

# Beschichtung von Trinkwasserbehältern mit Epoxidharzmaterialien

*Bei der Sanierung von Trinkwasserbehältern werden neben mineralischen Systemen auch Beschichtungssysteme mit Erfolg eingesetzt, die durchgängig auf Zwei-Komponenten-Epoxidharzmaterialien beruhen.*

Epoxidharzbeschichtungen haben sich seit Jahrzehnten als Korrosionsschutz- und Gebrauchsbeschichtung auf mineralischen und metallischen Untergründen bewährt. Die dichten, glatten und hoch chemikalienresistenten Oberflächen eignen sich technisch hervorragend für den Einsatz in Trinkwasserbehältern. Mit der „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzen im Kontakt mit Trinkwasser“ des Umweltbundesamtes werden, über die bekannteren „KTW Empfehlungen“ hinausgehend, die bislang höchsten und umfangreichsten Anforderungen in Deutschland an diese Beschichtungsmaterialien in Bezug auf ihre Trinkwasser-eignung gestellt.

## Zustandsanalyse und Kostenschätzung

Idealerweise beginnt die Planung einer Sanierung mit dem Zusammentragen möglichst vieler Informationen über den zu sa-

nierenden Behälter. Die so genannte Zustandsanalyse sollte den konstruktiven Aufbau, technische und bauliche Probleme der Vergangenheit und den momentanen Zustand beleuchten. Dazu sind, so weit vorhanden, ursprüngliche Bauunterlagen, Unterlagen über zwischenzeitlich durchgeführte Sanierungen und verwendete Beschichtungsmaterialien, die örtlichen Gegebenheiten, soweit diese in Bezug auf eine Sanierung relevant sind, und das Wissen des Betriebspersonals über die momentanen und länger zurückliegenden Auffälligkeiten des Behälters heranzuziehen.

Der optische Eindruck der Oberfläche gibt oftmals schon weiteren Aufschluss über technische Probleme des Behälters, wie beispielsweise Aufwachsungen, Auswaschungen, Abplatzungen, Blasen, Risse und korrodierende Bewehrungen (**Abb. 1**). Hohlliegende Flächen können durch Abklopfen erkannt werden. Weiter gehende

Untersuchungen wie z.B. Haftzugprüfungen, Druckfestigkeitsprüfungen, Deckung der Betonbewehrung und Alkalität der oberflächennahen Schichten ergänzen das Bild, sind aber mit einem höheren Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Es ist sinnvoll, nach der ersten optischen Begutachtung zu entscheiden, welche Parameter man für die weitere Planung überprüfen möchte und in welcher Tiefe und damit verbundenem Aufwand diese Analysen sinnvoll durchzuführen sind. Reicht bei einem Behälter auf Grund seines Zustandes eine Untersuchung auf niedrigem Niveau, möchte man spezifische Untersuchungen stichprobenweise durchführen oder hält man zur möglichst genauen Kostenbestimmung eine aufwändige flächige Untersuchung mit einem detaillierten Untersuchungsplan und Probestrahungen für notwendig?

Je weniger Daten erhoben werden, umso höher bleiben je nach Zustand des Behälters und Auffälligkeit der Schäden die Restrisiken bezüglich des Umfangs des Sanierungskonzeptes und damit der Gesamtkosten der Maßnahme. Daher ist möglichst frühzeitig eine objektgebundene Kosten-/Nutzenabwägung durchzuführen und zu entscheiden, wie viel Untersuchungsaufwand zu welchem Zeitpunkt in die Zustandsanalyse zu investieren ist. Hilfreiche Fragestellungen können sind dabei u.a.:

- Ist der konstruktive Aufbau bekannt, und welche Auswirkungen haben die möglichen Alternativen auf das Gesamtkonzept?
- Deuten sich konstruktive Fehler als Ursache für Schadstellen an?
- Sind z.B. Putzlagen oder andere Schichten vorhanden, die gegebenenfalls zu entfernen sind, und welche Qualität weist der darunter befindliche Aufbau auf?

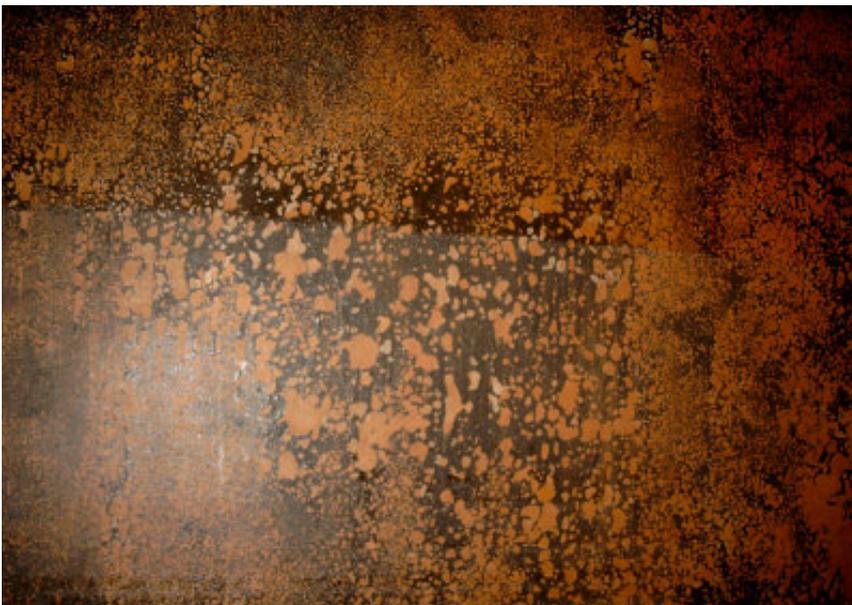


Abb. 1: Behälteroberfläche mit Beschichtungsresten

Quelle: Vorrink Stahl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG

- Ist bekannt ob die Flächen homogen sind oder verschiedene Verfahren und Materialien zur Verwendung kamen?
- Bis zu welcher Tiefe sind die Oberflächen aufgeweicht oder geschädigt?
- Sind die Fragen der Standsicherheit geklärt?
- Sind vorhandene Beschichtungen hinsichtlich des Arbeitsschutzes relevant?
- Sind finanzielle Mittel für zusätzliche Maßnahmen verfügbar, wenn sich ihre Notwendigkeit erst zu einem späteren Zeitpunkt ergibt?

Die Erfahrung zeigt, dass die Behälter oftmals nur für eine orientierende Zustandsanalyse kurz außer Betrieb genommen werden und anschließend in der Zeit zwischen Zustandsanalyse und Ausführung der Sanierung in Betrieb sind. Es bleibt daher oft, vor allem bei kleineren Behältern, bei einer Beurteilung auf einfachem und schnell durchzuführendem Niveau.

Einen weiteren wesentlichen Aspekt der Gesamtkosten stellen die Strahlarbeiten und die sich daraus ergebenden Folgen dar. Hier sind zum einen die Strahlzeit und der anfallende Strahlabfall mit den resultierenden Entsorgungskosten und zum anderen die Wirkung des Strahlvorganges auf die Oberflächenstruktur des Untergrundes und der damit erforderliche Egalisierungsaufwand der Oberfläche zu nennen.

Bei homogenen und auf Grund ihres Zustandes und Aufbaues gut zu beurteilenden Untergründen können die zu erwartenden Kosten durch Erfahrungswerte, sicherer aber durch Probestrahlungen in unterschiedlichen Behälterbereichen angenähert werden. Je weniger die vorliegenden Informationen den realen Behälterzustand beschreiben, umso gravieren-

der sind die Abweichungen vom erwarteten Zustand, wenn der Behälter gestrahlt ist.

Nach dem Strahlen sind die Untergründe in ihrer Gesamtheit am besten zu beurteilen, da die Unterschiede in der Bausubstanz wesentlich deutlicher zu Tage treten (**Abb. 2**). Beispielsweise sind bereits in der Vergangenheit sanierte oder überarbeitete Flächen von der ursprünglichen Bausubstanz zu unterscheiden. Auch Unterschiede in der Festigkeit des Untergrundes und andere Fehler treten durch die Belastung des Strahlens deutlich hervor.

Führt man Teile der Zustandsanalyse nach den Strahlarbeiten durch, hat man die Vorteile einer bereits eingerichteten Baustelle und kann mit relativ wenig zusätzlichem Aufwand die Prüfungen effektiv an den kritischen und aussagefähigen Punkten durchführen. Das spart in diesem Bereich Kosten.

Bei dieser Vorgehensweise ist es notwendig in der Ausschreibung Eventualpositionen vorzusehen, um einen Kostenrahmen für unter Umständen notwendig werdende Zusatzleistungen, wie z.B. Stemmarbeiten oder eine aufwändigere Egalisierung des Untergrundes, abschätzen zu können.

### Einrichtung der Baustelle

Die Ausführung der Sanierungsmaßnahmen beginnt mit der Einrichtung der Baustelle unter den Aspekten Arbeitssicherheit (Zugänglichkeit, Belüftung, Gerüste, Notfallmaßnahmen) sowie -Nutzung vorhandener Einrichtungen bzw. Schaffung notwendiger Einrichtungen (z.B. sanitäre Anlagen, Lager- und Stellplätze für Gerät und Material) mit den je nach Gegebenheiten erforderlichen Randbedingungen für das Material und den Gewässerschutz (z.B.



Abb. 2: Behälterflächen nach dem Strahlen

Lagertemperaturen, Auffangvorrichtungen für Kompressoren und Material.

Ein wichtiger Punkt ist die Abschottung von Umwelt und Anlagenteilen gegen Staubbelastungen aus der Baustelle durch den Einsatz von Staubschleusen und Absauganlagen mit entsprechenden Filtereinrichtungen.

### Strahlen des Untergrundes

Die Vorbereitung des Untergrundes erfolgt bei Epoxidharzsystemen in der Regel durch konventionelles und vergleichsweise schonendes Trockenstrahlen, bei dem

Quelle: Vorrink Stahl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG

**Es gibt nicht viele, die Daten so behandeln wie wir!**

**UNIMOS** Datensammler – die universale Lösung zur Analyse von Wasserverlusten. Permanent installiert, überträgt es die Daten über das örtliche Telefonnetz und das GSM-Netz (D1/D2), und das mit einer Batterie-Lebensdauer von über fünf Jahren.

UNIMOS ermöglicht auch den mobilen Einsatz zur flexiblen Datenaufzeichnung. Unabhängig von Ort und Stromanschluss zeichnet er Impuls- und Druckwerte rund um die Uhr auf.

Mit umfangreicher Auswerte-Software und im Zusammenspiel mit AquaMaster, dem ersten Magnetisch-Induktiven Durchflussmesser mit einer 3-Jahres-Batterie, wird er unschlagbar.

Vom handlichen preiswerten Gerät bis hin zur mehrkanaligen Technik und der GSM-Datenübertragung, bieten wir UNIMOS in einer breiten Auswahl. Und Wasserverluste haben keine Chance.

[wasserverluste@de.elster.com](mailto:wasserverluste@de.elster.com)



# Wasserverluste?

ELSTER Messtechnik GmbH Otto-Hahn-Str. 25 68623 Lampertheim  
Tel. 06206/933-0 Fax 06206/933-100 [www.elstermesstechnik.com](http://www.elstermesstechnik.com)

**ELSTER**

Die Bessermesser.

dünnere Schichten wie Zementschlämme, Zementhaut, Anstriche, Verschmutzungen und ausgelaugte Oberflächenschichten entfernt werden. Auslaugungen des Untergrundes und lokal tief gehendes Abtragen der Oberfläche, wie es bei Hochdruck- und Höchstdruckwasserstrahlen vorkommen kann, treten systembedingt nicht auf und der zusätzliche Eintrag von Feuchtigkeit wird vermieden.

Der Oberflächenabtrag ist bei einem neuen oder wenig angegriffenen mineralischen Untergrund gering, kann aber bei stark an-

gegriffenen Untergründen bis zu mehreren Millimetern betragen. Gegebenenfalls müssen mürbe, schlecht haftende Putzschichten oder andere Auskleidungen vor dem Strahlen durch mechanische Verfahren entfernt werden. Fragen der Standsicherheit sind von fachkundiger Seite zu überprüfen.

In einer Vielzahl der Fälle handelt es sich allerdings um reine Oberflächeninstandsetzungsmaßnahmen, die keinen negativen Einfluss auf die Standsicherheit haben. Die zusätzliche Gewichtsbelastung durch die-

se Art der Oberflächenvergütung ist vernachlässigbar klein.

Da die Durchführung der Strahlarbeiten im Wesentlichen die Kosten der Entsorgung und den anschließenden Aufwand der Instandsetzung bestimmt, ist es von Vorteil, wenn der ausführende Strahler die Anforderungen des Sanierungsmaterials an den Untergrund beurteilen kann, um diesen optimal, d.h. gleichmäßig und ohne übermäßigen Abtrag vorzubereiten.

Während der Arbeitspausen z.B. über Nacht und an den Wochenenden können die Behälter aktiv getrocknet werden, um den Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes auf das erforderliche Maß zu reduzieren. Bei kleineren Behältern mit entsprechend kurzen Strahlzeiten oder ungünstigen Verhältnissen müssen möglicherweise zusätzliche Trocknungszeiten eingeplant werden.

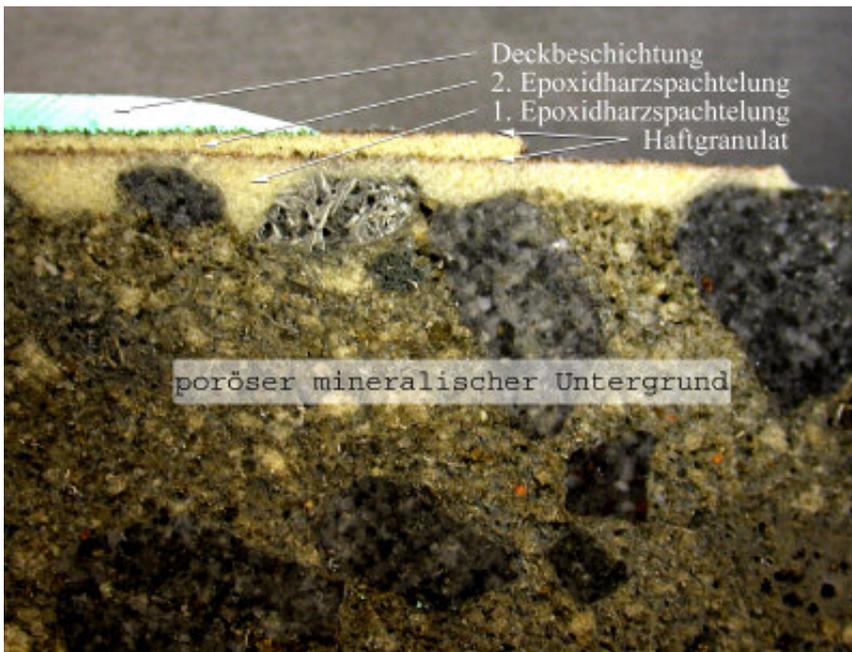


Abb. 3: Aufbau eines durchgängig auf Epoxidharzen aufgebauten Beschichtungssystems

Quelle: Vornirik Stähl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG

## Entsorgung der angefallenen Strahlmittel

Nach dem Strahlen beschichteter Behälter ist eine repräsentative Probe des Strahlgutes auf deponierelevante Parameter zur Festlegung des Entsorgungsweges durchzuführen. Handelt es sich um unbeschichtete Untergründe, kommt man in der Regel mit einer vom Hersteller des verwendeten Strahlgutes zur Verfügung gestellten Strahlmittelanalyse aus, um eine schnelle und kostengünstige Entsorgung zu erreichen.

Da eine Analyse der Strahlmittelrückstände sowie die Suche nach einer passenden Entsorgungsmöglichkeit Zeit erfordern, müssen die Strahlmittelrückstände bis zur endgültigen Entsorgung zwischengelagert werden. Vorab durchgeführte Probestrahungen und die Analyse des dabei angefallenen Strahlgutes können gute Hinweise auf anfallende Mengen und mögliche Entsorgungswege geben.

## Prüfung des gestrahlten Untergrundes

Nach dem Strahlen und Reinigen des Behälters erfolgt als Ergänzung und Verifizierung der gegebenenfalls im Vorfeld durchgeführten Zustandsanalyse zunächst eine Sichtprüfung, um die Untergrundvorbereitung und den allgemeinen Zustand des Behälters zu kontrollieren. Dabei wird der noch durchzuführende Mess- und Prüfaufwand festgelegt.

Die Regeluntersuchungen enthalten die Parameter Oberflächenzugfestigkeit, ge-



Abb. 4: Betondecke nach einmaliger Spachtelung mit Epoxidharzspachtel

Quelle: Vornirik Stähl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG



Abb. 5: Applikation von lösemittelfreier Epoxidharzbeschichtung im Heißspritzverfahren

Quelle: Vorrink Stahl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG

gebenfalls Haftung vorhandener Putzschichten zum Untergrund, Druckfestigkeit, Untergrundfeuchtigkeit und Hohlstellen. Die Prüfung der Betondeckung und der Carbonatisierungstiefe sind in Bezug auf den Korrosionsschutz der Bewehrung von untergeordneter Bedeutung, da die Beschichtung die Bewehrung gegen den Zutritt von korrosionsfördernden Medien ausreichend dicht abschließt. Für die Beurteilung der Standsicherheit sind andere Kriterien anzulegen.

Wenn anhand der durchgeführten Prüfungen die erforderlichen Randbedingungen sichergestellt sind, können die Arbeiten fortgesetzt werden. Andernfalls müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden.

### Bedingungen für eine dauerhafte Ausführung

Bei den folgenden Arbeitsschritten sind die klimatischen Bedingungen im Behälter wie Untergrundtemperatur, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Taupunkt die maßgeblichen Kriterien, die fortlaufend mit geeigneten Methoden zu überprüfen und zu dokumentieren sind. Die Einhaltung dieser Bedingungen und die Sicherstellung der Zwischenlagenhaftung über eine funktionstüchtige Abstreung stellen ein dauerhaftes Ergebnis sicher.

### Beschichtungsgerechten Untergrund

Die verwendeten Materialien müssen neben der technischen Eignung aus dem ab-

geprüften Gesamtsystem stammen oder über aktuelle materialspezifische Prüfungen für die Zulässigkeit der Verwendung im Kontakt mit Trinkwasser verfügen. Größere Ausbrüche, Kiesnester und gegebenenfalls lokal entfernte Untergrundpartien werden mit einem Epoxidharzmörtel nach Primerung des Untergrundes verschlossen und oberflächenbündig abgearbeitet. Offenliegende Bewehrungen werden, sofern das Ausmaß nicht statisch relevant ist, durch Beschichten mit Epoxidharz gegen Korrosion geschützt. Bei statischer Relevanz müssen die sich daraus ergebenden Maßnahmen durchgeführt werden.

Um die Porigkeit des mineralischen Untergrundes zu minimieren und gleichzeitig die Oberfläche zu ebnen, wird bei neuen und geringfügig geschädigten Oberflächen eine zweifache Spachtelung mit einem lösemittelfreien Epoxidharzspachtel aus einem nach UBA-Leitlinie abgeprüften System aufgetragen. Zur Sicherstellung der Zwischenlagenhaftung zu den nachfolgenden Schichten werden bis auf die Deckbeschichtung alle aufgetragenen Schichten im frischen Zustand mit einem Haftgranulat abgestreut (Abb. 3). Bei tiefergehendem, flächigem Abtrag kann eine großflächige dritte Spachtelung erforderlich sein, um den Untergrund gut zu egalisieren und abzuschließen.

Vornehmlich die Schichtdicke der ersten Spachtelschicht ist lokal wegen der Un-

ebenheiten des Untergrundes sehr unterschiedlich und kein Parameter, an den Anforderungen zu stellen sind. Sinn und Zweck der Spachtelungen ist die Herstellung einer dichten und geglätteten Oberfläche als Untergrund für die Deckbeschichtung. Wegen der relativ geringen Schichtdicke wird die gespachtelte Oberfläche im Wesentlichen die vorhandene Welligkeit der ursprünglichen Oberfläche abbilden (Abb. 4).

### Aufbringen der Deckbeschichtung

Für Decken-, Wand- und Stützenflächen erfolgt die Deckbeschichtung üblicherweise im Heißspritzverfahren mit thixotropen Materialien, die in den aufzubringenden Schichtstärken von ca. 500-1.000 µm nicht ablaufen. In diesem Verfahren wird das lösemittelfreie Material zur Viskositätserniedrigung auf etwa 60 bis 70°C erwärmt, damit es unter hohem Druck spritzbar ist. Die Materialkomponenten werden getrennt bis zu einem Statikmischer geführt, dort kontinuierlich maschinell gemischt, und gelangen dann über den so genannten Spritzschlauch zur Spritzpistole, mit der das Material appliziert wird (Abb. 5). Neben diesem Verfahren ist die Applikation im Airlessverfahren bei Bedarf unter Verwendung von Materialheizungen denkbar, aber für lösemittelfreie Systeme im Trinkwasserbereich bisher nicht so verbreitet.

Im Bodenbereich werden in der Regel fließfähige Harze eingesetzt, deren einzelne Schichten bis auf die Deckbeschichtung im Überschuss mit getrocknetem Quarz-

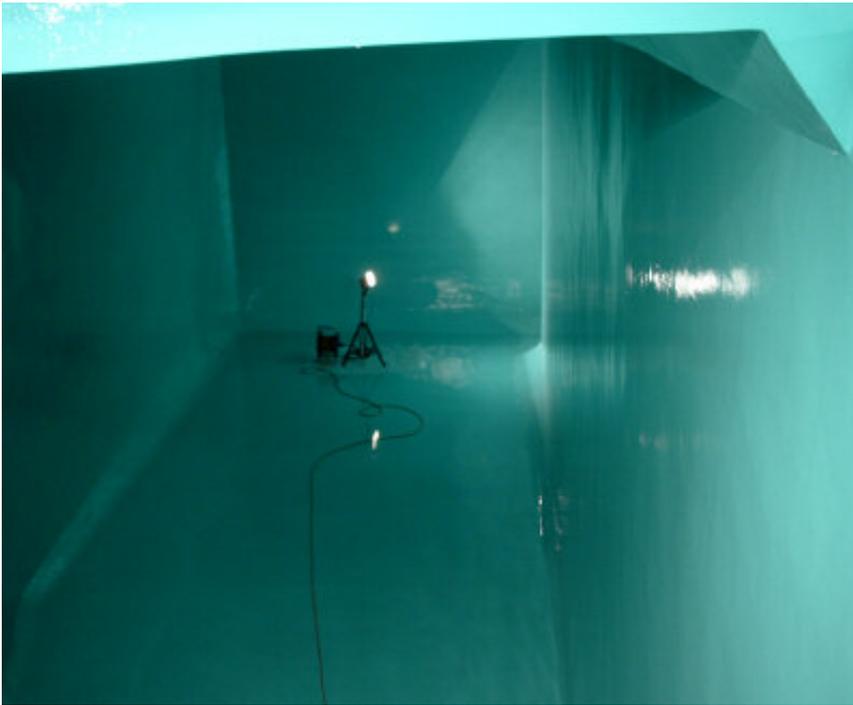


Abb. 6: Fertig gestellte Trinkwasserbeschichtung auf Epoxidharzbasis

sand abgestreut werden, um die Zwischenlagenhaftung sicherzustellen.

**Abschluss und Kontrolle der Maßnahmen**

Nach visueller Prüfung und Nacharbeitung eventueller Fehlstellen muss das Material gewöhnlich sieben Tage bei ca. 20°C aushärten (Abb. 6). Die Abnahme der Beschichtung erfolgt durch Inaugenscheinnahme der Oberfläche sowie

durch die Prüfung der erstellten Dokumentation. Die Schichtstärke der Deckbeschichtung wird beim Applizieren durch eine Nassschichtstärkenmessung und durch Nachweis der verarbeiteten Materialmenge kontrolliert. Nach Härtung der Beschichtung ist eine Schichtdickenprüfung nur noch destruktiv durch Aufbohren möglich, was entsprechende Ausbesserungsarbeiten nach sich zieht. Haftzugprüfungen des ausgehärteten

Systems sind wegen der ausgezeichneten Haftung von Epoxidharzen auf unterschiedlichsten Untergründen unüblich, Voraussetzung ist allerdings die sichere Einhaltung der genannten Untergrund- und Klimabedingungen (Abb. 7). Die Kontrolle der Zwischenlagenhaftung der einzelnen Schichten erfolgt besser durch die flächige Kontrolle der Haftung des eingeblasenen Haftgranulates in den jeweiligen Schichten als durch die Prüfung der Haftzugfestigkeiten an sehr kleinflächigen Einzelstellen. Eine weitere Möglichkeit, um die prinzipiell richtige Verarbeitung nachweisen zu können, ist die Prüfung im Behälter mitbeschichteter Betonplatten.

Abschließend wird der fertig gestellte Behälter einer Erstreinigung und Desinfektion unterzogen. Dabei sind die Angaben der Materialhersteller zu berücksichtigen. Nach Beprobung und Freigabe steht der Behälter dem Betreiber ohne weitere Wartezeiten wieder zur Verfügung.

**Zusammenfassung**

Mit geeigneten Epoxidharzen können Trinkwasserbehälter dauerhaft mit optisch ansprechenden und sehr glatten Oberflächen ausgestattet werden. Die hohe Resistenz der Beschichtungen ermöglicht eine unproblematische Reinigung und Desinfektion, ohne dass es zu negativen Einflüssen an der Oberfläche kommt.

Entscheidend für eine auf die Gegebenheiten des Behälters zugeschnittene Gesamtmaßnahme ist eine gründliche Zustandsanalyse, aus der sich die erforderlichen Maßnahmen sowie Prüf- und Dokumentationsanforderungen ergeben. Eine sorgfältige Ausführung unter Einhaltung der materialspezifischen Randbedingungen, die mit einfachen Mitteln und eindeutig zu kontrollieren sind, stellt die Dauerhaftigkeit der aufgetragenen Systeme sicher.

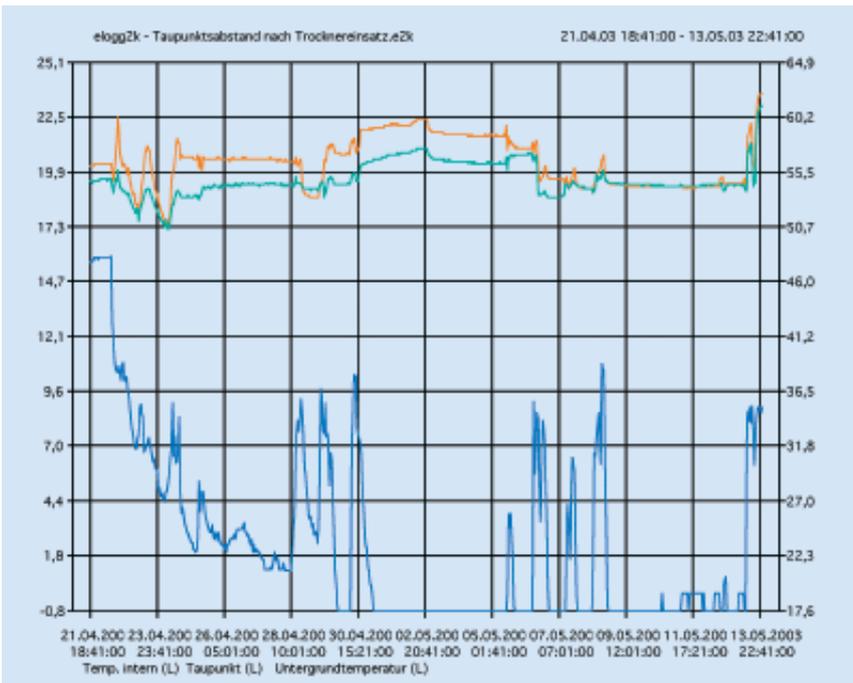


Abb. 7: Klimaüberwachung mittels Datenlogger, Taupunktabenkung durch Trocknerereinsatz blau: Taupunkt orange: Lufttemperatur; grün: Untergrundtemperatur

Quelle: Vorrink Stahl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG

Quelle: Vorrink Stahl- u. Bodenschutz GmbH & Co. KG

**Autor:**  
 Dr. Ludger Boonk, Dipl.-Chemiker  
 Vorrink Stahl- u. Bodenschutz  
 GmbH & Co. KG  
 Marschallstraße 6  
 48599 Gronau  
 Tel.: 02562 7007-32  
 Fax: 02562 7007-88  
 E-Mail: boonk@vorrink.de  
 Internet: www.vorrink.de

## **1/1 Anzeige Legionellen**