

Sanierung von Beton

Autor(en): **Kies, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 24

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85482>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sanierung von Beton

Viele Bauwerke aus Beton sind heute im Zuge der Instandsetzung durch den Maler nicht mehr mit einem üblichen Überholungsanstrich zu renovieren, besonders dann nicht, wenn die Eisenarmierung freiliegt. Solche Flächen müssen besonders sorgfältig geprüft werden, wenn eine echte Sanierung und nicht nur eine Notlösung zustande kommen soll.

So ist bekannt, dass *Eisen und Stahl* in einem *alkalischen Medium nicht rosten*. Bei neuem Beton liegt dieser Zustand vor. Schäden durch *Sprengwirkung von Rost* sind immer in der Aufhebung des alkalischen Mediums begründet. Dieser *Neutralisierungsvorgang* und die *Überführung in einen sauren Bereich* sind zeitlich abhängig von der Betongüte und der Beanspruchung durch Witterung und Umwelt. Kohlensäure-, chlor- und sulfathaltige Wässer, die hauptsächlich diese Auswirkungen verursachen, können je nach verwendeter Beton- und Zementart zu oft schnellen pH-Verschiebungen führen. Auch die Beschaffenheit der Betonoberfläche – z. B. viele Lunkerstellen, feine Haarrisse, starke Saugfähigkeit – sind ausschlaggebend. Je dichter eine Betonoberfläche gegen Wassereinwirkung ist, um so beständiger wird sie sich erweisen. Die Erfahrung hat gezeigt: das *Neutralisierungsproblem* ist in erster Linie ein *Abdichtungsproblem*. Somit hängt die Erhaltung der Betonalkalität vom guten Feuchtigkeitsschutz ab. In trockengehaltenem Beton, der nur durch Gase beeinflusst wird, finden nur noch minimale Neutralisations- und Umkristallisationsprozesse statt. Ein Sanierungserfolg wird demnach nur erzielt, wenn es gelingt, die freiliegende Eisenarmierung in ihr alkalisches Medium zurückzuführen. Und dazu eine gute Abdichtung durch geeignete Anstrichstoffe erfolgt.

Schäden

Feinrissbildungen in Betonoberflächen und -beschichtungen

Diese Rissbildungen entstehen vorwiegend auf Glattbeton-Oberflächen und sind mit dem Auge oft nicht erkennbar. Wird die Oberfläche jedoch nass gemacht, heben sich die Risse deutlich ab. Entstanden sind die Anstrichschäden, weil beim Erstanstrich die Rissbildung in der Oberfläche nicht vorlag oder aber nicht beachtet wurde. Folglich wurden keine Anstrichstoffe, die für die Rissüberbrückung konzipiert sind, angewandt. An den Rissen drang Wasser ein und durchfeuchtete den Anstrichuntergrund. Haftungsstörungen sind die Folge, die nun teilweise oder auf ganzer Fläche vorliegen. Altanstriche dieser Art sind in ihrer Tragfähigkeit fragwürdig und sollten eingehend geprüft werden (Klebeband-Abrissprobe). Bei unbefriedigender Haftung sind sie restlos zu entfernen.

Problemlösung: Beim Erneuerungs- wie auch beim Erstanstrich müssen die Betonflächen mit einem Lösungsmittelhaltigen Imprägniergrund (Tiefgrund) vorbehandelt werden. Nur so ist es möglich, derartige Oberflächen zu egalisieren und die einwandfreie Haftung der nachfolgenden Beschichtungen zu erreichen.

Gutes Haftvermögen ist eine der wichtigsten Anforderungen an ein rissüberbrückendes Beschichtungssystem, denn durch die Zug-



Durch Bindemittelanreicherung in der Oberfläche und unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten von Beton- und Oberfläche (Sinterhaut) entstehen Risse, die durch einen normalen Anstrich durchgehen und zu Abblätterungen führen

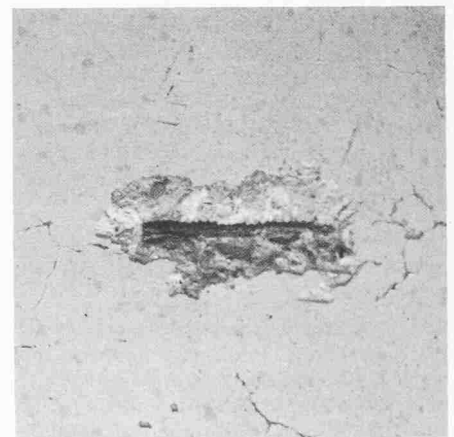


Bei ungenügend abgedeckter Bewehrung entstehen durch thermische Belastungen Volumenveränderungen, die zur Rissbildung führen

beanspruchung, die mit wechselnder Temperatur auftritt, entsteht im Rissbereich eine starke Schwerkirkung. Wurde der falsche Grundanstrichstoff gewählt, besteht immer die Gefahr, dass später die darüberliegenden Beschichtungen abblättern oder abplatzen. Nach dem Stand der Technik sind im Lösungsmittel gelöste unverseifbare Harze am besten geeignet. Sie haben sich auch in der Praxis bewährt.

Beim Zwischen- und Schlussanstrich ist für die Rissüberbrückung die Materialmenge und die Verwendung eines elastischen Anstrichsystems von ausschlaggebender Bedeutung. Nur wenn die Schicht genügend dick ist, reicht das Volumen für die Dehnung. In der Regel genügen zwei elastische Anstrichschichten mit einer Materialverbrauchsmenge von ca. 500 bis 600 g/m² insgesamt.

An die Elastizität des Anstrichstoffes ist folgende Anforderung zu stellen: Sein Dehverhalten muss weit über dem Ausdehnungs-



An Rissen eindringende Feuchtigkeit löst Vorgänge aus, die zum Abbau der Alkalität führen. Das verursacht Rostschäden an der Bewehrung. Die Volumenvergrößerung bei Rostung sprengt dann die Betonteile im unmittelbaren Bereich der Bewehrung ab



Abgesprengte Betonteile über der Bewehrung müssen sorgfältig entfernt werden, damit die Bewehrung durch anstrichtechnische Behandlung vor weiterer Korrosion geschützt werden kann

koeffizienten der Betonteile liegen. Nur dann ist gesichert, dass von aussen einwirkende Einflüsse auf Dauer ferngehalten werden.

Rissbildung im Verlauf der Bewehrung

Bei sehr feinen Rissen, die noch keine Rostfahnen aufweisen, ist meist noch keine Sprengwirkung durch Korrosion der Bewehrung eingetreten. Es empfiehlt sich aber auch dann, die Bewehrung sorgfältig zu prüfen. Stichproben durch Freilegung geben Aufschluss.

Problemlösung: Vorarbeiten und Grundanstrich erfolgen wie zuvor beschrieben. Für die Zwischen- und Schlussbeschichtung ist jedoch wegen der Rissart eine Erhöhung der Schichtdicke erforderlich. Meist genügen zwei elastische Zwischenbeschichtungen mit einem Mindestmaterialverbrauch von insgesamt 600 g/m^2 und zwei elastische Schlussbeschichtungen mit einem Mindestverbrauch von ca. 500 g/m^2 .

Schäden im Verlauf der Bewehrung mit Absprengungen.

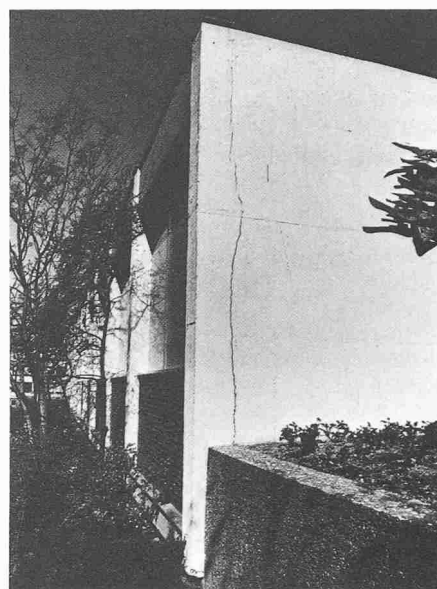
Bewehrungen, die durch Absprengungen der Betonoberfläche freiliegen, können verschiedene Grade der Korrosion aufweisen. Bei starker Hinterrostung sollte eine Freilegung der Bewehrung erfolgen. In Extremfällen kann die Bewehrung sogar durch starke Hinterrostung herausgedrückt sein. Weil damit meist starke Dimensionsverluste und u.U. veränderte Werte in der Biege-Zugfestigkeit des Bauteils verbunden sind, sollten

bei tragenden Elementen die statischen Verhältnisse von einem Fachmann begutachtet werden.

Problemlösung: Die freiliegenden Bewehrungen müssen unbedingt so gut wie möglich entrostet werden. Dann sind Metall und die im Bewehrungsbereich liegenden und vorge reinigten Betonflächen mit einem stark alkalisch reagierenden Material zu behandeln. Versuche mit mineralischen Mörteln oder Zementschlämmen, die sich für diesen Zweck anbieten würden, ergaben bei Langzeitversuchen nicht den erwarteten Erfolg. Es gab Haftungsprobleme und neue Absprengungserscheinungen.

Erst die Entwicklung neuer und gegen Alkalien beständiger, also unverseifbarer Spezialprodukte auf Basis kopolymerer Akrylharze brachten in Verbindung mit Zement die erforderliche alkalische Dauerreaktion, die erneute Rostbildung verhindert. Auch die Haftungsprobleme wurden damit gelöst. Eine Mischung aus einem Teil dieses Werkstoffes (ein Spezialkleber), einem Teil Portlandzement und 0,5 Teilen Wasser ergeben eine schlämbare Mischung, die zweimal aufgetragen wird. Vorarbeiten und Grundanstrich sind wie beschrieben durchzuführen.

Arbeitsablauf: Nach der Entfernung nicht tragfähiger Altanstriche, loser Betonteile und der Entrostung der Bewehrung wird das Metall porenfrei geschlämmt. Die abgesprengten Betonteile werden beigearbeitet mit einem Kunstharzmörtel aus folgenden Bestandteilen: drei Teile Spezialkleber, ein Teil Quarzsand und ein Teil Zement. Erst dann folgt der Grundanstrich mit Imprägniergrund. Zusätzlich werden die Betonflächen, die durch Rost verfärbt sind, mit pigmentiertem Imprägniergrund behandelt. Falls nur wenige Risse in der Betonoberfläche sind, folgt eine Teilarmierung: Über den Rissen Armierungsbasis in ca. 40 cm Breite satt auflegen. Polyester-Elastikgewebe mit

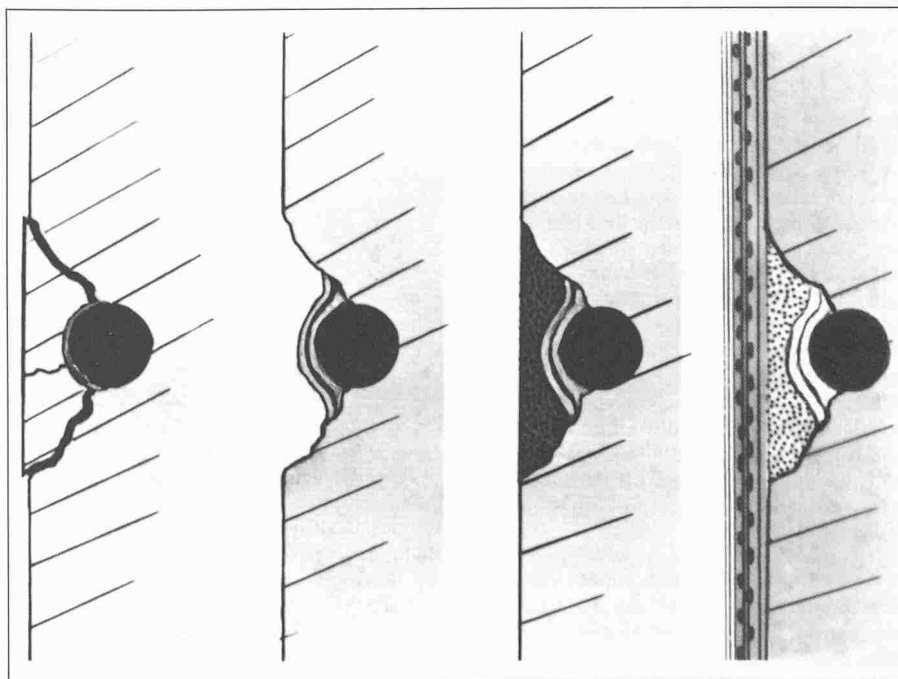


Bei baudynamischen Rissen ist mit ständiger Bewehrung zu rechnen. Risse dieses Kalibers sind nur mit doppelter Gewebeamierung zu überbrücken

dem roten Faden in ca. 40 cm Breite über dem Rissverlauf leicht andrücken. Nach Trocknung mit Armierungsbasis überstreichen, bis das Gewebe nicht mehr sichtbar ist. Anschliessend ein Anstrich mit Armierungsbasis auf ganzer Fläche. Verbrauch insgesamt $400 \text{ bis } 500 \text{ g/m}^2$. Ist die Gesamtfläche von vielen Rissen durchzogen, empfiehlt sich eine Vollarmierung, wie später beschrieben wird. Den Abschluss bilden zwei elastische Schlussbeschichtungen mit einer Mindestverbrauchs menge von 500 g/m^2 .

Tiefergehende Risse und grössere Schäden durch Korrosion der Bewehrung

Risse dieser Art können auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sein. Die häufigsten sind thermische Spannungen in der Be-



Sanierungsablauf (schematisch; von links nach rechts).

1. Rostbildung an der Bewehrung verursacht Absprengungen der Betonoberfläche.
2. Die Bewehrung ist mit einer Mischung aus einem Spezialkleber und Zement vorzuschlämmen.
3. Aufgefüllt wird mit einer Mischung aus dem Spezialkleber und Quarzsand.
4. Die Rissüberbrückung wird mit einer gleitenden Anstricharmierung vorgenommen (Teil- oder Vollarmierung)

tonkonstruktion. Bedingt durch die hohe Wasseraufnahme der Bauteile, ist hier immer mit mehr oder weniger starker Korrosion der Bewehrung zu rechnen. Die Erfahrung zeigt, dass auch trotz sorgfältiger Instandsetzung Schäden dieser Art aufgetreten sind. Sie entstehen teils durch thermische Spannungen an neuen Stellen oder im Verlauf von Bewehrungen. Das sollte bei Instandsetzungsmassnahmen vorausschauend bedacht werden.

Problemlösung: Aus der Schadenbeschreibung ergibt sich hier die Anwendung der Methode, die grösstmögliche Sicherheit bie-

tet: Eine *gleitende Anstricharmierung*. Nach sorgfältigen Vorarbeiten und den zuvor beschriebenen Ausbesserungsarbeiten folgt der Armierungsaufbau. Zunächst wird der Voranstrich mit Armierungsbasis aufgebracht. Verbrauch 400 g/m². Nach einem Tag Trocknungszeit Armierungsbasis in senkrechten Bahnen von ca. 1,10 m Breite von oben nach unten glatt vorlegen und Polyester-Elastikgewebe mit dem roten Faden von oben beginnend 5 cm überlappend in den nassen Kleber leicht eindrücken (das Gewebe muss gut sichtbar bleiben). Anschliessend auf ganze Fläche ein Anstrich mit Armierungsbasis, bis 5% mit Wasser verdünnt. Das

Gewebe muss abgedeckt sein. Verbrauch ca. 800 g/m². Bis zum Aufbringen der Schlussbeschichtung mindestens drei Tage trocknen lassen. Für die Schlussbeschichtung ist ein gleichartig dehnbares Material einzusetzen. Es empfiehlt sich für die Sanierung von gerissenem Beton nur Anstrichsysteme zu verwenden, die sich seit Jahren in der Praxis bewährt haben. Nur solche Beschichtungen gewährleisten Langzeitschutz vor Korrosion und anderen Schäden.

Walter Kies, Herbol Farben + Lacke AG, 6340 Baar

Eisenbahnen

100 Jahre elektrische Bahnen

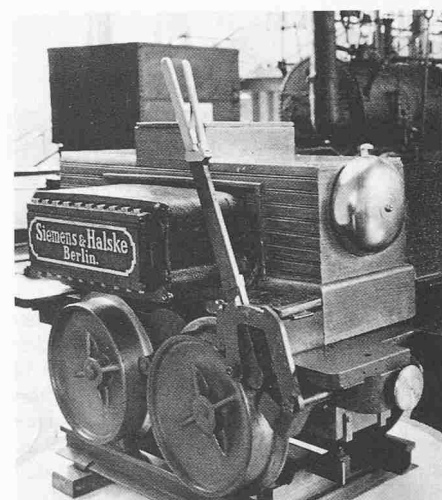
Zwei Groschen kostete das Vergnügen. 86 000 Neugierige entrichteten den kleinen Obolus, um das Ereignis mitzuerleben: nämlich eine Fahrt auf der neuartigen Bahn, die sich auf so ungewöhnliche Weise fortbewegte; nicht mehr mit Pferde- oder Dampfkraft, wie bisher üblich, sondern mit Hilfe von Strom und Elektromotor.

1879 war das, vor nunmehr einhundert Jahren, auf der *Gewerbeausstellung in Berlin-Moabit*. Am 31. Mai – einem Samstag – zockelte dieses Gefährt zum erstenmal über die 300-Meter-Rundstrecke auf dem Ausstellungsgelände. Von den Augenzeugen dieser Jungfernfahrt haben wohl nur ganz wenige die historische Bedeutung des Augenblicks voll erfasst. Und kaum jemand unter den vielen Zehntausenden, die dann während der folgenden vier Ausstellungsmonate irgendeine der mehr als 5000 Fahrten im 7-Stundenkilometer-Tempo mitmachten, konnte die grandiose Weiterentwicklung dieser ersten elektrischen Bahn der Welt vorausahnen. Prophezeiungen, dass schon 25 Jahre später eine Elektro-Lok über 200 Stundenkilometer schaffen und dass nur wenige Jahrzehnte danach die gute alte Dampflok praktisch ausgedient haben würde – sie wären damals sicher belächelt worden. Denn zwar bestaunt, aber doch nicht so ganz ernstgenommen wurde dieses Bähnlein, das da gemächlich seine Runden drehte. Drei Wägelchen zog die kleine, nur anderthalb Meter lange Lok. Wie im Reitsattel sass auf ihr der «Kondukteur», Rücken an Rücken und quer zur Fahrtrichtung nahmen die Passagiere Platz, sechs in jedem Wagen. Das Fahrzeug war mit einem 2,2-Kilowatt-Motor (3 PS nach der früheren Benennung) für 150 Volt Gleichstrom ausgerüstet. Der Strom wurde über eine besondere Mittelschiene zwischen den Fahrgleisen zugeführt.

Anders als die meisten Ausstellungsbesucher hatte der Mann, von dem diese Elektrobahn erdacht und verwirklicht worden war, ebenso klare wie weitreichende Vorstellungen über ihre Zukunftsaussichten: *Werner Siemens* war schon seit Jahren davon überzeugt, dass sich die elektrische Energie auch für den Antrieb von Schienenfahrzeugen verwenden lasse. Mit der Entdeckung des *dynamoelektrischen Prinzips* (1866) und dessen praktischer Umsetzung in die *Dynamomaschine* als

Stromlieferant für Elektromotoren hatte er die Voraussetzung dafür geschaffen. Und schon auf der Pariser Weltausstellung 1867 hatte Siemens vor Wissenschaftlern seinen Plan erläutert, «Eisenbahnen auf freistehenden eisernen Säulen durch die Strassen Berlins zu bauen und dieselben elektrisch zu betreiben». Dass eine solche elektrische Eisenbahn auch funktioniert – diesen Beweis bekam der damals 62jährige mit den gelungenen Fahrten während der Gewerbeausstellung geliefert.

Das liess ihn nicht ruhen. Und noch vor der Jahrhundertwende wurde eine Vielzahl jener Meilensteine gesetzt, die den Namen Siemens mit der weltweiten Entwicklung der elektrischen Bahnen untrennbar verbunden haben: 1881 in *Berlin-Lichterfelde* die erste elektrische Strassenbahn; 1882 im sächsischen *Steinkohlenbergwerk Zaukeroda* die er-



Die erste elektrische Lokomotive der Welt steht heute im Deutschen Museum in München. Bestückt mit einem 2,2-Kilowatt-Motor (3 PS nach der früheren Benennung) für 150 Volt Gleichstrom, zog sie damals drei kleine, sechssitzige Wagen über eine 300-Meter-Rundstrecke



Auf dem Gelände der Berliner Gewerbeausstellung setzte sich am 31. Mai 1879 zum erstenmal ein Schienenfahrzeug mit Hilfe von Strom und Elektromotor in Bewegung. Werner von Siemens hatte diese erste elektrische Lokomotive der Welt konstruiert. Sie zog drei kleine sechssitzige Wagen über eine 300-Meter-Rundstrecke. Der geglückten Premiere vom 31. Mai folgten während der Dauer der Ausstellung noch rund 5000 weitere Fahrten