

Zeitschrift: IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte
Band: 57/1/57/2 (1989)

Artikel: Anforderungen an Polymerbeton, Eigenschaften und Verarbeitung
Autor: Grübl, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44209>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

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

Anforderungen an Polymerbeton, Eigenschaften und Verarbeitung

Requirements for Polymer Concrete, Properties and Preparation

Qualités requises et préparation du béton de résine synthétique

Peter GRÜBL

Dipl. Bauing.
Dyckerhoff & Widmann AG
München, BR Deutschland



Peter Gröbl, geboren 1941, promovierte als Bauingenieur an der Techn. Universität München. Er war mehrere Jahre tätig in der Forschung, Lehre, Konstruktion, Materialprüfung, Instandsetzung und Bauausführung. Seit 1985 ist er Betriebsleiter der firmeneigenen Versuchsanstalt mit Flüssigkunststoffbetrieb sowie verantwortlich für Baustofftechnologie und Qualitätssicherung.

ZUSAMMENFASSUNG

Polymerbeton ist ein relativ junger Ingenieurwerkstoff, der dem Zementbeton technologisch ähnlich ist, gegenüber chemischen Einwirkungen und der Diffusion von Flüssigkeiten und Gasen jedoch einen wesentlich höheren Widerstand als dieser besitzt und deshalb besonders für den Einsatz bei aggressiven Nutzungsbedingungen geeignet ist. Es werden die für einen materialgerechten Einsatz zu beachtenden Anforderungen und massgebenden Eigenschaften dieses Werkstoffes beschrieben und Hinweise für seine Verarbeitung gegeben.

SUMMARY

Polymer concrete is a relatively new construction material, very similar to cement concrete with respect to technological aspects, but with an essentially higher resistance against chemical effects and the diffusion of liquids and gases and is therefore especially appropriate for application under aggressive conditions. This paper describes the main requirements and properties of this construction material decisive for a material technological application and also gives information on preparing this material.

RÉSUMÉ

Le béton de résine synthétique est un matériau de construction relativement nouveau, semblable du point de vue technologique au béton de ciment. Il a cependant une résistance bien plus grande aux actions chimiques et à la diffusion des liquides et des gaz. C'est pourquoi il convient particulièrement à l'emploi dans des conditions agressives. Cet article décrit les conditions particulières pour une utilisation optimale.



1. EINFÜHRUNG

Unter dem Begriff "Beton" verstehen wir üblicherweise einen Baustoff bestehend aus Zement, Wasser und mineralischen Zuschlägen, ggf. mit Zusätzen. Genau genommen handelt es sich hierbei um Zementbeton. Beim Polymerbeton dagegen besteht das Bindemittel aus einem Polymer, d.h. einem Reaktionsharz, das nach der Zugabe eines Reaktionsmittels durch eine chemische Reaktion erhärtet. Für solche Betone hat sich zur Unterscheidung zum Zementbeton, dem "CC" (= Cement Concrete), die Bezeichnung "PC" (= Polymer Concrete) eingebürgert.

Daneben gibt es noch Mischsysteme bezüglich des Bindemittels, d.h. das Bindemittel besteht aus einer Mischung von Zement und Kunststoff. Ein solcher Beton wird auch als kunststoffmodifizierter Zementbeton oder "PCC" (= Polymer Cement Concrete) bezeichnet.

Gelangt der Kunststoff nicht bei der Betonherstellung in den Beton, sondern wird er erst nachträglich, d.h. nach dem Erhärten des Zementbetons dem Gefüge zugeführt, so spricht man von polymer-imprägniertem Beton "PIC" (= Polymer Impregnated Concrete).

Der Einfluß von Kunststoff auf typische Eigenschaften des Betons geht aus Tabelle 1 hervor.

2. WERKSTOFF POLYMERBETON

Die Idee, ein Polymer als Bindemittel für Beton zu verwenden, ist bereits mehr als 30 Jahre alt. Die ersten Berichte stammen aus den USA. Technologisch ist der Polymerbeton dem Zementbeton sehr ähnlich. Die Eigenschaften des Betons ergeben sich aus den Eigenschaften der einzelnen Bestandteile und ihrem Zusammenwirken.

Eigenschaft	CC	PCC	PIC	PC
Druckfestigkeit (N/mm ²)	45	60	100	120
Zugfestigkeit (N/mm ²)	5	10	10	25
E-Modul (N/mm ²)	35.000	25.000	45.000	35.000
Wasseraufnahme (M.-%)	5,0	1,0	0,5	< 0,1
Säurewiderstand (Erhöhungsfaktor)	1 x	5 x	> 10 x	> 25 x
Frost-Tau-Widerstand (Anzahl der Wechsel/ Verlust in M.-%)	700/25	3000/2	3500/2	1600/0

Tabelle 1 Einfluß von Kunststoff auf typische Eigenschaften des Betons

Beim Polymer lassen sich entsprechend dem makromolekularen Aufbau drei Gruppen unterscheiden:

- Thermoplaste
- Elastomere
- Duromere (= Duroplaste)

Für die Herstellung von Polymerbeton eignen sich nur die härtbaren Duromere. Deren wichtigsten Vertreter sind:

- ungesättigte Acrylharze (PMMA)
- ungesättigte Polyesterharze (UP)
- Polyurethane (PUR) und
- Epoxidharze (EP).

3. EIGENSCHAFTEN VON POLYMERBETON

3.1 Anforderungen

Die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Zementbetons liegen hauptsächlich in der begrenzten Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Einwirkungen insbesondere bei Säuren und in einem begrenzten Diffusionswiderstand gegenüber Flüssigkeiten und Gasen. Verantwortlich dafür ist in erster Linie der Zementstein. Eine Erhöhung des Korrosions- und Diffusionswiderstandes wird durch den Austausch des Bindemittels erreicht. Die auch angewendete Alternative, den Zementbeton durch das Aufbringen einer Beschichtung zu schützen, hat nicht selten zu Schäden geführt (Blasenbildung, Ablösungen), so daß diese Lösung nicht in allen Fällen als ausreichend zuverlässig anzusehen ist.

Unter Korrosionsbeschädigung wird die auf die Lebensdauer des Bauwerks bezogene, ausreichend hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber der Einwirkung von chemischen Substanzen sowohl organischer als auch anorganischer Art verstanden. Die Forderung nach Dichtigkeit bezieht sich auf die Dichtigkeit des Werkstoffes gegenüber Flüssigkeiten und Gasen. Grundsätzlich beeinflußt eine höhere Dichtigkeit auch die Korrosionsbeständigkeit positiv.

3.2 Dichtigkeit

Die Dichtigkeit wird aufgrund des Diffusionswiderstandes und der Wasseraufnahme des Polymers beurteilt. Das Diffusionsverhalten wird in der Regel am reinen Polymer geprüft und zwar üblicherweise gegenüber Wasserdampf und Kohlendioxid. Für andere Gase liegen keine verlässlichen Werte vor. Die in Tabelle 2 angegebenen Vergleichswerte beziehen sich auf Zementbeton.

Eigenschaft	Zementbeton (CC)	Polymer (EP)
μ (H ₂ O) / 0 - 50	50 - 100	0,8-1,2 x 10 ⁶
μ (H ₂ O) / 50 - 100	10 - 40	0,4-0,8 x 10 ⁶
μ (CO ₂)	300 - 400	2,0-3,0 x 10 ⁶
Wasseraufnahme	5 %	< 0,2 %

Tabelle 2 Diffusionswiderstandszahlen von Zementbeton und Polymer (Richtwerte)



3.3 Festigkeit

Druck- und Zugfestigkeit liegen wesentlich höher als bei zementgebundenen Betonen. Beide sind abhängig von Harzart und Harzgehalt. Letzterer kann umso geringer ausfallen, je größer das Größtkorn des Zuschlages und je größer die Sieblinie ist. Optimale Ausnützung ist erreicht, wenn Kornbruch eintritt.

3.4 E-Modul

Beim E-Modul ist der Einfluß des Zuschlages wesentlich stärker ausgeprägt als bei der Zug- und Druckfestigkeit. Der E-Modul des Harzes ist i.a. wesentlich geringer als der des Zuschlages und kann näherungsweise zwischen 5 und 10 kN/mm² angenommen werden. Daneben hat auch die Kornform einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß. Richtwerte enthält Tabelle 1.

3.5 Kriechen

Die Werte für das Kriechen hängen von der Art der Beanspruchung ab. Unter Zugbeanspruchung zeigt sich eine stärkere Kriechverformung als unter Druckbeanspruchung.

Die Kriechverformungen sind beim Polymerbeton größer als beim Zementbeton. Mit zunehmender Temperatur steigt die Kriechneigung an. Gleiches gilt auch bei Zunahme des Harzgehaltes.

3.6 Schwinden

Bei Polymerbeton ist eine Volumenveränderung bzw. Längenverkürzung die Folge der chemischen Reaktion während des Härtungsvorganges. Man spricht deshalb auch vom Reaktionsschwinden. Es kommt zum Stillstand, wenn die Reaktion abgeschlossen ist, näherungsweise im Alter von 7 Tagen. Wird die Reaktion durch Wärme beschleunigt, kann der Endwert bereits nach wenigen Stunden erreicht sein.

Die Größe des Schwindmaßes hängt von der Art des Kunststoffes ab. Werte für das lineare Schwinden und das Volumenschwinden sind in Tabelle 3 angegeben.

Polymer	Schwindmaße	
	linear	Volumen
ungesättigtes Acrylat	0,5 - 2,0 %	8 - 12 %
ungesättigtes Polyester	2 - 3 %	8 - 12 %
Polyurethan	0,2 - 0,3 %	3 - 5 %
Epoxidharze	0,2 - 0,4 %	3 - 5 %

Tabelle 3 Anhaltswerte für das Reaktionsschwinden von Duromeren

3.7 Temperaturverhalten

Obwohl es sich bei den Kunstharzen der Polymerbetone um Duromere handelt, die durch eine Temperaturerhöhung keine Zurückführung in den plastisch verform-

baren Zustand erfahren, zeigen sie jedoch beim Durchschreiten eines für das jeweilige Harz spezifischen Temperaturbereiches eine Zunahme der Verformbarkeit. Man spricht hier von der Glasübergangstemperatur. Bei gefüllten Harzen und Betonen ist das Abfallen nicht so ausgeprägt wie bei den reinen Harzproben, an denen es üblicherweise geprüft wird.

Die Höhe der Glasübergangstemperatur ist eine entscheidende Kenngröße zur Beurteilung der Brauchbarkeit des Harzes für die Herstellung von Polymerbeton für lasttragende Bauteile. Sie sollte nicht unter 50°C liegen. Durch besondere Härter und Formulierungen lassen sich Werte bis zu 100°C und auch darüber erreichen.

3.8 Wärmedehnung

Die Wärmedehnzahlen der reinen Harze können das 10- bis 20fache der Werte des Zuschlages aufweisen. Sie nehmen i.a. mit steigender Temperatur zu. Durch besondere Wahl der Zuschläge und der Zusammensetzung der Mischung lassen sich Polymerbetone mit Wärmedehnzahlen erhalten, die auch niedriger als die von Zementbetonen sein können.

3.9 Dauerstandfestigkeit

Die Dauerstandfestigkeit der Polymerbetone liegt niedriger als beim Normalbeton. Bei üblichen Epoxidharzen liegt dieser Wert zwischen 50 und 60 % der Kurzzeitfestigkeit. Für andere Harze können vergleichbare Verhältnisse angenommen werden. Durch spezielle Formulierungen des Härters, verbunden mit einer Wärmebehandlung während der Erhärtungsreaktion, läßt sich die Dauerstandfestigkeit auf den Wert des Normalbetons anheben.

3.10 Abriebverhalten

Vergleichbar dem Beton hat auch hier die Art und Beschaffenheit des Zuschlages einen wesentlichen Einfluß auf die Höhe des Abriebes. Günstig wirkt sich eine Zähigkeit des Harzes aus. Durch geeignete Zusammensetzung lassen sich höhere Abriebwiderstände als beim Normalbeton erzielen.

3.11 Korrosionswiderstand

Dieser ist wesentlich höher als bei Zementbeton und läßt sich durch die Wahl des Bindemittels gezielt beeinflussen. Besondere Vorteile gegenüber dem Zementbeton ergeben sich hier im Abwasser- und Umweltschutzbereich aber auch bei Bauteilen mit Frost-Tausalz-Einwirkung.

Durch besondere Formulierungen lassen sich bestimmte Eigenschaften gezielt verbessern ("züchten"), zumeist auf Kosten anderer Eigenschaften. Dies führt dann zur Funktionstrennung, d.h. die raumabschließende Funktion übernimmt ein konventioneller Werkstoff, die schützende Funktion der Polymerbeton.

3.12 Bakterienresistenz

Seitdem bekannt ist, daß Beton durch schwefelsäurebildende Bakterien (Thiobacillus) zerstört werden kann, wird auch für Kunststoffprodukte im Abwasserbereich der Nachweis einer ausreichenden Widerstandsfähigkeit verlangt. Auch bei Schwefelbeton wurde ein Angriff dieser Bakterien beobachtet.



4. VERARBEITUNG

4.1 Herstellung

Um ein dichtes Gefüge zu erreichen, ist ein Mindestgehalt an Bindemittel erforderlich. Darüber hinaus wird ein zusätzlicher Bindemittelanteil für das Erreichen bestimmter Verarbeitungseigenschaften benötigt. Der minimale Gehalt liegt bei ca. 6 %/. Die Technologie ist der des Zementbetons vergleichbar.

4.2 Feuchtigkeitsempfindlichkeit

Unter Feuchtigkeitsempfindlichkeit versteht man das Verhalten des Harzes im Gemisch bei Anwesenheit von Feuchtigkeit während der Aushärtung. Sie hängt vom Harz ab. Feuchtigkeitsempfindliche Harze erfordern die Verwendung von getrockneten Zuschlägen. Anderenfalls wird entweder die Haftung am Zuschlag gestört oder es kommt zu einer Schaumbildungsreaktion. Durch Vorbehandlung der Zuschläge mit Silikon läßt sich die Feuchtigkeitsempfindlichkeit reduzieren. Ziel weiterer Entwicklung ist es, die Unempfindlichkeit so zu steigern, daß auch haldenfeuchtes Zuschlagmaterial verarbeitet werden kann.

4.3 Wärmeentwicklung

Bei der Polymerisation und der Polyaddition wird wesentlich mehr spezifische Wärme freigesetzt als bei der Hydratation von Zement. Das erfordert insbesondere bei größeren Bauteilabmessungen besondere Maßnahmen zur Begrenzung des Temperaturanstieges, der Eigenspannungen und der Temperaturverformung des Bauteils. Für die Herstellung von besonders maßgenauen Baukörpern werden verformungsstabile Harze verwendet.

4.4 Gesundheitsschädlichkeit

Je nach Harzart ist die Beeinträchtigung der mit der Verarbeitung betrauten Menschen unterschiedlich groß. In letzter Zeit werden vermehrt Anstrengungen unternommen, um die Verträglichkeit der Kunststoffe zu verbessern. Wenn in der Regel auch keine toxischen Wirkungen vorhanden sind, so kann es doch bei bestimmten Personengruppen zu Störungen des Allgemeinbefindens bis hin zu Allergien kommen. Deshalb sind bei der Verarbeitung im Vergleich zum Zementbeton einige zusätzliche Maßnahmen zu beachten.

5. BEURTEILUNG

Der Einsatz von Polymerbeton ist dort eine Alternative, wo der Zementbeton aufgrund seiner bekannten Eigenschaften nicht leistungsfähig ist. Das gilt in erster Linie hinsichtlich des Korrosionswiderstand und der Dichtigkeit von Bauteilen beim Einsatz unter aggressiven Nutzungsbedingungen. Polymerbeton ist auch deshalb eine Alternative im Bauwesen, weil seine Technologie der des Zementbetons sehr ähnlich ist. Eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen liegen vor. Der Einsatz war überall dort erfolgreich, wo die erzielten Verbesserungen am Gesamtsystem die erhöhten Kosten für den Werkstoff rechtfertigen.