



## **Das Mehrschritt-Verfahren**

Das intelligente, zum Korrosionsschutz Wasser führender  
Metallsysteme konzipierte Verfahren in  
Trinkwasserversorgungsanlagen

## Historie

Um den Anfang der 80er Jahre - dem Wesen nach - bekannten und bereits erfolgreich genutzten Synergismus beim Einsatz von phosphathaltigen Silikat-Kombinationen zum Korrosionsschutz Wasser führender Metallsysteme zweifelsfrei belegen zu können, wurden von der damaligen DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe, dem heutigen DVGW-Technologiezentrum Wasser, entsprechende Untersuchungen durchgeführt. In den Versuchsanlagen der Stadtwerke Düsseldorf AG und Stadtwerke Saarbrücken AG wurden folgende Messstrecken gegenübergestellt:

1. Rohrstrecke ohne Zusatz  
Nullprobe (Referenzstrecke)
2. Rohrstrecke mit Zusatz von  
4 mg/L Orthophosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ )
3. Rohrstrecke mit Zusatz von  
1 mg/L Orthophosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ )  
+ 1 mg/L Polyphosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ )  
+ 4 mg/L carbonataktiviertes Silikat ( $\text{SiO}_2$ )



In diesen Versuchen wurde unter wissenschaftlichen Versuchsbedingungen nachgewiesen, dass der Trinkwasserzusatz 1 mg/L o- $\text{PO}_4^{3-}$  + 1 mg/L p- $\text{PO}_4^{3-}$  + 4 mg/L  $\text{SiO}_2$ , also 2 mg/L Gesamt-Phosphat, in Eisenrohren (Gewinderohre - längsnahtgeschweißt - DIN 2440) zu besseren korrosions-chemischen Ergebnissen führt, als Orthophosphat in der doppelten Phosphatmenge, nämlich 4 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$ . Zuvor ist stets davon ausgegangen worden, dass Phosphat (Orthophosphat allein oder Gemische aus Ortho- und Polyphosphat) grundsätzlich zu Korrosionsschutzzwecken in metallischen Trinkwassersystemen am besten geeignet ist. Der mit der vorgegebenen Formulierung erzielte synergistische Effekt bei **1 Teil Gesamt-Phosphat : 2 Teilen Silikat** ist in den nachstehend aufgeführten, von den Stadtwerken Düsseldorf AG und den Stadtwerken Saarbrücken AG in Auftrag gegebenen Gutachten der DVGW-Forschungsstelle, Karlsruhe, dokumentiert:

- "Untersuchungen zum Einfluss einer werksseitigen Trinkwasserbehandlung auf das Korrosionsverhalten und die Rostwasserbildung im Bereich der Trinkwasserversorgung der Stadtwerke Düsseldorf AG - Schlussbericht -" vom 23.12.1982
- "Untersuchungen zum Einfluss einer werksseitigen Trinkwasserbehandlung auf das Korrosionsverhalten und die Rostwasserbildung im Bereich der Trinkwasserversorgung der Stadtwerke Saarbrücken AG" vom 19.12.1983

Da sich die Frage aufdrängte, ob mit anderen Wirkstoffverhältnissen, etwa noch höheren Silikatannteilen oder Disproportionierung der Phosphatmodifikationen, nicht sogar noch bessere Korrosionsschutzeffekte erwartet werden können, sprachen wir zunächst von einer rein qualitativen Aussage. Die Entwicklung führte somit folgerichtig zu Kombinationsprodukten mit noch höheren Silikatannteilen bei weiterer Verminderung des Phosphats, die, um eine vorläufige Übersicht über die synergistischen Zusammenhänge und deren Randbedingungen zu erhalten, wie folgt proportioniert wurden:

- Formulierung 3 : 1 (3 Teile Silikat : 1 Teil Gesamt-Phosphat)
- Formulierung 6 : 1 (6 Teile Silikat : 1 Teil Gesamt-Phosphat)

Die unter wissenschaftlichen Bedingungen vielfach bestätigte Möglichkeit der Verminderung des Phosphats in Silikat-Kombinationen bei gleichzeitiger Erhöhung des Silikanteils ist heute ein wichtiges Instrument zur intelligenten, umweltbewussten Korrosionsinhibierung und hält auch allen ökonomischen Bewertungsmaßstäben stand.

## Verfahrensbeschreibung

Korrosions- und Inhibierungsvorgänge im Verteilungssystem von Trinkwasser müssen stets als dynamischer Prozess gesehen werden. Somit kann es im Zeitverlauf einer Inhibierungsmaßnahme keinen "Universal-Inhibitor" geben, vielmehr muss die Wirkstoffzusammensetzung aus chemisch-physikalischen, ökonomischen und auch ökologischen Gründen dem Inhibierungsfortschritt entsprechend angepasst werden. Da es ratsam ist, die Korrosions-Inhibierung mit einem höheren Phosphatanteil zu beginnen, letztlich aber den Erhalt der gebildeten Deckschichten mit niedrigem Phosphat- und höherem Anteil carbonataktivierter Silikate zu bewerkstelligen, wurde das **Mehr-Schritt-Verfahren** unter Anwendung von Phosphat-Lösungen und phosphathaltigen/ phosphatfreien, carbonataktivierten Silikat-Kombinationen entwickelt.

Der erste Verfahrensschritt besteht in der Zugabe einer der Wasserqualität angepassten Phosphatlösung oder einer höher phosphathaltigen Silikat-Kombination. In den weiteren Schritten wird stufenweise der Silikatgehalt im Trinkwasser weiter erhöht und das Phosphat vermindert. Je nach Wasserzusammensetzung, Zustand der Rohrleitungen und hydraulischen Verhältnissen kann die Substituierung der Phosphate bis zur phosphatfreien Inhibierung unter Anwendung carbonataktivierter Silikate fortgesetzt werden.

Die anfängliche Dosierung von Phosphatlösungen oder carbonataktivierten Silikat-Kombinationen mit höherem Phosphatanteil in das Trinkwasser vorgeschädigter Transportsysteme führt im ersten Verfahrensschritt zu zwei wichtigen Ergebnissen:

1. Beschleunigter Deckschichtaufbau bzw. Verdichtung vorhandener Deckschichten.
2. Kurzfristige Beseitigung von Rostwässern infolge der Komplexierung zweiwertigen Eisens.

Mit dem bewährten Mehr-Schritt-Verfahren ermöglichen wir durch die letztlich phosphatarme oder gar phosphatfreie Korrosionsinhibierung Wasser führender Metallsysteme die Einhaltung des Minimierungsgebotes der gültigen Trinkwasserverordnung, § 6 Abs. 3, das in der "Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung" wie folgt beschrieben wird:

"Aufbereitungsstoffe die (...) bestimmungsgemäß im Wasser für den menschlichen Gebrauch verbleiben, sind entsprechend dem Minimierungsgebot in den Einsatzmengen der Aufbereitungsstoffe auf das für die Erreichung des Aufbereitungszieles erforderliche Maß zu beschränken."

Zudem wurde in zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen der vorteilhafte Synergieeffekt Phosphat-Silikat stets bestätigt. Hier ist vor allem auf die hohe mechanische Deckschichtstabilität zu verweisen, die mit reinen Phosphatlösungen nicht herstellbar sind.

Die Vorgehensweise einer optimalen Korrosions-Inhibierung, der Veränderung der Zugabemengen und die letztlich erforderliche Ermittlung der Erhaltungsdosierung bedarf der analytischen und sachverständigen Begleitung, die unsere anwendungstechnische Abteilung sicherstellt. Zudem kann ein solcher Prozess durch bewährte Testanlagen abgesichert werden. Zu empfehlen ist hier der Ringsäulen-Test, den wir in Zusammenarbeit mit renommierten Instituten anbieten. Darüber hinaus können wir in den meisten Fällen die erforderliche Anlagentechnik für überzeugende Feldversuche bereitstellen.

## Zusammenfassung

### ⇒ Das Verfahren:

- Komponenten sind Phosphatlösungen und phosphathaltige carbonataktivierte Silikat-Kombinationen
- Nach anfänglicher Hochdosierung der Phosphatkomponente wird der Phosphatanteil nach und nach durch carbonataktivierte Silikate substituiert
- Alle Komponenten werden bevorzugt als Flüssig-Produkte eingesetzt
- Der messbare Inhibierungserfolg kann durch normierte Tests überprüft und festgestellt werden.

### ⇒ Die Anlagentechnik:

- Wird von uns projektiert, angeboten, geliefert und montiert.
- Wesentliche Komponenten sind:
  - Lagertank, Container-Stellfläche oder Dosierbehälter
  - Dosierpumpe mit durchflussproportionaler Ansteuerung

### ⇒ Die Vorteile:

- Hochkonzentrierte Inhibitor-Lösungen
- Keine festgelegte statische Zugabe, wodurch der Nutzen der zunehmenden Deckschichtverfestigung nicht genutzt und gewürdigt würde
- Befähigt zur Einhaltung des Minimierungsgebotes

## Folgende Problemstellungen können im Mehrschritt-Verfahren elegant gelöst werden:

- Rostwasser
- Deckschichtumbildung nach zentraler Trinkwasser-Enthärtung
- Änderung der Wasserzusammensetzung
- Mischung verschiedener Wässer im Netz
- Lochfraß in Kupfer-Installationen
- Flächenkorrosion in Kupfer-Installationen
- Zinkgeriesel/ Entzinkung

## Wir bieten:

- Wasser- und korrosionschemische Berechnung und Beurteilung der Analyse (-n)
- Lösungsvorschlag Inhibitoren
- Engineering, Angebot, Lieferung und Montage der Anlage
- Optimierung der Inhibitoren-Zusammensetzung und Minimierung der Zugabe
- Regelmäßige analytische Überprüfung der Maßnahme
- Einrichtung und Beistellung von Versuchsanlagen

## Bitte sprechen Sie uns an, wenn Sie weitere Informationen benötigen

Die Angaben dieser Druckschrift entsprechen dem heutigen Stand der technischen Kenntnisse und Erfahrungen. Sie sind keine Zusage bestimmter Eigenschaften oder Eignungen für einen konkreten Einsatzzweck und befreien den Verwender wegen der Fülle möglicher Einflüsse nicht von eigenen Prüfungen und entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen.

### **AQUAKORIN-Wasser-Technologie**

Peter Schmidt  
Zum Tal 10  
D-56288 Bell

Telefon: 06762 9369-000

Fax: 06762 9368-999

E-Mail: [info@aquakorin.de](mailto:info@aquakorin.de)

Internet: [www.aquakorin.de](http://www.aquakorin.de)

### Handelsvertretung und Servicepartner der

→ Kurita Europe GmbH

→ Mösslein Products GmbH

→ Mösslein Wassertechnik GmbH

