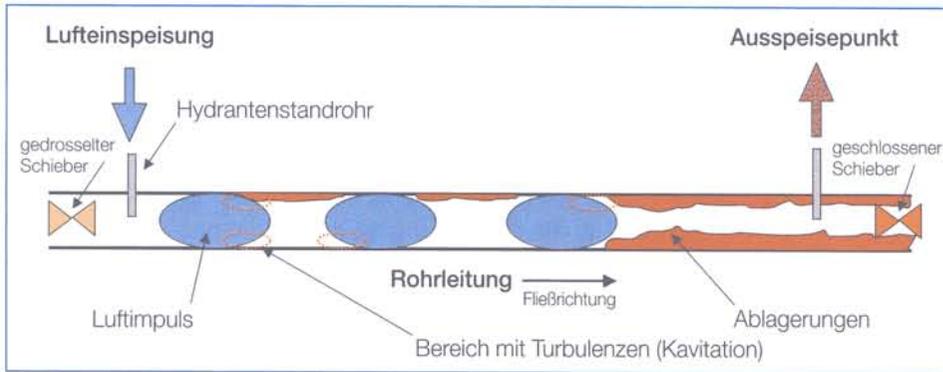


Abb. 3: Schematische Darstellung des Impuls-Spül-Verfahrens (Complex®-Verfahren)



Abb. 4: Gewinnung und Aufbereitung des Rohwassers bei den Stadtwerken Ratingen

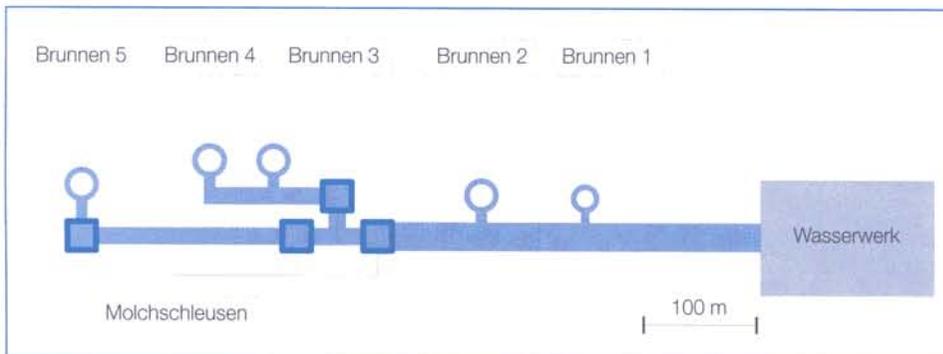


Abb. 5: Schema der Rohwasserleitung mit Brunnen und Molchscheulen in Ratingen; Linienbreite entsprechend Nennweite der Rohrleitung

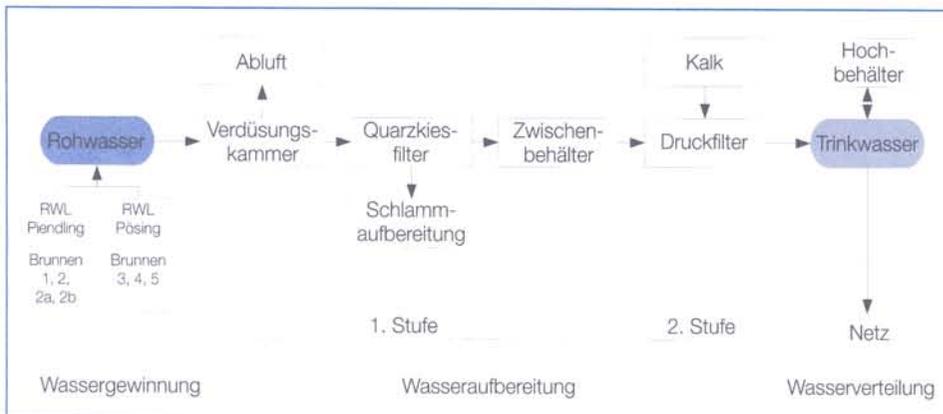


Abb. 6: Gewinnung und Aufbereitung des Rohwassers bei den Stadtwerken Cham GmbH

und sauerstoffhaltigem Grundwasser, weitgehend vermeiden.

Molchen ist ein verbreitetes Verfahren, um Ablagerungen aus Rohwasserleitungen zu entfernen. In Leitungen bis Nennweite DN 150 kommen Schwammgummibälle zum Einsatz. Zum Reinigen größerer Nennweiten sind Molchscheulen erforderlich. Die Technik hat sich etabliert, ist aber zum Teil sehr aufwändig. So sind Umbauten zum Ein- und Ausschleusen der Molche notwendig. Mehrere Spülungen sind erforderlich, damit die Molche nicht in den mobilisierten Ablagerungen oder an Inkrustationen stecken bleiben. Molche müssen hygienisch einwandfrei sein. Sie dürfen keine Verunreinigungen in die Rohrleitung eintragen und sind dementsprechend zu behandeln. Bestehen Rohwasserleitungen aus verschiedenen Nennweiten, ist das Molchen sehr zeitraubend.

Seit über zehn Jahren hat sich das Impuls-Spül-Verfahren etabliert, zunächst zur Rohrnetzspülung, dann aber auch mehr und mehr zum Reinigen von Rohwasserleitungen. Mittlerweile lassen sich kilometerlange Rohrleitungen über DN 1000 spülen und Ablagerungen effizient austragen.

Das Impuls-Spül-Verfahren (Complex)

Das Complex-Verfahren basiert auf einer kontrollierten, impulsartigen Zugabe komprimierter, reiner Luft innerhalb eines definierten, druckreduzierten Spülabschnitts. Es ist dazu notwendig, das gesamte System zu kalibrieren. Basierend auf den Parametern Nennweite der Rohrleitung, Länge und Verlauf des Spülabschnitts, Rohrnetzruhedruck und abgesenkter Rohrnetzdruck wird computergestützt vierfach gefilterte Luft in das fließende Wasser dosiert. Dabei bilden sich Luftblasen mit definierten Längen. Sie füllen den gesamten Rohrquerschnitt aus und bewegen sich als Luftblöcke im Wechsel mit Wasser durch den Spülabschnitt (Abb. 3).

Die Reinigung der Rohrleitung findet an den Grenzflächen der Luftblasen zu Wasser und Rohrwand statt. Dort kommt es zu turbulenten Verwirbelungen bei Fließgeschwindigkeiten von 10 bis 15 m/s. Lokale Kavitationserscheinungen bewirken ein nachhaltiges Ablösen aller mobilisierbaren Ablagerungen von den Rohrwänden. Die Luftblöcke im Wasserstrom stellen den Austrag der abgelösten Stoffe sicher.

Das Complex-Verfahren hält den Impulsdruck unterhalb des Rohrnetzruhedrucks,

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

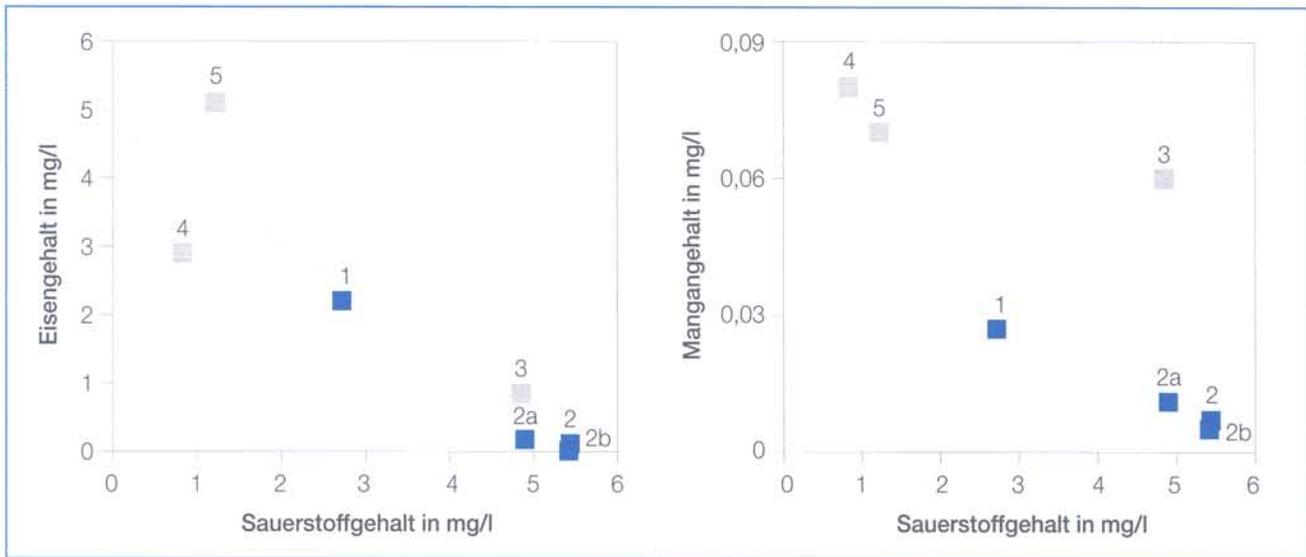


Abb. 7: Relation zwischen Sauerstoff- und Eisen- bzw. Mangangehalten in den Brunnenwässern aus Piending und Pösing

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

um das Rohrsystem keinen höheren Druckbelastungen als im normalen Betrieb auszusetzen. Beschädigungen sind dadurch praktisch ausgeschlossen.

Praxisbeispiel 1: Stadtwerke Ratingen

Die Stadtwerke Ratingen gewinnen Rohwasser aus fünf eigenen Brunnen aus 30 Meter Tiefe. Eine Regelung steuert vier große und eine kleine Pumpe so, dass stets die benötigte Gesamtmenge an Rohwasser zur Verfügung steht und über Rohwasserleitungen zur Wasseraufbereitung gelangt. Dort wird das Wasser in einem Schnellreaktor durch Zugabe von Kalkmilch teilenthärtet und anschließend in einem Luftmischer mit Sauerstoff angereichert, um das gelöste zweiwertige Eisen zu schwerlöslichen Eisenverbindungen zu oxidieren. Eine Zweistoff-Filteranlage trennt die schwerlöslichen Eisen- und Manganverbindungen sowie verbleibende Kalkmilch aus dem Schnell-

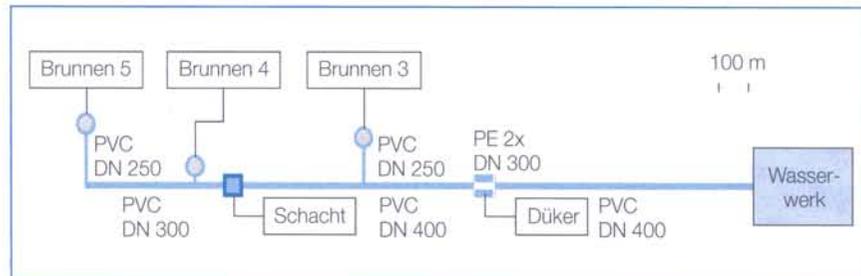


Abb. 8: Rohwasserleitung Pösing

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

reaktor ab. Nach der Passage durch Aktivkohlefilter gelangt das aufbereitete Trinkwasser anschließend in zwei Hochbehälter (Abb. 4).

Die Pumpen fördern sehr hartes Rohwasser mit hohen Eisengehalten. Obwohl die fünf Brunnen eng zusammenliegen, unterscheiden sich die Wässer in ihrer Zusammensetzung. Tabelle 1 zeigt die Analysenwerte, die für das Entstehen von Ablagerungen relevant sind (zum Vergleich sind auch die ent-

sprechenden Analysenwerte für das aufbereitete Trinkwasser aufgeführt).

Schwerlösliche Eisenverbindungen könnten sich durch Mischen der unterschiedlichen Wässer und möglichen Sauerstoffeintrag beim Pumpen bilden. Sie könnten aber auch schon fein verteilt im Rohwasser vorliegen und sich bei Stagnation in der Rohrleitung abscheiden. Die Rohwasseranlage wächst mit der Zeit zu. Es gibt vier kritische Stellen: ▶



Abb. 9: Ablagerung in der AZ-Anschlussleitung von Brunnen 1

Quelle: Stadtwerke Cham GmbH

notwendig und sechs Mitarbeiter beschäftigt.

Das Complex-Verfahren lässt sich an die verschiedenen Nennweiten anpassen. In kurzer Zeit sind die Rohwasserleitungen gespült, wobei nur noch ein Mitarbeiter der Stadtwerke anwesend ist. Die Reinigungsdauer, während der die Rohrleitung außer Betrieb ist, verkürzt sich um 30 bis 40 Prozent.

Die jährliche Reinigung der Rohwasserleitungen mit dem Impuls-Spül-Verfahren hat sich bewährt. Sie stellt sicher, dass in Spitzenzeiten ausreichend Wasser (bis zu 900 m³/h) zur Verfügung steht und die Filter nicht übermäßig belastet werden. Dies bedeutet einen positiven Effekt hinsichtlich des Technischen Sicherheits-Managements (TSM).

Praxisbeispiel 2: Stadtwerke Cham GmbH

Die Stadtwerke Cham GmbH beziehen Rohwasser aus sieben Tiefbrunnen. Zwei Rohwasserleitungen (RWL Plending und RWL Pösing) fördern das Rohwasser zum Wasserwerk Wetterfeld. Die Abbildung 6 gibt einen Überblick über die Wassergewinnung und die Wasseraufbereitung.

Das Wasserwerk Wetterfeld besitzt zwei Aufbereitungsstufen. In der ersten Aufbereitungsstufe gelangt das Rohwasser über drei Verdüsungskammern auf drei offene Quarzkiesfilter und von dort in einen Zwischenbehälter. In den Verdüsungskammern werden ein Teil der Kohlensäure ausgetrieben und gelöste Eisen-

ionen oxidiert. Die Quarzkiesfilter halten die oxidierten schwerlöslichen Eisenverbindungen zurück. Sind diese Filter beladen, müssen sie rückgespült und gereinigt werden. Das dabei anfallende Schlammwasser wird in einem Absetzbecken aufbereitet. Der eisenhaltige und über Trockenbeete entwässerte Schlamm lässt sich extern verwerten.

Aus dem Zwischenbehälter fördern Hochdruckpumpen das Wasser zur zweiten Aufbereitungsstufe und schließlich zu den Hochbehältern. In drei geschlossenen Druckfiltern der zweiten Aufbereitungsstufe wird die restliche überschüssige Kohlensäure gebunden und das Wasser aufgehärtet. Ziel ist ein Trinkwasser mit einem pH-Wert von 8,3 und einer Härte von etwa 1 mmol/l (5 dH). Zur laufenden Kontrolle für den Betrieb wichtiger Parameter wie pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit, Kohlensäuregehalt und Härte verfügt das Wasserwerk über ein eigenes kleines Labor.

Die Wässer aus den Brunnen weisen zum Teil sehr unterschiedliche Analysen auf. Tabelle 2 zeigt die wichtigsten Analysenwerte der Brunnenwässer und veranschaulicht die Wirksamkeit der Wasseraufbereitung anhand der entsprechenden Parameter des Trinkwassers.

Die Brunnenwässer sind weich und enthalten kalkangreifende Kohlensäure. Sie weisen unterschiedliche Gehalte an Sauerstoff, Eisen- und Mangan auf. Tabelle 2 deutet eine Korrelation zwischen diesen Parametern an. In Abbildung 7 sind die Werte der Brunnenwässer zur Rohwasserleitung

- Pumpen: Reinigung einmal jährlich
- Rohwasserleitung: Reinigung einmal jährlich
- Reaktorblende Kalkmilchdosierung: Reinigung einmal jährlich
- Zweistofffilteranlage: Reinigung nach zwei Tagen

Die Rohwasserleitung wurde früher einmal jährlich gemolcht (Abb. 5). Dabei bestand immer die Gefahr, dass der Schwammgummiball stecken bleibt. Deshalb war die Reinigung mit dem Impuls-Spül-Verfahren eine interessante Alternative. Schon bei der ersten Spülung ergaben sich weitere technische und wirtschaftliche Vorteile. Aufgrund der unterschiedlichen Nennweiten von DN 150 bis DN 500 waren früher drei Molchungen

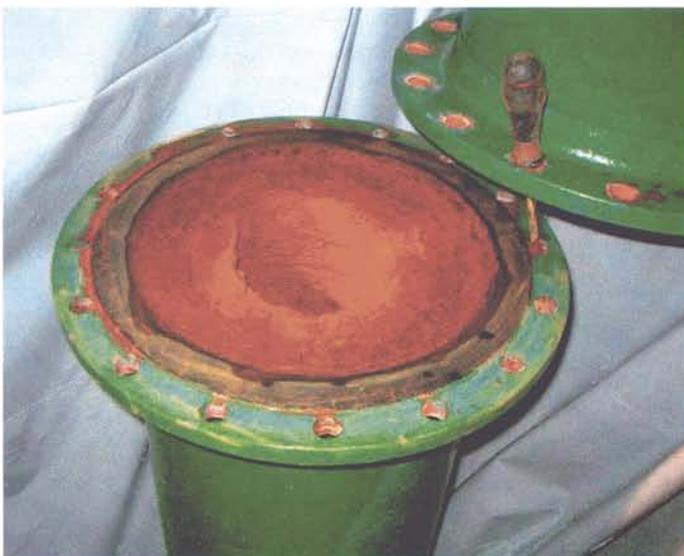


Abb. 10: Ablagerungen in einer Stahlleitung im Wasserwerk Wetterfeld

Quelle: Stadtwerke Cham GmbH



Abb. 11: Austragen von eisenhaltigen Ablagerungen aus Rohwasserleitungen in Cham mittels Complex-Verfahren

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal

Piending blau und diejenigen zur Rohwasserleitung Pösing in grau dargestellt. Im Falle der Eisengehalte lässt sich eine Korrelation erkennen. Bei den Mangangehalten fällt für Brunnen 3 der im Verhältnis zum Sauerstoffgehalt hohe Wert auf.

Im Falle der Rohwasserleitung aus Pösing (Abb. 8) weist das Wasser aus Brunnen 3 gegenüber den Wässern aus Brunnen 4 und 5 einerseits einen wesentlich höheren Sauerstoffgehalt, andererseits eine bedeutend niedrigere Eisenkonzentration auf. Beim Mischen dieser Wässer entstehen offenbar schwerlösliche Verbindungen, die sich an der Rohrleitungsoberfläche abscheiden.

Die Rohwasserleitung Pösing besteht aus Kunststoffrohren. Abbildung 8 informiert über die Rohrleitungsabschnitte, die Rohrwerkstoffe und die Nennweiten. Diese Rohrleitung war erheblich verschlamm. Das Ausmaß wurde deutlich beim Auswerten von Daten der regelmäßig durchgeführten Brunnenkontrollen. Die Pumpenleistung nahm immer mehr ab. Bei erhöhten Entnahmemengen in verbrauchsreichen Zeiten nahm der Strombedarf überproportional zu, während der Volumenstrom vor allem bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Pumpen stark zurückging.

Ein ähnlicher Effekt zeigte sich auch in der Rohwasserleitung Piending, am auffälligsten bei parallelem Betrieb der Pumpen 2, 2a und 2b. Kritisch wurde die Situation, wenn alle Brunnen gleichzeitig in Anspruch genommen wurden. Bei extrem hohem Strombedarf war die erforderliche Wassermenge kaum mehr zu fördern. Maßnahmen waren dringend erforderlich. So wurden zunächst drei Brunnen regeneriert.

Am Brunnen 1 wurde zudem die Anschlussleitung erneuert. Sie bestand aus AZ-Rohren DN 200 (AZ: Asbestzement). Abbildung 9 zeigt einen Rohrabschnitt dieser Rohrleitung mit braunen Ablagerungen. Eine mineralogische Analyse ergab, dass diese Ablagerungen vorwiegend aus schlecht kristallisiertem Ferrihydrit sowie aus geringen, aber etwa gleichen Anteilen an Quarz und Kaolinit bestanden. Ferrihydrit ist ein Oxid/Hydroxid des dreiwertigen Eisens und entsteht bei der schnellen oxidativen Fällung von in Wasser gelöstem zweiwertigem Eisen bei pH-Werten > 5. Andere Eisenoxide z. B. Hämatit, Goethit, Lepidokrokit, Maghemit oder Magnetit ließen sich röntgenografisch nicht nachweisen. Aus Quarzsand, dem Tonmineral Kaolinit und den abgetrennten Eisenverbindungen entstand mit der Zeit die partiell versteinerte Schicht.

Die aufwändige Hochdruckreinigung einer 25 Meter langen Stahlleitung im Wasserwerk vor der Verdüsungskammer zeigte das Ausmaß der Ablagerungen (Abb. 10) und die Notwendigkeit einer Reinigung. Verfahrenstechnisch kam dieses Verfahren für die beiden Rohwasserleitungen allerdings nicht infrage. Die komplette Erneuerung stand zur Diskussion.

Alternativ sollte die Reinigung mit dem Impuls-Spül-Verfahren zum Zuge kommen. Dieses Reinigungsverfahren bot sich an,



Abb. 13: Rohrabschnitt aus AZ-Leitung DN 350 nach erfolgreicher Impuls-Spülung

weil die schonende, aber effiziente Spülung eisenhaltige Schlämme mobilisieren und austragen kann. Dieses Argument ist besonders bei Rohrleitungen aus dem spröden Werkstoff Asbestzement und bei speziellen druckstoßempfindlichen Kunststoffleitungen wichtig. Beim Complex-Verfahren wird der Betriebsdruck nicht überschritten und schädigende Druckstöße vermieden. Es hat sich außerdem bei Rohwasserleitungen schon vielfach bewährt. Unterschiedliche Nennweiten oder gar Verzweigungen wie beim doppelten Düker stellen kein Problem dar.

Die Reinigung der Rohwasserleitung Pösing erforderte vier Spülabschnitte. Im Einsatz rund um die Uhr ließen sich nach fünf Tagen die Schlämme weitgehend austragen (Abb. 11). Nach dem Spülen verbesserten sich die Anlagenwerte am Brunnen



Abb. 12: Impuls-Spülung bei AZ-Rohrleitungen mit harten Ablagerungen: (a) Entfernen von harten Ablagerungen; (b) teilweise versteinerte Ablagerungen

Quelle: HAMMANN Wasser-Kommunal/Stadtwerke Cham GmbH

Tabelle 1: Gehalte von Inhaltsstoffen, die für Ablagerungen relevant sind, in Ratingen. Rohwasser zum Zeitpunkt der Wassergewinnung und Trinkwasser nach der Wasseraufbereitung

Stadtwerke Ratingen		Rohwasser aus Brunnen					Trinkwasser
Parameter	Einheit	1	2	3	4	5	Behälter
pH-Wert	–	7,17	7,05	6,99	7,12	7,18	7,65
Gesamthärte	mmol/l	3,77	4,53	4,74	4,02	3,94	3,1
Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/l	5,09	6,18	6,43	5,96	5,91	3,6
Basekapazität $K_{B8,2}$	mmol/l	0,85	1,31	1,48	1,05	0,93	0,26
Eisen	mg/l	4,9	0,27	1,3	2,2	3,6	< 0,01
Mangan	mg/l	1,2	1,2	0,78	0,39	0,25	< 0,01
gelöster Sauerstoff	mg/l	1,2	0,92	0,94	1,3	0,72	6,0

Quelle: Stadtwerke Ratingen GmbH

Tabelle 2: Gehalte von Inhaltsstoffen, die für Ablagerungen relevant sind, in Cham. Rohwasser zum Zeitpunkt der Wassergewinnung und Trinkwasser nach der Wasseraufbereitung

Stadtwerke Cham GmbH		Rohwasser Piending Brunnen				Rohwasser Pösing Brunnen			Trinkwasser
Parameter	Einheit	1	2	2a	2b	3	4	5	Behälter
pH-Wert	–	6,25	6,03	5,32	7,03	6,05	5,65	6,13	8,2
Gesamthärte	mmol/l	0,857	0,600	0,404	1,091	0,300	0,329	0,391	0,9
Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/l	1,46	0,49	0,23	1,79	0,28	0,29	0,57	1,5
Basekapazität $K_{B8,2}$	mmol/l	1,16	1,28	1,56	0,64	0,91	1,17	1,17	< 0,05
Eisen	mg/l	2,2	0,11	0,17	< 0,005	0,85	2,9	5,1	0,01
Mangan	mg/l	0,027	0,007	0,011	0,005	0,060	0,080	0,070	< 0,002
gelöster Sauerstoff	mg/l	2,72	5,44	4,90	5,42	4,85	0,83	1,22	9,2

Quelle: Stadtwerke Cham GmbH

4 erheblich. Die Förderleistung des Brunnen 3 musste sogar über ein Ringkolbenventil gedrosselt und zunächst auf diese Weise angepasst werden, um die Entnahme nicht übermäßig zu erhöhen.

Die Reinigung der Rohwasserleitung Piending gestaltete sich aufwändiger als die Rohwasserleitung Pösing. Die Ablagerungen waren teilweise schon verhärtet. Abbildung 12 zeigt ausgetragene Stücke. Reste der festhaftenden verhärteten Ablagerungen blieben nach dem normalen Impulsspülen in einzelnen Abschnitten der Rohrleitung und sind nur mit erhöhtem Aufwand vollständig zu entfernen.

Abbildung 13 beweist den Erfolg der Reinigung mit dem Complex-Verfahren. Die wenigen verbleibenden Ablagerungen in dieser AZ-Leitung DN 350 lassen keinerlei Beeinträchtigung der Wasserförderung erkennen. Der Vordruck an den Pumpen der Brunnen 1, 2, 2a, 2b und der Strombedarf liegen im normalen Bereich.

Die Erfahrungen aus Cham zeigen, dass Rohwasserleitungen regelmäßig zu reinigi-

gen sind. Denn nur so ist sicherzustellen, dass sich die Ablagerungen nicht verhärteten und sich leicht austragen lassen.

Fazit

Rohwasserleitungen fördern das Rohwasser zur Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk. Wie Pumpen und Filter müssen diese Einrichtungen dauerhaft funktionsfähig bleiben. Ablagerungen können sie so weit verstopfen, dass es schließlich zum Leistungsabfall kommt. Lösen sich Partikel bei hoher Belastung, gehen bei erhöhtem Wasserbedarf die Filter gerade zum ungünstigsten Zeitpunkt zu.

Das Impuls-Spül-Verfahren hat sich zum Ertüchtigen von Rohwasserleitungen seit Jahren bewährt. Das schonende, aber dennoch höchst wirkungsvolle Complex-Verfahren mobilisiert Ablagerungen und trägt sie aus. Gegenüber der konventionellen Molch-Technik besticht seine Einfachheit. Basierend auf Rohrleitungsparametern lassen sich leicht durch Zugabe von gereinigter Luft über Anschlüsse wie Hydranten oder Be- und Entlüftungsöffnungen computerunterstützt Luftmolche herstellen. Sie passen sich dem Rohrlei-

tungsquerschnitt an – auch bei Nennweitenänderungen – und bleiben nicht stecken. Bei geringem Spülwasserbedarf erhält die Rohrleitung nach kurzer Reinigungsdauer ihre geplante Kapazität zurück – wirtschaftlich, effektiv und nachhaltig.

Beispiele verdeutlichen die Erfolge in jüngster Zeit. In Ratingen handelt es sich um ein hartes Rohwasser, während in Cham sehr weiches Rohwasser die Rohrleitungen durchfließt. Beide Rohwässer weisen hohe Eisengehalte auf. Während in Ratingen die Leitungen jährlich gereinigt werden, war in Cham die AZ-Leitung schon so weit zugewachsen, dass ein Austausch in Erwägung gezogen wurde. Das Complex-Verfahren konnte seine Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen und zur Rehabilitation der betagten Leitungen beitragen. Dass sich auch großvolumige Rohrleitungen reinigen lassen, zeigen Beispiele bei Gelsenwasser und den Berliner Wasserbetrieben. Dort sind erste Spülungen von Rohwasserleitungen in DN 1000 und DN 1200 erfolgreich.

Danksagung

Wir danken den Stadtwerken Ratingen, Klaus Otten und Uwe Krone sowie den Stadtwerken Cham GmbH, Hans Kraus, für die Unterstützung und das Überlassen der Daten.

Autoren:

Dr. Norbert Klein
 HAMMANN Wasser-Kommunal
 Ingenieurgesellschaft für kommunale
 Dienstleistungen mbH
 Zweibrücker Str. 13
 76855 Annweiler am Trifels
 Tel.: 06346 3004-0
 Fax: 06346 3004-56
 E-Mail: n.klein@hammann-gmbh.de
 Internet: www.hammann-gmbh.de

Dipl.-Ing. Hans-Gerd Hammann
 HAMMANN Wasser-Kommunal
 Ingenieurgesellschaft für kommunale
 Dienstleistungen mbH
 Zweibrücker Str. 13
 76855 Annweiler am Trifels
 Tel.: 06346 3004-0
 Fax: 06346 3004-56
 E-Mail: hg.hammann@hammann-gmbh.de
 Internet: www.hammann-gmbh.de