

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 96 (1978)  
**Heft:** 39

**Artikel:** Epoxidharz für Betonkonstruktionen in Kernkraftwerken  
**Autor:** Klein, Gustav  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73755>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Betondecken wurden insgesamt 260 kN Silikatlösung und rund 350 m<sup>3</sup> Spritzbeton Bn 350 (Beton II) verarbeitet. Die Sanierungskosten betragen rund 1,7 Mio Mark; der Abbruch und Neubau dieses Gebäudes hätte rund 11 Mio Mark gekostet.

Weiter wurde die Sanierung eines Heizölschadens an einem Stahlbetongebäude geschildert. Alle Ölrückstände wurden durch eine kombinierte *Flammstrahl-Infrarot-Behandlung* entfernt und die dadurch teilweise im Oberflächenbereich verringerte Betonfestigkeit durch eine nachträgliche Silikatisierung (rund 15 N/m<sup>2</sup>) wieder hergestellt.

Über das *Verkleben und das Abdichten von schadhaften Betonkonstruktionen durch Kunstharzinjektionen* referierte anschließend G. Ruffert. Für die kraftschlüssige Verklebung gerissener Betonkonstruktionen benötigt man Materialien mit hohen mechanischen Festigkeiten und guten Hafteigenschaften (z.B. Epoxydharze) und für die Abdichtung von gerissenen oder wasserdurchlässigen Bauteilen hingegen Materialien, deren Erhärtung nicht durch Feuchtigkeit beeinflusst wird, die beim Erhärten minimal schwinden und eine gewisse Elastizität und genügend lange Topfzeit besitzen. Das flüssige

Harz wird mit hohem anhaltenden Druck (bis 200 bar) eingepresst und dringt durch Kapillarwirkung in die Poren des Betons und die feinsten Verästelungen der Risse ein. Die Risse im Beton können so abgedichtet werden, dass eine Korrosion der Stahleinlagen vermieden wird. Es genügt nicht nur die Rezeptur der Hersteller einzuhalten, denn die Eigenschaften der ausgehärteten Stoffe für Kunstharzinjektionen werden stark von der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Alkalität des Betons usw. beeinflusst. Zum Gelingen sind Erfahrungen in dieser Arbeitsweise unerlässlich.

Abschliessend berichtete G. Ruffert über die *Sanierung historischer Bauwerke* durch das Anwenden *verschiedener Sonderverfahren*, wie z.B. *Spritzbeton* und *-mörtel* (als tragende Gewölbeschale, kraftschlüssiger Fugenverschluss oder geschlossene Schale zum Verfestigen brüchigen Mauerwerks), *Zementinjektionen* (Mauerwerkverfestigung; u.a. mit hydrophobierenden Zementen bei Wasserandrang), *Kunstharzinjektionen*, *Zuganker* (Perfo- und Kunststoffklebanker), *horizontale Feuchtigkeitssperren*, *Schutz des Mauerwerks vor Verwitterung* (Anstriche usw.) und *Verfestigung* der Steinoberfläche.

G. Brux, Frankfurt

## Epoxidharz für Betonkonstruktionen in Kernkraftwerken

Von Gustav Klein, Zofingen

Beton, ein Baustoff, der in mancher Beziehung den «Naturbaustoffen» (Fels) gleichzusetzen ist, ist durch *immer stärkere Belastung* (Industrialisierung, Verkehrszunahme, breitere Streuung des Einsatzgebietes, Ausweitung und vermehrten Einsatz in Grenzgebieten der Belastbarkeit) einer *stärkeren Schädigung* ausgesetzt als bisher. Mit dem Begriff *Betonkorrosion* werden die dabei entstehenden Schäden zusammengefasst. Die Betonkorrosion wird besonders durch die *Industrieatmosphäre*, durch die *Beanspruchung durch Chemikalien* und durch *starke mechanische Beanspruchung* verursacht.

Die beiden zuerst genannten Einflüsse korrodieren den Beton durch *chemischen Abbau*. Hier erfolgt die schnellste Betonkorrosion, hauptsächlich durch *saure, wässrige Produkte*. (So z.B. durch SO<sub>2</sub>-haltige Luft plus Regenwasser, oder aber durch Säurebeanspruchung in Chemiebetrieben). Selbstverständlich greifen auch andere Industrie-Produkte den Beton an, z.B. *Bohr- und Schneidöle*, *Motoröle*, *galvanische Bäder*, *Metallsalzlösungen*, *Bodenreinigungsmittel*, *Milchsäure* (in Molkereien und Käseereien), verschiedene Flüssigkeiten in chemischen Fabriken (Färbereien) usw.

Bei der mechanischen Belastung sind es speziell *rollende Lasten*, welche die Kristallstruktur des Betons zerstören. Dies führt so zu

vermehrtem Verschleiss und Staubbelastigung. Die Rollen von Palettröllern oder Hubstaplern, deren Stahlräder einen besonders hohen Druck auf vorstehende Betonoberflächenteile ausüben, verursachen am schnellsten Zerstörungen.

Gegen alle diese Beanspruchungen, denen der Beton aufgrund seiner klassischen Zusammensetzung, als statisch-monolithisch allen möglichen Formen anpassbares Bauelement nicht gewachsen ist, muss er geschützt werden. Geeignete Produkte müssen den Oberflächenschutz übernehmen. Der Beton selbst ist hierbei nur das Substrat.

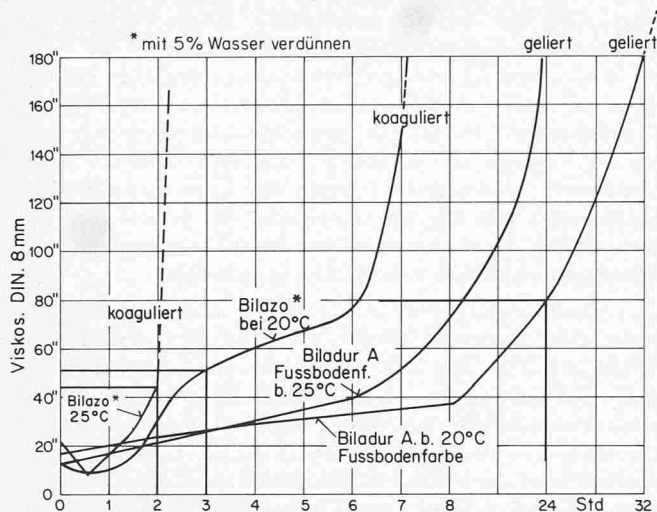
Die *Porösität* des Betons, eine Grundeigenschaft, ebenso wie die *raue Oberfläche*, muss für ganz spezifische Verwendungen verbessernd korrigiert werden. Eine solche Korrektur ist unbedingt erforderlich in *Spitälern*, *biologisch-medizinischen Instituten* (d.h. dort, wo Böden oder Wände steril gemacht werden müssen), in *Elektronik-Fabrikationsräumen* (die staubfrei sein müssen), in *Kernkraftwerken* und Räumen, in denen mit *radioaktiven Substanzen* gearbeitet wird.

Für die genannten Themen ist die Problemlösung und damit zugleich der Schutz vor den Angriffen durch Überarbeiten der

Bodenbeschichtungen mit flüssigen Kunststoffen. Verlegung von Gepohon ®-E 90 im Kernkraftwerk Obrigheim (BRD). In Kernkraftwerken sind Epoxidbetonbeschichtungen vorgeschrieben

Belchen Tunnel. Mit Biladur ®-A-Tunnelfarbe gestrichen





Topfzeitvergleich zwischen lösungsmittelhaltigen und wasserdispergierenden Zweikomponenten-Epoxid-Systemen. Die Viskosität nimmt in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Mischen beider Komponenten zu

Betonoberfläche mit Anstrichstoffen und Kunststoffmassen gegeben. Die vielseitigen Anforderungen können jedoch nicht mit einem Material, wohl aber durch ein ausgetestetes Rohstoffsystem erfüllt werden. Als besonders geeignet erweisen sich hier chemisch reagierende 2-Komponenten-Kunststoffharze. Von diesen sind aus den angesetzten Versuchsserien speziell die Epoxid-2-Komponenten-Systeme interessant, weil folgende technische Vorteile besonders hervorstechen:

- Besondere Alkalibeständigkeit
- Sichere Aushärtung in praktisch beliebigen Schichtdicken
- Höhere Festigkeiten als Beton
- Annähernd gleicher Wärmeausdehnungskoeffizient von gefülltem Epoxid-Material und Beton
- Geringster Schwund beim Aushärten, dadurch spannungsfreie Beläge
- Ausgezeichnete Haftfestigkeit
- Selbstnivellierend («Fließbeläge»)
- Dekontaminationsfähigkeit
- Hygienisch einwandfrei und steril zu reinigen
- Chemikalienbeständigkeit.

Die Kumulation der guten Eigenschaften führt nach dem heutigen Stand der Technik zu optimalen Anstrich- und Beschichtungsmaterialien für den Betonschutz. Die Vorteile sind stark hervorstechend und von anderen Rohstoffbasen in dieser Zusammensetzung nicht erreichbar. Dadurch sind die einschränkenden Eigenschaften, wie:

- schlechte, sehr stark verzögerte Aushärtung bei Temperaturen unter +5 °C
- keine Glanzhaltung am Wetter wegen Auskredung
- keine absolute Farbtonbeständigkeit (geringere Vergilbungstendenz, jedoch nur so, wie sie bei vielen Anstrichstoffen toleriert wird), trotzdem kein Hindernis für ihren breiten Einsatz.

Die wichtigsten Repräsentanten dieser 2-Komponenten-Epoxid-Produkte sind:

#### Imprägniermittel

Sie dringen in die Betonoberfläche über die Kapillaren ein und führen so zur guten mechanischen Verankerung der nachfolgenden Materialien und dienen der Verfestigung der Oberfläche. Ausserdem binden sie die noch vorhandenen schlecht entfernbaren, geringen Staubreste. Aus diesen Eigenschaften ergibt sich ihr Verwendungsbereich als Voranstrichmittel für nachfolgende Anstriche und Beschichtungen.

#### Anstriche

**Lösungsmittelhaltige** mit einer Topfzeit von etwa 12 Std. und einer Lackfilmschichtdicke von 40 bis 80 my je Anstrich. Es sind verschiedene Varianten möglich. Normale (für allgemeinen Einsatz), wasserfeste und dekontaminationsfähige Systeme. Auch Spezial-

farben für den Tunnel- und Fussbodenanstrich sowie Strukturlacke gehören hierzu.

**Epoxid-Dispersion wasserverdünnbar.** Es sind Produkte mit einer Topfzeit von etwa 2 Std. und einer möglichen Lackfilmschichtdicke von etwa 150 my je Anstrich entwickelt worden. Die besonderen Vorteile sind:

1. Dass für die Applikation Wasser als Verdünnungsmittel (keine Lösungsmittel) erforderlich ist.
2. Auch auf 24 Std. altem noch feuchten Beton- oder Unterlagsboden (Zementestrich) kann der Anstrich erfolgen.
3. Man kann damit den Wasserhaushalt des Betons bei der Aushärtung regulieren und das Eindringen von Verschmutzungen in den Beton vorsorglich verhindern. Weitere Anstriche oder Beschichtungen können dann nach der Aushärtung des Betons erfolgen.
4. Diese Epoxid-Dispersionen, als Fertiganstrich, können auch auf anderen Anstrichmaterialien verwendet werden, da kein Anquellen durch Lösungsmittel zu befürchten ist. Ihre relativ hohe Wasserdampfdurchlässigkeit ist für Beton, der starken Wasserbelastungen ausgesetzt ist, von besonderer Bedeutung. Eine Blasenbildung im Anstrichsystem wird dadurch vermieden.

#### Beschichtungen

Es handelt sich dabei um Kunststoffbeläge für Fussböden und Wände mit einer Schichtdicke von 0,3 bis 3 mm. Mit Hilfe dieser Produkte, die eine Topfzeit von 1 bis 2 Std. haben, ist es möglich, auch auf rauhem Betonuntergrund einwandfrei verlaufende (selbstnivellierende) Bodenbeläge, mit hoher Arbeitsleistung pro Stunde, herzustellen.

Grössere Vertiefungen, von einigen Zentimetern und Ausbrüche im Beton, müssen mit einem Epoxid-Mörtel (Epoxid-Sandmischung) ausgefüllt und dann beschichtet werden.

Diese Beschichtungen sind in *Kernkraftwerken* vorgeschrieben und haben sich seit Jahren deshalb bewährt, weil sie der starken Belastung durch notwendig schwere Transporte und auch durch die ständig wiederkehrenden Dekontaminations-Prozeduren, ausgezeichnet widerstanden haben. Im gleichen Sinne sind diese Beschichtungen wegen ihrer geschlossenen, porenfreien Oberfläche auch für steril zu haltende Räume prädestiniert (Spitäler, Tierzuchtversuchstationen u. a.). Extreme mechanische Beanspruchung, wie in stark frequentierten *Supermärkten, Schulen, Industriebetrieben* u. a., halten diese Beschichtungen besonders gut aus, weil bei der Filmbildung (mikroskopisch nachweisbar) eine funktionell besonders wirksame Füllstoffverteilung stattfindet, die zudem noch Luft-einschlüsse (wie sie bei vielen Produkten vorkommen) verhindert. Diese Beschichtungen haben folgende *mechanische Werte*:

Druckfestigkeit	750-1000 kp/cm <sup>2</sup>
Haftfestigkeit an Beton	über 30 kp/cm <sup>2</sup> (der Bruch erfolgt im Beton)
Biege-/Zugfestigkeit	260-350 kp/cm <sup>2</sup>
Abriebfestigkeit nach DIN 52108	5-8 cm <sup>3</sup> je 50 cm <sup>2</sup>

Die nachfolgenden Bemerkungen haben für die Epoxidmaterialien allgemeine Gültigkeit. Bei der *Verarbeitung* ist besonders darauf zu achten, dass die Mischung vollständig ist, weil die Filmbildung (Aushärtung) nur durch eine Additionsreaktion erfolgt. Mit anderen Worten: dort, wo nur eine Komponente vorhanden ist, oder das Mischungsverhältnis durch einen schlechten Mischvorgang nicht überall eingehalten ist, findet keine oder nur unvollständige Aushärtung statt. Es ist deshalb stets nach dem Mischen der beiden Komponenten angezeigt, dass diese in ein anderes Gefäss umgefüllt und nochmals durchgemischt werden, bevor das Material verarbeitet wird. Die *Aushärtung* ist wie alle chemischen Reaktionen temperaturabhängig. Besonders wichtig ist deshalb die Temperatur des Untergrundes (Beton) und nicht nur die Lufttemperatur.

Fachmännisch richtig ausgeführte Arbeiten mit den erwähnten Produkten verhindern Betonkorrosion. Sie haben sich bestens als Boden- und Wandanstriche in der chemischen Industrie und Galvanik, in Molkereien, Käsereien, Kernkraftwerken, Schulen, Spitälern, Autoreparaturwerkstätten, Garagen (öl-, heizöl-, benzinbeständig), Werkstätten (schneidölbeständig) und als Tunnelanstrich bewährt. Auch in konventionellen Kraftwerken, bei ständiger Beanspruchung durch Schwitzwasser, wurden beste Resultate erzielt.

Adresse des Verfassers: G. Klein, Ing.-Chem., Dr. A. Landolt AG, 4800 Zofingen.