

# Beschichtung von trinkwasserberührten Stahlflächen mit Epoxidharzmaterialien

von Ludger Boonk

*Epoxidharzsysteme werden seit den 50er Jahren zunehmend erfolgreich für Beschichtungen im schweren Korrosionsschutz, als Funktionsbeschichtung, Laminierkunststoff und Kleber in den unterschiedlichsten Bereichen der Industrie und Bauwirtschaft eingesetzt. Neben der Beschichtung von mineralischen Flächen ist die Beschichtung von trinkwasserberührten Stahlkonstruktionen eine der speziellen Anwendungen, für die sich diese Reaktionskunststoffe bewährt haben.*

## Materialgrundlagen

Ein großer Anteil der Stahlkonstruktionen in der Trinkwasseraufbereitung wie Filterkessel, Hydrophore, Leitungen, Pumpen etc. werden gegen Korrosion und zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften, wie Erzielung glatter Oberflächen (Pumpen) und Verminderung von Inkrustationen beschichtet. Epoxidharzsysteme empfehlen sich für diesen Einsatzbereich aufgrund ihrer Baustellentauglichkeit – sie sind vor Ort gut applizierbar und problemlos zu reparieren – sowie der technischen Eigenschaften wie hohe Chemikalienbeständigkeit, ausgezeichnetes Haftvermögen, hervorragende Korrosionsschutzeigenschaften und die Bildung glatter, gut zu reinigender Oberflächen.

Neben den Epoxidharzsystemen werden je nach Anforderung Verfahren wie Ausschleudung mit zementgebundenen Systemen, Gummierungen, Emailierungen und Einbrennlackierungen verwendet, wobei die letztgenannten Verfahren technisch aufwändiger und damit in der Regel teurer sind. Emailierungen und Einbrennlackierungen sind zudem vor Ort nicht ausführbar. Rohrleitungen werden häufig auch im Wirbelsinterverfahren („Rilsanieren“) beschichtet. Eine Ausbesserung dieser Beschichtungen vor Ort, z. B. bei Montagebeschädigungen ist ebenso wie bei Emailierungen und Einbrennlackierungen als problematisch anzusehen.

Epoxidharzbeschichtungen sind zweikomponentige Reaktionskunststoffe, deren chemischer Reaktions-

mechanismus eine exakte Dosierung der Komponenten und eine hohe Homogenität der Mischung erfordert, bevor sie appliziert werden können. Es sind höhermolekulare, feste Basisharze und niedermolekulare flüssige Basisharze im Einsatz. Die daraus formulierten Beschichtungen lassen sich darüber hinaus grob in lösemittelhaltige und „lösemittelfreie“ Systeme unterteilen.

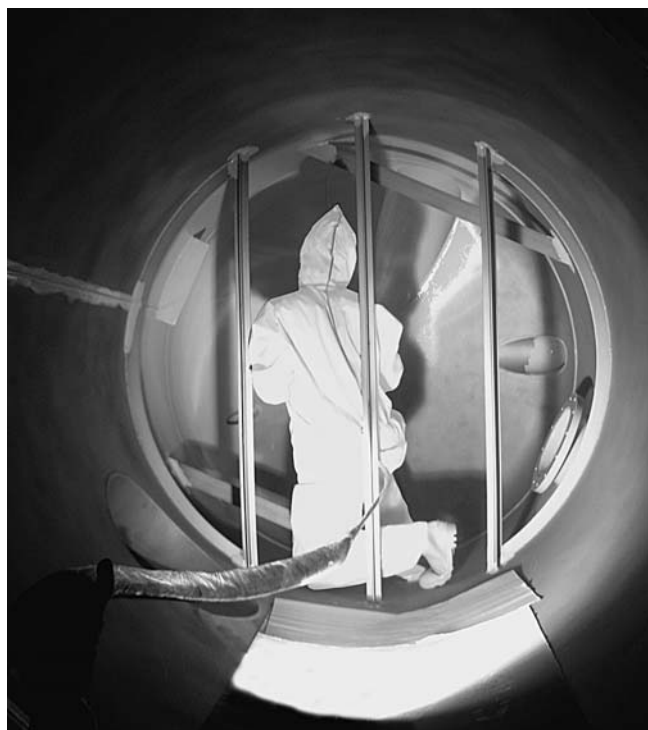
Für die Verwendung im Bereich trinkwasserberührter Flächen haben sich in den letzten Jahren zunehmend die „lösemittelfreien“ Beschichtungen etabliert, bei denen es nicht – in Abhängigkeit von Schichtstärken und Umgebungsbedingungen wie Luftaustausch und Temperaturen – zu Lösemittelretention und den sich daraus potentiell ergebenden technischen und hygienischen Problemen kommen kann.

Der Verzicht auf herkömmliche Lösemittel macht den Einsatz flüssiger Basisharze notwendig. Die daraus für den Trinkwasserbereich formulierten Beschichtungen weisen im Vergleich zu üblichen lösemittelhaltigen

Korrosionsschutzbeschichtungen eine hohe Viskosität und eine niedrige Topfzeit auf. Die einsetzbaren Rohstoffe und die Anforderungen der Beschichtungen hinsichtlich toxikologischer und hygienischer Kriterien werden durch die „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser“ des Umweltbundesamtes sowie durch das Arbeitsblatt W 270 des DVGW in engem Rahmen festgelegt.

## Allgemeine Applikationsgrundlagen

Die Applikation erfolgt neben den üblichen manuellen Verfahren wie streichen, rollen und spachteln (i. d. R. für kleinere Flächen und als Vorbereitung für Spritzapplikationen) hauptsächlich im sogenannten Heißspritzverfahren. Bei diesem Verfahren werden die Materialkomponenten separat in die Vorratsbehälter der Heißspritzanlage eingefüllt, in dieser zur Viskositätsenkung erwärmt, im richtigen Verhältnis dosiert und in isolierten und beheizten Schläuchen dem Mischer zugeführt. Dort werden die Komponenten kontinuierlich gemischt und anschließend unter hohem Druck mittels einer Spritzpistole verarbeitet. Trotz der Viskositätsreduk-



Spritzarbeiten in Behälter

tion durch die Erwärmung sind hohe Drücke notwendig, um eine ausreichende Zerstäubung des Materials zu gewährleisten.

Je nach den vorgefundenen Bedingungen wie Temperatur, notwendige Schlauchlängen und zu überwindende Höhenunterschiede (Beispiel: Wasserturm, bei dem die Heißspritzanlage üblicherweise unten, außerhalb des Wasserturmes steht) können der Druck und gegebenenfalls die Temperaturen der Komponenten innerhalb technisch sinnvoller Grenzen variiert werden, um zum gewünschten Spritzbild zu gelangen.

Neben diesen Heißspritzmaterialien sind vereinzelt Materialien auf dem Markt, die nach manueller Mischung der Komponenten mit leistungsstarken Airlessgeräten – meistens unter Zuhilfenahme von Durchflusserhitzern – verarbeitet werden können. Besonderes Augenmerk ist hier auf die begrenzte Topfzeit des angemischten Materials zu legen.

Einen hohen Stellenwert bei der Verarbeitung von Epoxidharzsystemen hat die Einhaltung und Kontrolle der vom Hersteller vorgegebenen Klima- und Verarbeitungsbedingungen. Die oftmals niedrigen Temperaturen in Trinkwasseranlagen erfordern eine besonders gute Kontrolle der Taupunktbedingungen. Die Nichtbeachtung dieser Parameter kann zu einem in jeder Hinsicht unbrauchbaren Ergebnis führen. Es empfiehlt sich daher auf Verarbeiterfirmen zurückzugreifen, die über die notwendigen Geräte und Erfahrungen mit der Beschichtung von Stahl im Trinkwasserbereich mit dem jeweiligen System verfügen.

## Untergrundvoraussetzungen

Voraussetzung für die Erstellung einer aus Korrosionsschutzgründen notwendigerweise porenfreien Beschichtung ist die beschichtungsgerechte Gestaltung und ausreichende Zugänglichkeit der Konstruktionen. Hinweise für eine beschichtungsgerechte Gestaltung finden sich in EN ISO 12944-3 und DIN 28051. Die Flächen sollten so erreichbar sein, dass alle Arbeiten in den vorgesehenen Verfahren ausgeführt, kontrolliert und auch nachgebessert werden können. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, müssen von den beteiligten Parteien Maßnahmen festgelegt werden, wie mit diesen schwer zugänglichen Stellen verfahren werden soll. Bei der Planung von Neu- oder Umbauprojekten sollte daher auf eine gute Zugänglichkeit, die oft auch die Arbeitssicherheit beeinflusst, Wert gelegt werden.

Sind enge Stutzen, kleine Flansche o.ä. notwendig, die nicht fachgerecht beschichtet werden können, empfiehlt es sich, diese in Edelstahl auszuführen oder Muffen bzw. Nippel aus Edelstahl einzuschweißen, die eine Anschlussmöglichkeit über Gewinde bieten. Bei diesen Ausführungen muss die Beschichtung vom Stahl über die Schweißnaht hinaus bis auf den Edelstahl erfolgen.

Vor Beginn der Beschichtungsarbeiten müssen die Untergründe gereinigt und aufgeraut werden. Abhängig von den Gegebenheiten sind hier verschiedene Methoden anwendbar. Das in diesem Bereich dominierende Verfahren

ist das Trockenstrahlen mit festen, scharfkantigen Strahlmitteln. Das Ergebnis sollte mindestens dem Norm Reinheitsgrad Sa 21/2 nach EN ISO 12944-4 entsprechen. Fotografische Vergleichsmuster der verschiedenen Rostgrade und der daraus resultierenden Rein-

heitsgrade finden sich im Anhang der ISO 8501 oder in der schwedischen Norm SIS 05 59 00/1967 aus der die Festlegungen übernommen wurden.

Die Oberflächenrauheit muss den Anforderungen des Materialherstellers für den Einsatzbereich genügen, in der Regel bedeutet dies für den Trinkwasserbereich eine Oberflächenrauigkeit im Bereich von  $R_{zDIN} = ISO R_{y5} > 50 \mu m$ . Eine praxisgerechte Bestimmung der Oberflächenrauigkeit ist durch Rauigkeitsvergleichsmuster nach EN ISO 8503-1 möglich und würde dort dem Segment 2 des Vergleichsmusters G für scharfkantige Strahlmittel entsprechen.

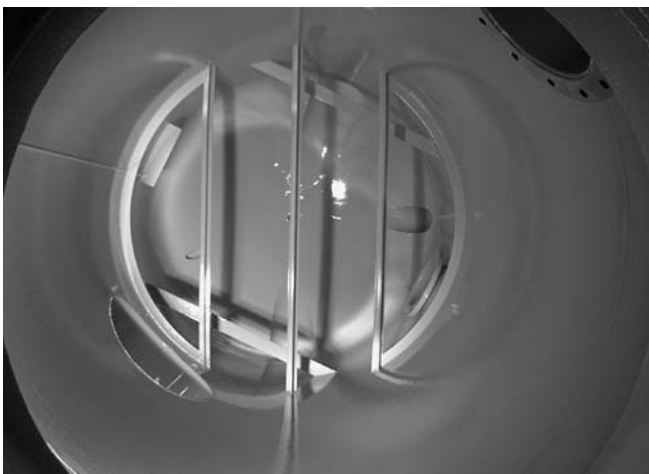
Die gestrahlten Flächen sind vor der Beschichtung durch Abblasen bei gleichzeitiger Absaugung der Umgebungsluft und Absaugen mit Industriestaubsaugern oder im Ergebnis gleichwertigen Methoden zu reinigen. Anhaltspunkte für die Beurteilung der Staubfreiheit finden sich in EN ISO 8502-3.

Die anfallenden gebrauchten Strahlmittel bzw. Strahlmittelabfälle müssen gemäß den geltenden gesetzlichen Regelungen entsorgt werden, was bei vorhandenen Altbeschichtungen zu einer Einstufung als Sondermüll und damit zu beachtlichen und zu regional sehr unterschiedlichen Entsorgungskosten führen kann.

## Durchführung der Beschichtung

Kritische Stellen wie Schweißnähte, Nieten (bei historischen Konstruktionen), spritztechnisch unzugängliche Stellen, anderweitig nicht beschichtungsgerecht gestaltete Konstruktionen (alte Anlagenteile) und auch durch Korrosion geschädigte Flächen müssen häufig mit systemzugehörigen Materialien vorbehandelt werden, bevor die eigentliche Deckbeschichtung aufgebracht wird.

Das kann ein- bis mehrmaliges Vorstreichen oder auch das Verfüllen von Vertiefungen durch Spachtelung bedeuten. Ob und in welchem Ausmaß diese Vorarbeiten notwendig sind, hängt sowohl von den vorgefundenen Gegebenheiten des zu beschichtenden Objektes, den technischen und



Fertig beschichteter Behälter

verarbeitungstechnischen Eigenschaften des Materials, (z.B. Standvermögen, Überarbeitungszeiten) als auch von den Fertigkeiten des Verarbeiters ab.

Bei allen Arbeiten müssen die klimatischen und technischen Randbedingungen eingehalten werden. Ist beispielsweise die Einhaltung der Überarbeitungszeiten, die bei diesen Systemen sehr kurz sein können, nicht sichergestellt, muss durch geeignete Verfahren wie aufrauen oder das Abstreuen mit geeigneten Feststoffen die Zwischenlagenhaftung gewährleistet werden.

Bei vorhandenen Einbauten in geschlossenen Behältern, bei komplizierten Geometrien und Vorarbeiten mit größerem Zeitaufwand ist besondere Umsicht bei der Planung der zeitlichen Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte gefordert, um die geforderten Randbedingungen einhalten zu können und nur einen geringen Flächenanteil nacharbeiten zu müssen. Wenn möglich werden störende oder schwierig zu beschichtende Einbauten demontiert.

Erschwert werden die Verhältnisse dadurch, dass die Spritzarbeiten in Schutzanzügen und unter Atemschutzmasken durchgeführt werden müssen sowie den Umstand, dass die erhöhten Temperaturen in der Heißspritzanlage eine beschleunigte Reaktion der Beschichtung bedingen. Um zu verhindern, dass die Apparatur von der Misch-einrichtung bis einschließlich Spritzpistole durch aushärtendes Material ruiniert wird, müssen die Beschichtungsarbeiten zügig und ohne Unterbrechungen durchgeführt werden, was ein eingespieltes Arbeiterteam erfordert.

## Prüfung der Beschichtung

Die Beschichtungen werden in der Regel als einschichtiges Dickschichtsystem aufgebracht. Damit entfällt der ausgleichende Effekt mehrerer Schichten und es ergeben sich oftmals größere Abweichungen von der festgelegten Trockenschichtstärke. Dieser Effekt ist besonders ausgeprägt bei kleinteiligen und engen Konstruktionen, wie z.B. unterhalb von Düsenböden. Um die Sollschichtdicke (NDFT) sicher zu errei-

chen, weist die gemittelte Schichtdicke gewöhnlich deutlich höhere Werte auf. Gegebenenfalls ist auf die Einhaltung der Höchstsichtdicke zu achten.

Während des Spritzvorganges wird die Schichtdicke des frischen Films zur Orientierung des Spritzers mit sogenannten Nassfilmkämmen kontrolliert. Diese Methode kann mit einmal verwendbaren Nassfilmkämmen auch zur Dokumentation verwendet werden, spielt aber in der Praxis nur bei der Beschichtung von mineralischen Untergründen – wegen der dort fehlenden zerstörungsfreien Schichtdickenmessmethoden für das ausgehärtete Material – eine Rolle.

Auf Stahluntergründen kann die Trockenschichtdicke (DFT) nach der Aushärtung einfach und genau mit zerstörungsfreiem magnetischen Verfahren nach EN ISO 2178 bestimmt werden. In EN ISO 2808 sind weitere Verfahren beschrieben. Eine Definition der verschiedenen Schichtdickenbegriffe findet sich in EN ISO 12944-5.

Für die Überprüfung der Porenfreiheit hat sich die Hochspannungsmethode in Anlehnung an DIN 55670 etabliert. Dabei ist, abhängig von der Geometrie des zu beschichtenden Objektes, davon auszugehen, dass bei einer Erstprüfung zunächst Poren gefunden werden, die mit geeigneten Methoden ausgebessert werden müssen. Über das tolerierbare Ausmaß der nachzubessernden Stellen müssen gegebenenfalls Absprachen getroffen werden.

Die weitergehende Beurteilung der Oberflächengüte findet visuell statt und beinhaltet Parameter wie Oberflächenverlauf, Sacker, Schmutzeinschlüsse, Gleichmäßigkeit des Auftrages und das Gesamterscheinungsbild. Beim Gesamteindruck der Beschichtung ist zu beachten, dass es sich nicht um dekorative Beschichtungen handelt, deren Oberflächen und Funktionseigenschaften mit einer breiten Palette von Additiven und anderen Formulierungsbestandteilen beeinflusst werden können, sondern um Funktionsbeschichtungen mit den Schwerpunkten Korrosionsschutz und Trinkwassertauglichkeit, deren Formulierungsmöglichkeiten durch die „Epoxidharzleitlinie“ und die hygienischen Anforderungen stark eingeschränkt sind.



**Porenprüfung der Beschichtung in einem historischen, genieteten Stahlbehälter**

## Zusammenfassung

Epoxidharzbeschichtungen sind baustellentaugliche Beschichtungssysteme mit guten Gebrauchseigenschaften für den Trinkwasserbereich. Die Verarbeitung erfordert von der Oberflächenvorbereitung bis zur Prüfung der Beschichtung sorgfältiges und problembewusstes Arbeiten unter genauer Einhaltung der jeweiligen Verarbeitungsvorschriften und Klimabedingungen. Dabei ist die Gleichmäßigkeit und die Gesamtqualität der Beschichtung innerhalb der materialspezifischen Grenzen eines Beschichtungsmaterials in hohem Maße von den Fertigkeiten und den Erfahrungen der Verarbeiter mit diesem Material abhängig.

Autor: Dr. Ludger Boonk, Dipl.-Chemiker, Vorrink Stahl- u. Betonschutz, GmbH & Co. KG, Marschallstraße 6, D-48599 Gronau, Tel. (0 25 62) 70 07-32, Fax (0 25 62) 70 07-88, E-Mail: boonk@vorrink.de, www.vorrink.de.