

# Zementmörtelauskleidungen von Rohren aus Eisenwerkstoffen

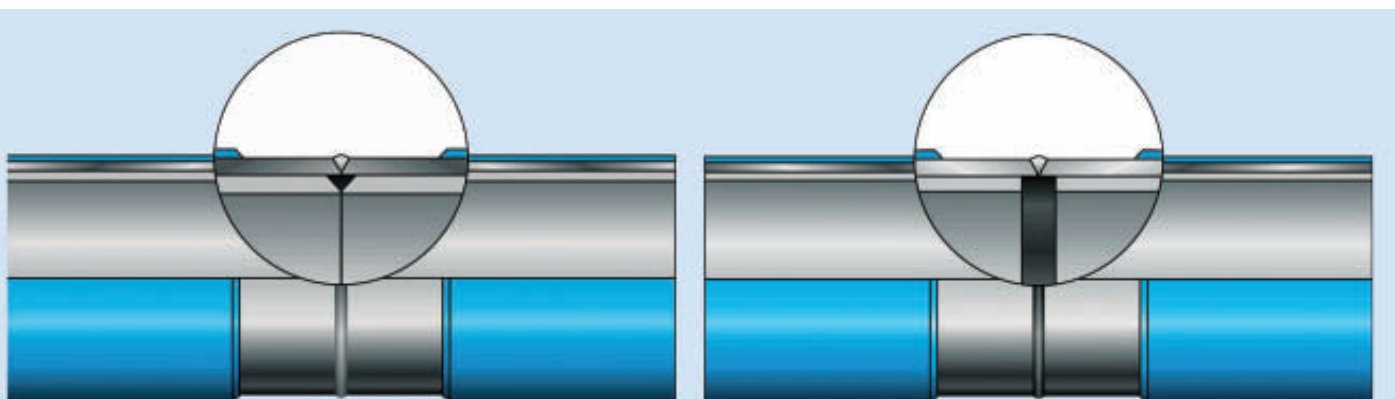
Der Einsatz von Zementmörtel als innerer Korrosionsschutz von Wasserleitungen aus Guss oder Stahl ist seit mehr als 100 Jahren bekannt und hat sich unter physikalischen bzw. mechanischen Gesichtspunkten, aber auch aus korrosionschemischer Sicht nicht nur im Rohrleitungsbau bewährt. Dennoch werden in der Praxis immer noch Fragen rund um die Zementmörtelauskleidung und deren Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen diskutiert.

**A**us korrosionsschutztechnischer Sicht stellt die Kombination aus Eisenwerkstoff und Zementmörtel oder Beton eine optimale Lösung dar. Die korrosionsschützende Wirkung einer Beton- oder Mörtelmatrix in Bezug auf eingelagerte Konstruktionselemente aus Eisenwerkstoffen beruht im Wesentlichen auf dem alkalischen Porenmedium. Die Alkalität des Porenmediums ist auf das Calciumoxid als Hauptbestandteil des Zementes, aber insbesondere auch auf die Nebenbestandteile, den Alkalioxiden Natrium- und Kaliumoxid zurückzuführen. Der hohe pH-Wert innerhalb der Beton- oder Mörtelmatrix begünstigt die Passivierung der vom Zementmörtel umgebenen Eisenwerkstoffe.

Dabei ergeben sich grundlegende Unterschiede für den Anwendungsbereich einer Kombination von Stahl und Beton im Bauwesen und der Zementmörtelauskleidung von Guss- und Stahlrohrleitungen. Im Bauwesen sind wechselnde Beanspruchun-

gen durch Nass- und Trockenphasen zu berücksichtigen, die sich in den geforderten Mindestüberdeckungen des Betons nach DIN 1045 (Beton und Stahlbeton) beim Moniereisen widerspiegeln. Dieser schwankende Gehalt an Feuchtigkeit begünstigt den Stofftransport in die poröse Mörtel- oder Betonmatrix. Hier sind insbesondere das Kohlenstoffdioxid der Luft mit seiner für das Porenmedium neutralisierenden Wirkung, aber auch korrosionsfördernde Komponenten wie Chloride oder Sauerstoff als korrosionsrelevante Partner für den im Beton oder Mörtel gebetteten Eisenwerkstoff zu berücksichtigen. Eine permanent feuchte Mörtelmatrix, wie sie in zementmörtelausgekleideten Rohrleitungen für den Transport wässriger Medien zwangsläufig vorliegt, führt zu einer erheblichen Reduzierung solcher Transportvorgänge [1, 2]. Die für einen wirkungsvollen Korrosionsschutz erforderlichen Schichtdicken einer Zementmörtelauskleidung sind daher deutlich geringer.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied der Kombination von Beton und Stahl im Bauwesen und den Zementmörtelauskleidungen von Guss- und Stahlrohrleitungen ergibt sich unter statischen Erwägungen. Bei Bauwerken sind Rissen unter statischen Gesichtspunkten besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Außerdem sind diese in der Regel unzulässig. Im Falle zementmörtelausgekleideter Rohre wird die Statik vollständig vom Eisengrundwerkstoff übernommen. Der Gewölbeeffect eines Rohres stützt die Mörtelauskleidung auch im gerissenen Zustand. Bei den Rissen einer Zementmörtelauskleidung von Guss- und Stahlrohren handelt es sich in der Regel um Schwindrisse, die insbesondere bei der Lagerung unter starker Sonneneinstrahlung durch das Austrocknen des Mörtels auftreten können. Bei Kontakt der Mörtelauskleidung mit wässrigen Medien schließen sich diese Risse durch das Quellen des Mörtels oder durch die Reaktion des Calciumoxids aus der



Ausführung A (nach ehem. DIN 2614)  
Typ C2 nach Anhang C der DIN EN 10298

Ausführung B (nach ehem. DIN 2614)  
Typ C3 nach Anhang C der DIN EN 10298

Abb. 1: Stumpfschweißverbindungen nicht begehrter Rohrdimensionen

Mörtelmatrix mit dem im Wasser gelösten Kohlenstoffdioxid unter Bildung von Calciumcarbonat.

Diese Form der Selbstheilung sowie die Gegenwart deckschichtbildender Komponenten, wie Aluminate und Silikate in der Mörtelmatrix, ist nicht nur im Falle der Rissbildung, sondern auch bei den Spalten im Verbindungsbereich stumpfgeschweißter Stahlrohre von großer Bedeutung. Hinzu kommen die guten hygienischen Eigenschaften der Zementmörtelauskleidungen während des Betriebes. Auf Grund dieser Vorteile fordert die DIN 2460 (Stahlrohre für Wasserleitungen) für den Einsatz im Trinkwasserbereich: „Rohre für Trinkwasserleitungen sind mit Zementmörtel auszukleiden.“

### Die Herstellung der Zementmörtelauskleidungen

Die heute noch üblichen Schleuderverfahren wurden um 1920 entwickelt. Die Rohre werden nach dem Einbringen des Zementmörtels in Rotation versetzt, um glatte und gleichmäßig dicke Auskleidungen zu erzielen. Prinzipiell sind zwei Verfahren zur Auskleidung der Rohre zu unterscheiden.

Beim Rotationsschleuderverfahren wird ein wasserreicher Mörtel in das Rohr eingebracht und anschließend durch Rotation über den Rohrumfang verteilt, verdichtet und geglättet. Bei diesem Verfahren wird überschüssiges Wasser ausgetrieben. Zementmörtelauskleidungen nach diesem Verfahren zeichnen sich durch die Bildung einer deutlichen Schicht aus Feinanteilen aus, die im Wesentlichen aus Zement besteht.

Beim Anschleuderverfahren wird der Mörtel in einem ersten Arbeitsgang an die Innenfläche des Rohres angeworfen. In einem zweiten Arbeitsgang folgt das Glätten und Verdichten des Mörtels durch die Rotation des Rohres. Je nach Rotationsgeschwindigkeit und Ausgangswassergehalt können die Feinanteilschichten deutlich geringer ausfallen. Dennoch können so Auskleidungen mit weit gehend homogener Kornverteilung hergestellt werden.

### Stand der Normung

In Deutschland sind Zementmörtelauskleidungen erst ab Mitte der 1960er-Jahre verstärkt zum Einsatz gekommen. Die Anforderungen an werkseitig hergestellte Zementmörtelauskleidungen wurden im 1978 publizierten DVGW-Arbeitsblatt W 342 festgelegt und 1986 durch das DVGW-Arbeits-

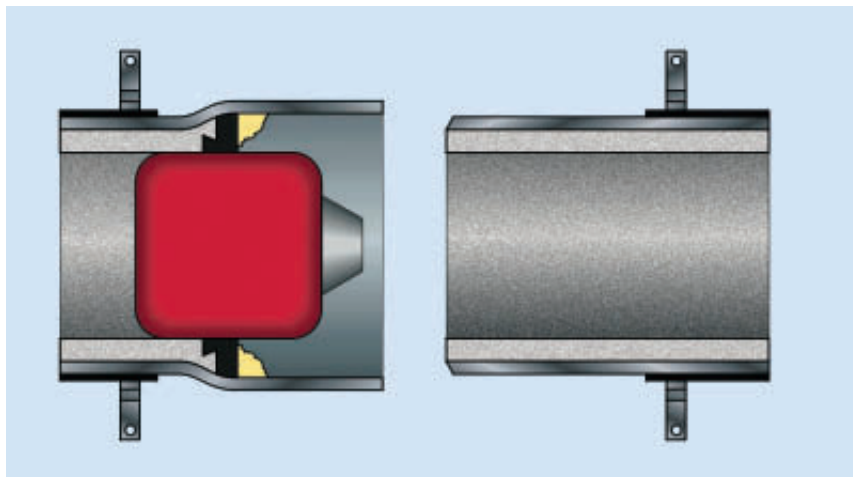


Abb. 2: Einsteckschweißmuffenverbindung für aggressive Medien im Bereich nicht begehrter Rohrdimensionen Typ C4 nach Anhang C der DIN EN 10298

Quelle: MANNESMANN FUCHS ROHR GmbH

blatt W 344 für die Herstellung von Zementmörtelauskleidungen an der Baustelle ergänzt. Diese Arbeitsblätter wurden 1990 in die DIN 2614 überführt. Im Zuge der europäischen Normung ließen die ersten Entwürfe der DIN EN 10298 erwarten, dass der nicht unbeträchtliche informative Teil der DIN 2614 im Falle eines erforderlichen Rückzugs verloren geht. Aus diesem Grunde wurde mit Erscheinungsjahr 1999 die DIN 2880 publiziert, die den informativen Teil der DIN 2614 beinhaltet. Die DIN EN 10298 ist inzwischen publiziert und ersetzt erwartungsgemäß die DIN 2614. Die Zementmörtelauskleidungen unterliegen national den hygienischen Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 347. Auf europäischer Ebene existieren derzeit noch keine einheitlichen Anforderungen für eine hygienische Zulassung von Zementmörtelauskleidungen.

### Physikalische Eigenschaften der Zementmörtelauskleidung

Bei der Bewertung der physikalischen Eigenschaften einer Zementmörtelauskleidung sind vor allem Festigkeiten, Porosität und Oberflächenrauheit zu berücksichtigen. Diese Eigenschaften haben bei der Qualitätskontrolle in der Produktion, bei Verlegung und Inbetriebnahme sowie während des Betriebes zementmörtelausgekleideter Leitungen unterschiedliches Gewicht.

### Mechanische Festigkeiten

Während die Druckfestigkeiten bzw. die Druckfestigkeitsentwicklung eines Betons für die statische Auslegung eines Bauwerks von gravierender Bedeutung ist, spielen die mechanischen Eigenschaften des Zementmörtels bei den vergleichsweise dünnen Schichtdicken in der Rohrstatik praktisch keine Rolle. Trotzdem ist die re-

gelmäßige Kontrolle der Druckfestigkeit Bestandteil jeder technischen Lieferbedingung für Zementmörtelauskleidungen. Die hier ermittelte Druckfestigkeit hat jedoch primär in der Qualitätssicherung ihre Bedeutung und dient zur Überwachung der Vormaterialien bzw. zur Überwachung der Dosiereinrichtungen in der Produktion.

Bei der Verlegung zementmörtelausgekleideter Stahlrohre wird immer wieder die zulässige Biegung angesprochen. Solche Rohrbiegungen sind beispielsweise für die Pipelineverlegung (Strangverlegung) oder bei der Dimensionierung einer Startgrube für die grabenlose Verlegung von Stahlrohren mit Schweißverbindung von Bedeutung. Generell gilt nach DIN 2880 zur Berechnung die Gleichung: ▶

**DALMINEX**  
EINBAUGARNITUREN

#### Produzent von Einbaugarnituren

- ◇ in starr oder verstellbar
- ◇ als Teleskop-System
- ◇ für Kugelhähne
- ◇ für Absperrklappen
- ◇ für Schieberarmaturen
- ◇ für Hausanschlussarmaturen

#### Wasserdichte Einbaugarnituren

Auszug aus unserem Zubehörprogramm

- Handräder
- Bedienungsschlüssel nach DIN
- Hydrantenschlüssel und Schachthaken
- Mechanische Räderzeigerwerke
- Markierungsscheiben für Teleskop-EBG
- Dreikantschoner und -muffen
- Dreikant-Bedienungsschlüssel
- Bedienungsschlüssel-Adapter



Helleforthstraße 87 • D-33758 Schloß Holte  
Tel.: 05207/91 37-0 • Fax: 05207/8 71 26

e-mail: info@dalminex.de • Internet: www.dalminex.de

$$R_{\min} = \frac{d_a}{2} \cdot \frac{E}{\sigma_{b \text{ zul.}}} = \frac{d_a}{2} \cdot \frac{E \cdot S}{R_p}$$

$d_a$	Außendurchmesser in mm
$E$	Elastizitätsmodul des Werkstoffes in N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{b \text{ zul.}}$	zul. Biegespannung in N/mm <sup>2</sup>
$S$	Sicherheitsbeiwert der gegen die 0,2 %-Dehngrenze abgesicherten Biegespannung ( $S = 1,1$ )
$R_p$	0,2 %-Dehngrenze des Rohrwerkstoffes in N/mm <sup>2</sup>

Für den Werkstoff St 37.0 kann der zulässige Biegeradius nach der Faustformel  $500 \cdot Da$  kalkuliert werden.

**Porosität**

Die Porosität einer Zementmörtelauskleidung macht sich insbesondere bei der Druckprobe einer Wasserleitung bemerkbar. In der DIN EN 805 sind die Druckprüfverfahren zu einer einheitlichen Vorgehensweise unabhängig vom Rohrwerkstoff zusammengefasst. Auf eine Vorprüfung, die letztlich für eine zementmörtelausgekleidete Leitung auf Grund der Mörtelporosität zur Wassersättigung generell vorzusehen ist, kann der Planer hier optional zurückgreifen. Das DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 differenziert ähnlich der ehemaligen DIN 4279 in Bezug auf die verschiedenen Rohrmaterialien. Hier sind jedoch für die zementmörtelausgekleideten Leitungen statt der ursprünglich in DIN 4279 Teil 3 festgelegten drei Verfahren, nur noch das so genannte „Normalverfahren“ und das „beschleunigte Normalverfahren“ beschrieben.

Beim Normalverfahren wird unter Aufrechterhaltung des Prüfdruckes im Verlauf von 24 Stunden der Mörtel mit Wasser gesättigt. Die Prüfdauer der Hauptprüfung ist abhängig von der Nennweite der Leitung und wird nach der üblichen Kontrolle auf Luft einschüsse durchgeführt. Im Falle des beschleunigten Normalverfahrens wird die Sättigungsphase von 24 Stunden auf 30 Minuten reduziert. Je nach Dimension und Leitungslänge ist ein zulässiger Druckverlust festgelegt.

**Oberflächenrauheit**

Die Auslegung der Pumpenleistungen für den Betrieb einer Rohrleitung erfordert für einen gewünschten Durchsatz die Abstimmung von Pumpen- und Anlagenkennlinien unter Berücksichtigung der geodätischen Höhenunterschiede. Bei der Berechnung der Anlagenkennlinie ist die Rauheit der Rohrleitung zu berücksichtigen. Dazu finden sich in Abhängigkeit der vorliegenden Leitungsbedingungen im DVGW-Arbeitsblatt W 302 integrale Rauheiten.

In einem Verteilungsnetz wird der Strömungswiderstand primär durch Abgänge, Formteile und Armaturen bestimmt. In der Regel findet keine Differenzierung zwischen den heute üblichen Rohrmaterialien und Rohrausführungen statt. Diese Vorgehensweise wurde mit den 1985 publizierten Ergänzungen zum DVGW-Arbeitsblatt W 302 auch für Kunststoffrohre festgelegt. Für die hydraulische Berechnung einer gestreckten Leitungsführung wird üblicherweise bei Zementmörtelauskleidungen die spezifische Rauheit  $k_s = 0,1$  eingesetzt. Diese gilt jedoch nur für neue Auskleidungen. Mit der Betriebszeit nimmt die Rauheit einer Zementmörteloberfläche auf Grund der Bildung feiner Schichten aus Eisen- und Manganoxiden zwangsläufig ab.

**Korrosionschemische Aspekte**

Der Einsatz von Zementmörtelauskleidungen ist unter korrosionschemischen Gesichtspunkten an Grenzwerte geknüpft, die heute national in der DIN 2880 festgelegt sind. Diese Grenzwerte betreffen die Parameter des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes und damit den Calciumgehalt (1 mg/l) und den Summenparameter  $Q_C$  aus den molaren Konzentrationen von  $CO_2$ ,  $CO_3^{2-}$  und  $HCO_3^-$  (0,25 mmol/l). Hierbei sind insbesondere der Gehalt an überschüssiger Kohlensäure (7 mg/l) bzw. das Calcitlösevermögen (12 mg/l  $CaCO_3$ ) zu berücksichtigen. In den meisten Trinkwässern ist die Zementmörtelauskleidung damit einsetzbar. Selbst aggressive wässrige Medien wie Salzwasser, Solen oder Abwässer sind unter Zusatz von Kunststoffdispersionen (CM R) oder Verflüssigern (CM L) bzw. unter Einsatz säu-

rebeständiger Mörteltypen (z. B. Tonerdeschmelzzement, CM A) beherrschbar.

Die in der ehemaligen DIN 2614 bzw. DIN 2880 festgelegten Einsatzgrenzen beruhen auf Praxiserfahrungen und den Ergebnissen von Forschungsarbeiten, die mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie (BMFT) im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogramms „Korrosion und Korrosionsschutz“ im Verlaufe 8-jähriger Untersuchungen in den unterschiedlichsten Wässern des Bundesgebietes gewonnen wurden. Eine zusammenfassende Übersicht dieser Aktivitäten wurde 1990 veröffentlicht [3] und 1991 und 1994 ergänzt [4, 5].

Neben den Untersuchungen zur Mörtelbeständigkeit und dem Abriebverhalten wurden in diesen Feldversuchen auch die Selbstheilung bzw. die Deckschichtbildung des Grundmaterials in Rissen und Spalten nachgewiesen. Auf der Basis dieser Erkenntnisse wurden im nicht begehbaren Bereich der Rohrdimensionen für den Transport von Trinkwasser oder trinkwasserähnlichen Medien in der ehemaligen DIN 2614 zwei Endenausführungen (Ausführung A und B) festgelegt (Abb. 1). Diese Endenausführungen sind heute im Anhang der europäischen DIN EN 10298 beschrieben. Nach dem Verschweißen der Rohre verbleibt ein etwa zehn Millimeter breiter ungeschützter Bereich, der auf Grund von Deckschichtbildung bzw. der damit verbundenen Passivierung eine Korrosion am Grundwerkstoff unterbindet. Bei Großrohren beträgt der Rückschnitt des Mörtels am Rohrende im Verbindungsbereich jeweils etwa 20 Millimeter. Die Verbindungsbereiche dieser begehbaren Rohrdimensionen werden nach dem Verschweißen innen mit Zementmörtel nachgearbeitet.

Die Einsteckschweißmuffenverbindung wird überwiegend im Bereich aggressiver Wasser, Salzwasser und Solen sowie Abwasser eingesetzt. Der Verbindungsbereich wird durch den Einsatz eines Dichtungsmaterials geschützt (Abb. 2). Das elastische, üblicherweise unter Wärmeeinwirkung aushärtende Material wird vor dem Einschleiben des Spitzendes in den Muffengrund eingebracht. Nach dem Heften des Spitzendes kann mit Hilfe eines Molches überstehendes Dichtungsmaterial geglättet werden. Erst dann erfolgt das endgültige Verschweißen der Rohrverbindung.

**Hygienische Aspekte**

In der Diskussion chemischer Aspekte einer Zementmörtelauskleidung interessiert nicht nur die Beständigkeit einer Auskleidung un-

**Tabelle 1: Versuchsbedingungen und Wasserparameter unter Laborbedingungen**

Versuchsbedingungen Labor (R1)		Wasserparameter	
Durchfluss:	400 l/min	pH	8,10
Temperatur:	10°C	K <sub>S(4,3)</sub>	1,50 mmol/l
Rohrdimension:	DN 100	Ca	35,0 mg/l
Alter der Auskleidung:	28 Tage		
Versuchsbedingungen Feld (R2)		Wasserparameter	
Stagnationswerte:	24 h	pH	9,00
Temperatur:	ca. 6,1°C	K <sub>S(4,3)</sub>	0,60 mmol/l
Rohrdimension:	DN 150	Ca	15,0 mg/l
Alter der Auskleidung bei Inbetriebnahme:	mind. 7-9 Monate		

Quelle: MANNESMANN FUCHS RÖHR GmbH

ter Berücksichtigung der verschiedenen Wasserparameter bzw. Medienzusammensetzung, sondern speziell bei Trinkwasserleitungen auch die Beeinflussung der Wasserqualität durch Mörtelinhaltstoffe oder Produkte aus der Reaktion von Mörtelbestandteilen mit Wasserinhalstoffen.

Während die Alkalität einer Zementmörtel- auskleidung unter korrosionschemischen Gesichtspunkten für die Passivierung des Grundmaterials von elementarer Bedeutung und damit gewünscht ist, sind in diesem Zusammenhang aus hygienischer Sicht bei der Inbetriebnahme je nach Wasserbeschaffenheit und Betriebsbedingungen einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Als vorteilhaft erweist sich die Wandalkalität des Mörtels durch die nachgewiesene Reduktion von Biofilmen an der Auskleidungs Oberfläche. Demgegenüber ist die Wirksamkeit des häufig zur Desinfektion eingesetzten Chlors abhängig vom pH-Wert und nimmt mit zunehmender Alkalität des Wassers ab. Zementmörtel- ausgekleidete Rohre können den pH-Wert bei erstmaliger Befüllung insbesondere unter Stagnationsbedingungen deutlich anheben. Als günstig hat sich der Einsatz von Chlordioxid erwiesen. Die Wirksamkeit des Chlordioxids ist über einen weiten pH-Bereich sichergestellt [6].

Bereits 1933 wurde auf einem Symposium in den Vereinigten Staaten über die Zunahme der Calciumkonzentration und die Alkalität des Wassers während der Inbe-

triebnahme zementmörtel- ausgekleideter Trinkwasserleitungen berichtet [7]. Schon damals war bekannt, dass diese Effekte primär vom Alter der Zementmörtel- auskleidung, vom Rohrdurchmesser bzw. dem damit verbundenen Oberflächen/Volumenverhältnis, von den Durchflussraten und insbesondere der eingesetzten Wasserqualität abhängen. Die Ursache liegt oftmals in den kalklösenden Eigenschaften zumeist weicher und oft auch saurer Wässer, die eine Carbonatisierung der Zementmörteloberfläche unterbinden [8]. Diese carbonatisierte Deckschicht der Zementmörtel- auskleidung verhindert ähnlich einer Passivschicht von Metallen die Wechselwirkung von Werkstoff und Medium und damit das Lösen alkalischer Komponenten des Mörtels im geförderten Trinkwasser.

Nach DIN EN 805 sind solche Effekte begünstigende Stagnationsbedingungen in Trinkwasserleitungen mit Blick auf Verkeimungen und Eintrübungen generell zu vermeiden. Auch das DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 gibt Hinweise auf mögliche Probleme im Falle von Endsträngen, Leitungen in Neubaugebieten, generell zu groß dimensionierten Leitungen oder Ringleitungen in Gewerbegebieten, die auf Grund der erforderlichen Löschwasserversorgung größer bemessen sind. Hier ist die Erfordernis für das Spülen der Leitungen zu prüfen und gegebenenfalls auf der Basis von Betriebserfahrungen vorzunehmen. Diese in den Regelwerken festgelegten Maßnahmen

sowie die in Deutschland übliche Aufbereitung des Trinkwassers machen diese Problematik zu einer, wenn auch in Einzelfällen, unangenehmen Randerscheinung.

Im Jahr 2000 wurde das DVGW-Arbeitsblatt W 346 um den Anhang 1 erweitert, der über Baustellenmaßnahmen zur Reduktion der pH-Werte bei der Inbetriebnahme zementmörtel- ausgekleideter Rohrleitungen informiert. In diesem Anhang werden zwei Verfahren beschrieben, die durch einen temporären Einsatz von Wässern, die mit Natriumhydrogencarbonat angereichert sind, oder auch natürlicher harter Wässer bzw. durch den Einsatz von Kohlenstoffdioxid bei erhöhtem Druck eine Carbonatisierung der Oberfläche erzwingen [9].

Werkseitig bietet sich ein Verfahren an, das durch das abrasive Strahlen der Mörteloberfläche den primär aus Zement bestehenden Feinanteil der Mörteloberfläche entfernt und durch das Freilegen der darunter liegenden sandkornreichen Schicht die aktive Oberfläche reduziert [10]. Durch die Bestimmung der maximal erreichten pH-Werte eines im Kreislauf betriebenen wassergefüllten und mit unterschiedlich ausgekleideten und behandelten Testrohren bestückten Versuchsstandes konnte die Wirksamkeit dieses Verfahrens im Labor nachgewiesen werden (Abb. 3) [11].

Die Ergebnisse im Versuchsstand wurden dann für unterschiedliche Materialien im behandelten Zustand der Auskleidung in einem Feldversuch der Stadtwerke Lüdenscheid beim Bau einer Zubringerleitung DN 150 in verschiedenen Bauabschnitten bestätigt. Es wurde eine Lagerungsdauer gewählt, die sicherstellte, dass die zwangsläufig etwas unterschiedlichen Verlegezeiten der Bauabschnitte keine Auswirkung haben (Tab. 1). Im Vergleich zu den unter Kreislaufbedingungen im Labor ermittelten Werten ergaben die Stagnationswerte nach Druckprüfung und Desinfektion qualitativ den gleichen Verlauf. In Abbildung 4 sind die maximal im Labor ermittelten pH-Werte den 24 Stunden Stagnationswerten in den Feldversuchen gegenübergestellt. ▶

<p><b>Akustiklogger Leakmaster</b> schnelles Aufspüren von Leckagen Reduzierung von Personalkosten 10 Jahresbatterie u.v.m.</p>		<p><b>Drucklogger Drulo 01</b> Speicher für 240.000 Werte 10 Jahresbatterie Infrarot Auslesung u.v.m.</p>
<p>F.A.S.T.GmbH Bössingerstr.36 74243 Langenbrettach Tel.: 07946/921000 FAX: 07946/7153 Email: info@fastgmbh.de Internet: www.fastgmbh.de</p>		

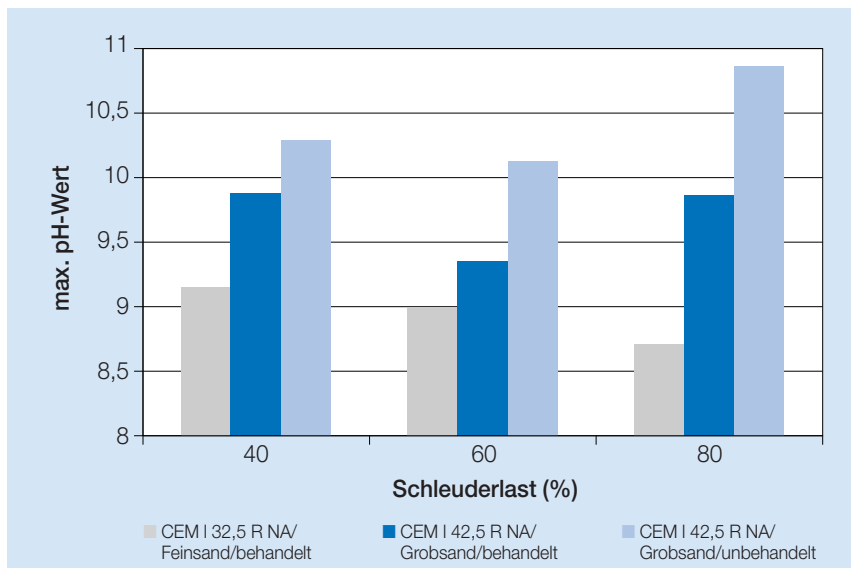


Abb. 3: Laborergebnisse zum Einfluss von Verfahrensparametern, Einsatzmaterialien und Vorbehandlung der Auskleidung auf die pH-Werte bei Kontakt mit Trinkwasser (Versuchsbedingungen siehe Tabelle 1)

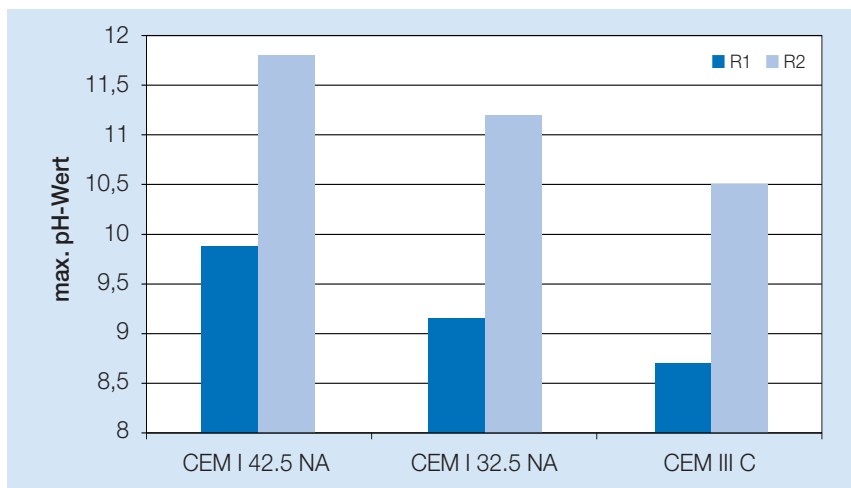


Abb. 4: Vergleich von Feldversuchen und Laborergebnissen (Versuchsbedingungen siehe Tabelle 1)

**Fazit**

Auf Grund der Fähigkeit zur Selbstheilung, aber auch der Begünstigung einer Deck- bzw. Passivschichtbildung freiliegender Grundwerkstoffbereiche ist die Zementmörtelauskleidung als ein aktives Korrosionsschutzsystem einzustufen.

Bauteile im Bereich der Trinkwasserversorgung dürfen nach § 31 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes keine Stoffe an das Trinkwasser abgeben. Ausgenommen sind gesundheitlich, geruchlich und geschmacklich unbedenkliche Anteile, die technisch unvermeidbar sind.

So war die Frage der Alkalisierung des Wassers auf Grund der in Deutschland üblichen Trinkwasseraufbereitung lange Zeit eher eine Randerscheinung. In den letzten 15 Jahren nahm jedoch die Häufigkeit der Probleme im Zusammenhang mit hohen pH-Werten zu. Anfänglich betraf dies primär die neuen Bundesländer, da vielerorts noch eine Trinkwasseraufbereitung fehlte. Es zeigte sich jedoch bald, dass auch die heute übliche Bereitstellung des Rohmaterials an den Baustellen „just in time“ oder

aber die in Neubaugebieten übliche Fertighausbauweise und der damit fehlende Wasserverbrauch zu langen Stagnationszeiten führt und damit solche Effekte begünstigt. Als Lösungsmöglichkeiten bieten sich an:

- das planmäßige Spülen der Leitungen
- die gezielte Alterung zementmörtelausgekleideter Rohre durch eine entsprechende Lagerungsdauer
- die Vorbehandlung der Auskleidung beim Hersteller

Unabhängig von dieser Fragestellung, die in den überwiegenden Fällen auf eine kurze Zeit während und nach der Inbetriebnahme begrenzt ist, hat sich die Zementmörtelauskleidung aus korrosionschemischen und hygienischen Erwägungen als die optimale Lösung für den inneren Korrosionsschutz von Rohren aus Eisenwerkstoffen zum Transport und zur Verteilung von Trinkwasser, aber auch für den Transport von Salzwässern, Solen und Abwässern etabliert.

*Literatur:*

[1] Hildebrand, H.; Schulze, M.; 3R international 25 (1986) S. 242-245.  
 [2] Schwenk, W.; 3R international 28 (1989) S. 666-668.  
 [3] Holtschulte, H.; Heinrich, B.; Schwenk, W.; gwf-wasser/abwasser 131 (1990) S. 317-325.  
 [4] Schwenk, W.; gwf-wasser/abwasser 132 (1991) S. 504-509.  
 [5] Gierig, M.; Schretzenmayr, G.; Schwenk, W.; gwf-wasser/abwasser 135 (1994) S. 573-580.  
 [6] Schrott, J.; Energie Wasser Praxis (1999) S. 428-433.  
 [7] Wood, L. P.; J. Am. Water Works Assoc, 25 (1933) S. 1728-1780.  
 [8] Künzler, R.; Schwenk, W.; gwf-wasser/abwasser 127 (1986) H. 1 S. 11-15.  
 [9] Nissing, W.; Klein, N.; bbr 47 (1996) H. 2 S. 26-31.  
 [10] Patente DE 197 47 100/EP 0 899 253.  
 [11] Kocks, H.-J.; 3R international 44 (2005) S. 171-176.

**Autor:**

Dr. Hans-Jürgen Kocks  
 MANNESMANN FUCHS ROHR GmbH  
 In der Steinwiese 31  
 57074 Siegen  
 Tel.: 0271 691-170  
 Fax: 0271 691-299  
 E-Mail: hans-juergen.kocks@mannesmann-fuchs.com  
 Internet: www.mannesmann-fuchs.com

**Neue Produkte** ... von **elomat**®  
 WASSERTECHNIK

Die Ideenquelle aus dem Schwarzwald!  
**Katalog anfordern, oder**  
**www.elomat.de**

Elomat Wassertechnik GmbH  
 Mättich · Elomatstraße 10 · D-77880 Sasbach  
 Tel. 0 78 41 / 20 77-0 · Fax 0 78 41 / 20 77 - 22  
 wittenauer@elomat.de · www.elomat.de