



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: C 04 B 7/35
C 04 B 13/24

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪ **643 521**

②① Gesuchsnummer:	6903/78	⑦③ Inhaber:	Perlmooser Zementwerke AG, Wien (AT)
②② Anmeldungsdatum:	23.06.1978		
③③ Priorität(en):	24.06.1977 AT 4502/77	⑦② Erfinder:	Dr. Friedrich Howanietz, Wien (AT) Alexander Kozlowski, Wien (AT)
②④ Patent erteilt:	15.06.1984		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	15.06.1984	⑦④ Vertreter:	A. Braun, Braun, Hérítier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel

⑤④ Bindemittel zur Herstellung von Beton und Mörtel.

⑤⑦ Das Bindemittel zur Herstellung von Beton und Mörtel durch Zugabe von Wasser enthält mindestens ein anorganisches, hydraulisches Bindemittel und mindestens einen Kunststoff. Aus dem Bindemittel hergestellter Beton und Mörtel können zur Herstellung von gegen Schlagbeanspruchung, Abrieb und Frost-Tauwechsel unempfindlichen Bauteilen und Belägen verwendet werden. Das Bindemittel enthält als Kunststoff mindestens einen Kunststoff mit einem $T_{\lambda\max}$ -Wert, ermittelt nach DIN 53445, von weniger als -8°C .

PATENTANSPRÜCHE

1. Bindemittel zur Herstellung von Beton und Mörtel durch Zugabe von Wasser, das mindestens ein anorganisches, hydraulisches Bindemittel und mindestens einen Kunststoff enthält, zur Herstellung von gegen Schlagbeanspruchung, Abrieb und Frost-Tauwechsel unempfindlichen Bauteilen und Belägen, dadurch gekennzeichnet, dass es neben dem anorganischen, hydraulischen Bindemittel als Kunststoff mindestens einen Kunststoff mit einem $T_{\lambda, \max}$ -Wert, ermittelt nach DIN 53445, von weniger als -8°C enthält.
2. Bindemittel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es Kalk oder Zement, insbesondere Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement, Tonerdezement, modifizierten Portlandzement auf Basis von $11\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaF}_2$, Grenoblezement und/oder Romanzement als anorganisches, hydraulisches Bindemittel enthält.
3. Bindemittel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff in gelöster oder flüssigkeitsdispersierter Form vorliegt.
4. Bindemittel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der enthaltene Kunststoff einen $T_{\lambda, \max}$ -Wert von weniger als -15°C , insbesondere von weniger als -36°C , aufweist.
5. Bindemittel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff in Mengen von 3–35 Gew.-%, vorzugsweise von 5–20 Gew.-%, bezogen auf die Menge des anorganischen, hydraulischen Bindemittels, enthalten ist.
6. Bindemittel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Bitumen und/oder Teer in feinverteilter Form, vorzugsweise in Mengen von

0,5–25 Gew.-%, insbesondere von 0,5–10 Gew.-%, und besonders bevorzugt von 1–6 Gew.-%, bezogen auf die Menge des anorganischen, hydraulischen Bindemittels enthalten ist.

7. Bindemittel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich die Betoneigenschaften regelnde Zusätze enthält, vorzugsweise
 - a) die Anmachwassermenge, insbesondere bei gleicher Verarbeitbarkeit der Mörtel- und Betonmischung, herabsetzende Stoffe, beispielsweise kationenaktive, anionenaktive oder nichtionogene Netzmittel oder Sulfitablaugen und/oder
 - b) die Abbindegeschwindigkeit und/oder die Erhärtung der Mischung verändernde Stoffe, beispielsweise Glukonate, Phosphate, Citrate, Weinsäure, Bernsteinsäure, Succinate, Alkalikarbonate, Silikofluoride, Aluminate, Alkali- bzw. Erdalkalihalogenide und/oder
 - c) Mikroluftporen einführende Stoffe, beispielsweise Koffinierenharze oder synthetische Porenbildner, beispielsweise synthetische Seifen oder Carboxylate und/oder
 - d) Poren enthaltende, vorzugsweise eine geschlossene Oberfläche aufweisende, Form-Körper mit Grössen von $5\text{ }\mu\text{m}$ und darüber, insbesondere von $5\text{ }\mu\text{m}$ bis 4 mm , vorzugsweise von 10 bis $60\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere Mikrohohlkörper, beispielsweise Mikrohohlkugeln, aus geblähten silikatischen Stoffen, wie z. B. Perliten, Vermiculiten und/oder Blähtonen oder aus Kunststoffen, wie z. B. aus expandierten Polystyrolen (EPS), Polyurethanen, geschäumten Polyäthylen und/oder Schaumgummi.
8. Bindemittel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponente(n) d) in Mengen von 1–10 Vol.-%, vorzugsweise von 2,5–5 Vol.-%, bezogen auf das Volumen des fertigen Betons und/oder Mörtels, enthalten ist (sind).

Es ist bekannt, Mischungen von Zement und Kunststoffdispersionen und gegebenenfalls Bitumenemulsionen, beispielsweise zur Herstellung oder zum Ausbessern von oberflächengeschädigten Betonen, zu verwenden. Ihre Anwendung in geschlossenen Räumen, unter Raumklimabedingungen, zeigt durchaus zufriedenstellende Ergebnisse. Gänzlich anders sind die Erfahrungen auf allen jenen Sektoren des Bauwesens, wo Beläge, Putze, Bauteile oder dergleichen grösseren Temperaturschwankungen und insbesondere Temperaturen unter 0°C ausgesetzt sind. Dies gilt insbesondere auch für horizontal verlegte Beläge, wie Betonfahrbahndecken, die, bedingt durch Salz-Streuung, oft sehr tiefen Temperaturen ausgesetzt sind, aber dennoch ihre volle Leistungsfähigkeit beibehalten sollen. Unabhängig von Temperaturschwankungen und tiefen Temperaturen zeigen Betone auf Basis von Zement und Kunststoffen, die bisher zum Einsatz gelangen, auch wenn in der Bindemittelmischung zusätzlich Bitumina Verwendung finden, nur geringe Elastizität und Zähigkeit und infolge ihrer Sprödigkeit relativ hohe Empfindlichkeit gegenüber Schlagbeanspruchung, beispielsweise durch den Schwerverkehr, und relativ hohen Abrieb, wie z. B. durch Spikes.

Diese Eigenschaften bisher bekannter Bindemittel auf der Basis von Zement und Kunststoffen machten sich sowohl bei neu aufgetragenen Belägen bzw. neu hergestellten Bauteilen, als auch insbesondere bei Ausbesserungen, beispielsweise auf Fahrbahndecken, Brücken oder dergleichen, wo Grenzflächen zwischen Altbeton und Neubeton auftreten, unangenehm bemerkbar.

Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Bindemittels auf der Basis von Zement, Kunststoff und gegebenenfalls Bitumen, das für die Herstellung von Betonen oder Mörtel geeignet ist, die innerhalb eines grossen Temperaturbereiches die genannten Nachteile nicht aufweisen, gegen Schlagbeanspruchung, Abrieb und häufigen Frost-Tauwechsel wesentlich weniger empfindlich sind, als bisher bekannte Betone oder Mörtel und insbesondere auch bei Temperaturen unter 0°C ein wesentlich besseres elastisches Verhalten aufweisen als bisher verwendete Betone oder Mörtel.

Es sei ausgeführt, dass das Prinzip – Zement mit Kunststoffen und gegebenenfalls Bitumen bzw. Teer zu vermengen – in dieser allgemeinen Form in der Patentliteratur vielfach bekannt ist. Dies geht auch aus verschiedensten Druckschriften hervor. So beschreibt die DE-OS 2 116 372 ein Verfahren zum Herstellen von hochfestem Zement, bei dem ein, gegebenenfalls frühhochfester, Zement mit einem makromolekularen Material, das aus ganz bestimmten Monomeren gebildet ist, die zum Aufbau ganz bestimmter Homopolymere befähigt sind, gemischt wird. Das makromolekulare Material liegt in dispersierter Form vor. Nach dem Mischen erfolgt zwingend eine Wärme- bzw. Dampfbehandlung bei $50\text{--}150^{\circ}\text{C}$. Es wird dort die Härtung des Kunststoffes während des Abbindens des Zementes erreicht.

Die DE-OS 2 449 211 beschreibt einen zementgebundenen Baustoff, der als wesentliche Bestandteile Zement und einen Polymerisat-Kunststoff, z. B. Polyacrylat, sowie zwingend ein Entschäumungsmittel, das in Mengen bis zu 4,0 Gew.-%, bezogen auf die Zementmenge, vorliegen soll, ent-

hält. Diese DE-OS beschreibt an keiner Stelle das erfindungsgemäß zu lösende Problem, gegen Schlagbeanspruchung, Abrieb und insbesondere gegen Frost-Tauwechselbeanspruchung unempfindliche Bauteile und Beläge herzustellen.

In der DE-OS 1 671 078 ist ein Verfahren zur Verbesserung von Beton beschrieben, bei dem im Verlauf der Betonherstellung Polyvinylacetat, also ein ganz bestimmter und üblicher Kunststoff als wässrige Emulsion, als emulgierbares Pulver oder in Form eines plastifizierten Copolymerisates zugegeben wird.

Die DE-OS 1 935 507 beschreibt, ohne das Ziel und die Problematik der vorliegenden Erfindung, einen schlagfesten und frost-tauwechselbeständigen Beton und/oder Mörtel zu schaffen, im Auge zu haben, einen Zusatz zu Beton oder Mörtel, der zwingend einen bestimmten Zement, nämlich Portlandzement, als Hauptkomponente enthält. Dieser Zusatz muß ebenfalls zwingend eine «sulfidische Flüssigkeit» in Kombination mit ganz bestimmten Poly(äthylen-propylen)-glycolen enthalten.

In allen bisher genannten Offenlegungsschriften ist im übrigen ein eventueller Zusatz von Bitumen und/oder Teer in die Kunststoff enthaltende Beton- bzw. Mörtelmischung nicht erwähnt.

Dies gilt auch für die CH-PS 485 612, in der eine Zement und Zuschlagstoffe sowie Kunststoff enthaltende Baustoffmischung beschrieben ist, die als Zusatz zwingend Gluconsäure und/oder deren Derivate enthalten soll. Es wird in den Unteransprüchen eine Reihe von in Frage kommenden Kunststoffen aufgezählt.

Die DD-PS 49 228 hat ein Verfahren zur Herstellung eines Baustoffes zum Gegenstand, bei dem die Bindemittel mit einer Emulsion bituminöser Stoffe versetzt werden, hier ist der Zusatz eines Kunststoffes gar nicht vorgesehen. Auch ist das Ziel des Verfahrens der DD-PS ein anderes als gemäss der Erfindung.

In der DD-PS 47 324 ist ein Verfahren zur Verkürzung der Austrocknungszeiten und Herabsetzung der Verarbeitungstemperaturen bis -3°C bei Betonestrichen beschrieben, bei dem der Frischbetonmischung ein Gemisch aus einer Bitumenemulsion, Polyvinylacetat und zwingend Calciumchlorid zugesetzt wird. Bekanntlich ist der Zusatz von CaCl_2 in fast allen Ländern im Hinblick auf die korrodierende Wirkung auf die Stahleinlagen für Stahl- und Spann-Beton sogar verboten.

Obwohl hier eine Kombination von Zement, Bitumen und Kunststoff vorgesehen ist, ist das Ziel des Verfahrens gemäss der DD-PS nur die Herabsetzung der Verarbeitungstemperatur, nicht jedoch die Erreichung einer hohen Flexibilität bei niederen Temperaturen und Frost-Tauwechselbedingungen.

Es sei also nochmals betont, dass die erfindungsgemäss zu lösende Aufgabe darin bestand, Baustoffmischungen für Bauteile und Beläge zu schaffen, die Temperaturen von unter 0°C ausgesetzt sind und/oder, was noch viel wichtiger ist, sowohl durch Wechsel zwischen Frieren und Auftauen bei Einwirkung von Streu- und Tausalz bei sehr niedrigen Temperaturen hoch beansprucht werden als auch bei allen Temperaturen die erfindungsgemässen Eigenschaften, also die Elastoplastizität, immer erhalten bleibt. Unter diesen, bekanntlich sehr extremen Bedingungen sollen Schlagbeanspruchungs-Fähigkeit und Abriebfestigkeit der herzustellenden Bauteile und Beläge im wesentlichen jene Werte haben, wie sonst bei üblicher Temperatur bei Zusammensetzungen des Betons oder Mörtels, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Nun ist keine der Baustoffmischungen gemäss den bisher bekannten Veröffentlichungen zur Erreichung des Effektes imstande, der erfindungsgemäss angestrebt wird.

Erst durch die ganz gezielt für die Lösung des Problems hergestellten und an die extremen Bedingungen, die nach dem Einbau auftreten, angepassten, unten näher beschriebenen Baustoffmischungen, konnte der gewünschte Effekt erreicht werden. Es wurde nämlich gefunden, dass in der Baustoffmischung nicht irgendein Kunststoff aus der Vielzahl der üblicherweise erhältlichen und verwendeten Polymeren vorhanden sein muss, und dass es auch nicht ausreicht, davon gegebenenfalls einen elastischen oder plastischen Kunststoff auszuwählen und einzusetzen, sondern vielmehr mussten hier Kunststoffe zum Einsatz gebracht werden, die bis vor kurzem praktisch nicht erhältlich waren, und neue, nicht bekannte und unübliche Eigenschaften aufweisen.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein Bindemittel zur Herstellung von Beton und Mörtel durch Zugabe von Wasser, das mindestens ein anorganisches, hydraulisches Bindemittel, wie z. B. Kalk oder Zement, und mindestens einen, vorzugsweise in feinverteilter Form vorliegenden, Kunststoff enthält, zur Herstellung von gegen Schlagbeanspruchung, Abrieb und Frost-Tauwechsel unempfindlichen Bauteilen und/oder Belägen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass es neben dem anorganischen, hydraulischen Bindemittel, insbesondere Portlandzement üblicher Zusammensetzung, Eisenportlandzement, Hochofenzement, Tonerdezement, modifizierten Portlandzement auf Basis von $11\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaF}_2$, Grenoblezement und/oder Romanzement, als Kunststoff mindestens einen, vorzugsweise in flüssigkeitsdispergierter und/oder gelöster Form vorliegenden, Kunststoff mit einem $T_{\lambda\text{max}}$ -Wert, ermittelt nach DIN 53445, von weniger als -8°C enthält. Das Bindemittel kann in fein verteilter Form vorliegende bituminöse Stoffe, wie Bitumen und/oder Teer, in gemahlener, trockendispersierter, flüssigkeitsdispergierter und/oder gelöster Form und gegebenenfalls weitere Zusätze enthalten.

Zur Erläuterung sei ausgeführt, dass unter $T_{\lambda\text{max}}$ jene Temperatur zu verstehen ist, bei der bei einem Kunststoff das logarithmische Dekrement der Torsionsschwingungsdämpfung, beim Test nach DIN 53445 ein Maximum durchläuft. Diese Bestimmung des $T_{\lambda\text{max}}$ -Wertes ist beispielsweise in der Firmenschrift «Acrylharzdispersionen», Röhm, Pkt. 5 S. 9, 10 beschrieben.

Es sei betont, dass das erfindungsgemässe Bindemittel einen ganz gezielt ausgewählten, «fertigen» Kunststoff enthält, der während des Abbindens des Zementes nicht mehr auszuhärten braucht. Es ist also eine Dampfbehandlung oder Behandlung des gemischten Betons oder Mörtels mit Wärme zur Polymerisation erfindungsgemäss nicht vorgesehen und nicht nötig.

Im Gegensatz zum beispielsweise in Baustoffmischungen eingesetzten plastifizierten PVA (DE-OS 1 671 078) ist bei den erfindungsgemäss einzusetzenden, Tieftemperaturklebrigkeit aufweisenden, Kunststoffen ein Austreten des Plastifizierungsmittels nicht möglich, da es nicht vorhanden ist. Dieses «Ausschwitzen» bzw. Austreten würde zu einer Versprödung führen, der niedrige $T_{\lambda\text{max}}$ -Wert hingegen ist eine dem Kunststoff selbst innewohnende Eigenschaft, so dass Veränderungen durch Alterung nach dem Einbau praktisch ausgeschlossen sind und die Eigenschaften des erfindungsgemässen Betons sich unabhängig von der Temperatur und vom Alter in weiten Bereichen nicht ändern.

Durch den erfindungsgemässen Einsatz von Kunststoffen mit einem niedrigen $T_{\lambda\text{max}}$ -Wert wird weiters ganz allgemein eine für die Haltbarkeit von Betonen oder Mörteln auch in dünnen Schichten, die jeweils der Stärke des Grösstkorner der Zuschläge entsprechend über 0,5 mm, beispielsweise von etwa 1 bis 40 mm, betragen können, entscheidende Elastizität erreicht, die sich bei Schlag- und Stossbeanspruchung in einer stark dämpfenden Wirkung zeigt. Weiters

liess sich feststellen, dass bei Ausbesserungen wesentlich geringere Spannungen in den Grenzflächen Alt- und Neubeton, die beispielsweise durch das Schwinden des hydraulischen Bindemittels bei der Hydratation und durch die Längenänderung bei Temperaturveränderungen verursacht werden, auftreten.

Waren die bisher eingesetzten Bindemittel auf Basis Zement, Kunststoff und gegebenenfalls Bitumen bei Raumtemperatur oder darüber noch einigermaßen tragbar, so ermöglichen die erfindungsgemässen Bindemittel die Herstellung von Belägen und Bauteilen, die auch bei Temperaturen unter 0 °C und je nach Wahl des Kunststoffes auch weit darunter ihre Elastizität beibehalten und daher gegen Stoss-, Schlag- und Abriebbeanspruchung sowie Frost-Tauwechselbeanspruchung unempfindlich sind.

Durch die oben erwähnten Zusätze bzw. deren Kombination können einerseits die Beton- bzw. Mörtелеigenschaften in weitem Temperaturbereich (–36 bis +80 °C) praktisch konstant gehalten, andererseits können durch die erfindungsgemässe Kombination der E-Modul und somit die gewünschten Beton- bzw. Mörtелеigenschaften im vorhinein – den Anforderungen entsprechend – genau angepasst werden.

Abgestuft nach dem jeweiligen Verwendungszweck und auch der bei Raumtemperatur erwünschten Elastizität wird der $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert des im Bindemittel enthaltenen Kunststoffes gewählt. Kunststoffe mit $T_{\lambda_{\max}}$ -Werten von –15 bis zu –8 °C werden vorteilhaft für die Herstellung von Belägen in geschlossenen, aber ungeheizten Räumen, z. B. für Beläge in Garagen, Hallen oder dergleichen, eingesetzt.

Werden Betone für Bauteile und Beläge benötigt, die bei tiefen Temperaturen keiner Einwirkung von Salz infolge Streuung unterworfen sind, also keine extremen Tieftemperaturen aushalten müssen, so hat sich der Zusatz eines Kunststoffes mit einem $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert unter –15 °C als vorteilhaft erwiesen.

Für Beläge und Bauteile, die infolge Salztreuung und dadurch hervorgerufener Gefrierpunktserniedrigung extrem tiefen Temperaturen ausgesetzt sind, hat sich der Einsatz eines Kunststoffes bewährt, dessen $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert unter –36 °C liegt.

Die mit den erfindungsgemässen Bindemitteln hergestellten Betone bzw. Mörtel, die die angeführten Kunststoffe mit niedrigem $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert enthalten, zeigen die bisher beobachteten Mängel, wie Zersplittern bei Schlagbeanspruchung und Versprödung in der Kälte nicht, da durch den Kunststoff je nach gewähltem $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert die ursprüngliche Elastizität über den gesamten, jeweils gewünschten Gebrauchstemperaturbereich ohne nennenswerte Änderungen beibehalten wird.

Ausserdem zeigte sich bei Untersuchungen der überraschende Effekt, dass bei Normaltemperatur, bei der Verwendung von Kunststoffen mit $T_{\lambda_{\max}}$ -Werten von insbesondere unter –15 °C, die erforderliche bzw. jeweils gewünschte Elastizität durch Zugabe wesentlich geringerer Mengen an Kunststoff erzielt werden kann, als bei Mischungen, die Kunststoffe enthalten, deren $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert höher liegt.

Die Einsparungen betragen beispielsweise bei einem $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert von –15 °C, wie sich zeigte, etwa 40% und lassen sich bei Absinken des $T_{\lambda_{\max}}$ -Wertes des in der Bindemittelmischung eingesetzten Kunststoffes noch wesentlich steigern.

Es können die verschiedensten Klassen von Kunststoffen, also reine Polymerisate, aber auch Misch- und Co-Polymerisate in den erfindungsgemässen Bindemitteln Verwendung finden, wenn sie nur dem Kriterium eines $T_{\lambda_{\max}}$ -Wertes, der unter dem, dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechenden, oben angeführten $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert liegt, genügen.

Nur beispielhaft seien genannt: reine Acrylharze, Polyacrylate, Acrylsäureester, Styrol-Butadienharze, Butadienharze, Polyvinylester (z. B. Acetate oder Chloride) und Copolymere der genannten Harze.

Der niedrige $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert lässt sich insbesondere durch Abbrechen der Polymerisation bei bestimmter Kettenlänge erreichen. Das bringt den Vorteil, dass diese Harze im wesentlichen nicht teurer sind als die bisher in Bindemittelmischungen verwendeten. Es ist auch möglich, den $T_{\lambda_{\max}}$ -Wert durch Zugabe von Weichmachern zu senken, solche Kunststoffe sind aber, da sich im Laufe der Zeit der Weichmacher ausscheidet, für die oben beschriebenen Zwecke nicht verwendbar.

Was die Mengen Kunststoff im erfindungsgemässen Bindemittel betrifft, so haben sich Mischungen als vorteilhaft erwiesen, in denen der Kunststoff in Mengen von 3 bis 35 Gew.-%, vorzugsweise von 5 bis 20 Gew.-%, bezogen auf die Menge des anorganischen Anteiles des Bindemittels, enthalten ist.

Die Menge Bitumen und/oder Teer im Bindemittel beträgt vorteilhaft von 0,5 bis 25 Gew.-%, insbesondere von 0,5 bis 10 Gew.-%, und vorzugsweise von 1 bis 6 Gew.-%, bezogen auf die Menge des anorganischen Anteiles des Bindemittels. Günstig kann es weiters auch sein, wenn das Bindemittel neben Zement, Kunststoff und gegebenenfalls Bitumen und/oder Teer die Betoneigenschaften regelnde Zusätze enthält, vorzugsweise

a) die Anmachwassermenge, insbesondere bei gleicher Verarbeitbarkeit der Mörtel- und Betonmischung, herabsetzende Stoffe, beispielsweise kationenaktive, anionenaktive oder nichtionogene Netzmittel oder Sulfitablaugen und/oder

b) die Abbindegeschwindigkeit und/oder die Erhöhung der Mischung verändernde Stoffe, beispielsweise Glukonate, Phosphate, Citrate, Weinsäure, Bernsteinsäure, Succinate, Alkalicarbonate, Silikofluoride, Aluminate, Alkali- bzw. Erdalkalihalogenuide

c) Mikroluftporen einführende Stoffe, wie beispielsweise natürliche Vinsolharze (Koniferenharze) oder synthetische Porenbildner, beispielsweise synthetische Seifen oder Carboxylate und/oder

d) Poren enthaltende, vorzugsweise eine geschlossene Oberfläche aufweisende, Form-Körper mit Grössen von etwa 5 µm und darüber, insbesondere von 5 µm bis 4 mm, vorzugsweise von 10 bis 60 µm, insbesondere Mikrohohlkörper, beispielsweise Mikrohohlkugeln, aus geblähten silikatischen Stoffen, wie z. B. Perliten, Vermiculiten und/oder Blähtonen oder aus Kunststoffen, wie z. B. aus expandierten Polystyrolen (EPS), Polyurethanen, geschäumtem Polyäthylen und/oder Schaumgummi.

Die Menge des Zusatzes d) beträgt vorzugsweise 1 bis 10 Vol.-%, insbesondere von 2,5 bis 5 Vol.-%, bezogen auf das Volumen des fertigen Betons und/oder Mörtels.

Die Herstellung der Beton- oder Mörtelmischungen kann in beliebiger Weise erfolgen, d. h., die Reihenfolge der Zugabe der Bindemittelkomponenten kann beliebig gewählt werden. Es hat sich gezeigt, dass ein besonders günstiges Verhalten der fertigen Mörtel oder Betone erreicht wird, wenn man bei der Herstellung des Bindemittels, insbesondere Beton oder Mörtel, die Zuschläge zuerst mit einem Teil, vorzugsweise mit 30–70%, insbesondere etwa 50% des Kunststoffes in gelöster und/oder dispergierter Form vermischt, insbesondere umhüllt, danach die Gesamtmenge an anorganischem Bindemittelanteil zumischt, und schliesslich den jeweils restlichen Teil des Kunststoffes und gegebenenfalls die gewünschte Wassermenge zusetzt.

Enthält das Bindemittel noch zusätzlich Bitumen, so ist es vorteilhaft, wenn man die Zuschläge mit mindestens einem Teil, vorzugsweise 30–100%, insbesondere 70–100%,

des Bitumens und/oder Teers und gegebenenfalls einem Teil, vorzugsweise 30–70%, insbesondere etwa 50%, des Kunststoffes vermischt, insbesondere umhüllt, danach die Gesamtmenge anorganischem Bindemittelanteil zumischt und schliesslich den jeweils restlichen Teil oder die Gesamtmenge des Kunststoffes und gegebenenfalls den restlichen Teil des Bitumens und/oder Teers und gegebenenfalls die gewünschte Wassermenge zusetzt.

Die Erfindung wird anhand der nachstehenden Versuchsbeispiele, die in Tabellenform zusammengefasst sind, erläutert.

Beispiele 1–14

Zement, Kunststoff(e) und gegebenenfalls Bitumenemulsion(en) wurden in den aus der folgenden Tabelle ersichtlichen Mengen mit den Zuschlägen in trockener Form und mit einer Kornzusammensetzung nach ÖNorm B 3304 im Zwangsmischer mit dem zur Erreichung der erforderlichen Verarbeitungskonsistenz benötigten Wasser gemischt und in die Prüfkörper eingebaut.

Die Lagerung bis zur Prüfung erfolgte unter Normklima. Zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften (E-Modul) bei tiefen Temperaturen wurden die Prüfkörper 4 Stunden vor der Prüfung gefrostet.

Die Frost-Tauwechselbeanspruchung bei gleichzeitiger Schlageinwirkung erfolgte in nachstehender Weise:

Sämtliche in der Tabelle angeführten Zement- und Kunststoffmischungen mit oder ohne Bitumenemulsionen wurden auf einen Normalbeton, der der Mischung 1) entsprach, in einer Schichtdicke von 4 cm appliziert und nach dem Erhärten der Frosteinwirkung im Gefrierschrank ausgesetzt, wobei nach einer Gefrierzeit von 4 Stunden die Probekörper während einer Stunde im 50 °C warmen Wasser zwischengelagert wurden. Halbstündlich erfolgte durch Herausnahme der Prüfkörper die Schlagbeanspruchung durch Pressen mit dem Gerät nach Schmidt. Dieser Behandlungszyklus wurde bis zum Loslösen oder Zersplittern des Neubetons fortgesetzt. Überschreitet die Haltbarkeit der Mischung 70 Frost-Tauwechselzyklen, unter gleichzeitiger Schlagbeanspruchung, wurde der Versuch abgebrochen.

Tabelle

No.	Zement kg/m ³ FB	Kunststoffe berechnet auf das Trockengewicht			W/Z-Wert	Raumgewicht kg/m ³		
		Art	kg/m ³ FB	T _{λmax} Wert °C DIN 53445		frisch	7 ^d	28 ^d
1	400	–	–	–	0,45	2448	2440	2435
2	400	reines Acrylharz	40	+56	0,45	2443	2441	2438
3	400	Styrol Butadien	40	+21	0,45	2441	2436	2430
4	400	Acrylsäureäthylester	40	+18	0,45	2440	2430	2425
5	400	Acrylsäurebutylester	40	–18	0,45	2438	2431	2428
6	400	Acrylsäurebutylester	40	–46	0,45	2442	2432	2424
7	400	Styrol Butadien	40	–70	0,45	2390	2380	2374
8	400*	Acrylsäurebutylester	30	+18	0,47	2320	2300	2280
9	400*	Acrylsäurebutylester	30	–40	0,47	2310	2302	2284
10	400	Acrylbutylester	25	–46	0,49	2454	2450	2443
11	400	–	–	–	0,45	2450	2445	2438
12	400	Vinylacetat Äthylen, Vinylchlorid	40	–42	0,45	2220	2212	2198
13	400	Acrylsäurebutylester	100	–25	0,31	2305	2300	2286
14	400**	Acrylpropylester	20	–40	0,30	2198	2140	2100

* zusätzlich 1,5% einer 60%igen Bitumenemulsion bezogen auf das Frischraumgewicht

** zusätzlich 10% einer 60%igen Bitumenemulsion bezogen auf das Frischraumgewicht

Tabelle 1. Fortsetzung

No.	Druckfestigkeit kp/cm ²								
	Prüftemperatur nach Lagerung bei +20 °C								
	2 ^h	+20 °C 7 ^d	28 ^d	2 ^h	–15 °C 7 ^d	28 ^d	2 ^h	–36 °C 7 ^d	28 ^d
1	112	390	425	–	381	424	–	396	444
2	118	412	500	–	450	548	–	481	561
3	74	240	304	–	285	321	–	318	378
4	84	260	330	–	305	366	–	350	420
5	72	224	312	–	248	364	–	311	382
6	69	200	300	–	201	298	–	220	312
7	44	112	138	–	117	141	–	121	136
8	55	201	280	–	244	312	–	340	430
9	54	177	244	–	188	260	–	198	271
10	90	220	315	–	246	338	–	260	350
11	–	300	406	–	312	404	–	340	412
12	–	116	121	–	198	212	–	248	260
13	–	180	190	–	185	200	–	196	204
14	–	100	112	–	160	174	–	240	268

Tabelle 2. Fortsetzung

No.	Elastizitätsmodul / statisch / kp/cm ² nach ÖNorm B 3303 Prüftemperatur nach Lagerung bei +20 °C			
	7 ^d	28 ^d	7 ^d	28 ^d
1	245.000	320.000	248.000	324.000
2	212.000	318.000	242.000	358.000
3	140.000	160.000	205.000	212.000
4	152.000	206.000	230.000	321.000
5	112.000	118.000	120.000	127.000
6	98.000	100.000	100.000	102.000
7	60.000	64.000	61.000	64.000
8	100.000	120.000	205.000	291.000
9	50.000	52.000	50.000	51.000
10	125.000	140.000	134.000	160.000
11	232.000	310.000	230.000	314.000
12	112.000	122.000	146.000	160.000
13	68.000	69.000	69.000	70.000
14	12.000	13.000	48.000	49.000

Tabelle 3. Fortsetzung

No.	Elastizitätsmodul / statisch / kp / cm ² nach ÖNorm B 3303 Prüftemperatur nach Lagerung bei + 20 °C		Anzahl der Frost-Tausalzperioden und zusätzlicher Schlägeinwirkung		Zementart
	– 36 °C		– 15 °C	– 36 °C	
	7 ^d	28 ^d			
1	252.000	333.000	–	–	modifizierter Portlandzement auf Basis von 11CaO/7Al ₂ O ₃ · CaF ₂
2	271.000	364.000	4	2	
3	248.000	280.000	4	3	
4	265.000	357.000	4	3	
5	164.000	204.000	> 70	4	
6	112.000	116.000	> 70	> 70	
7	78.000	80.000	> 70	> 70	
8	288.000	364.000	4	1	
9	60.000	64.000	> 70	> 70	
10	180.000	200.000	> 70	28	
11	242.000	324.000	–	–	Portlandzement PZ 375
12	200.000	228.000	> 70	> 70	
13	71.000	72.000	> 70	> 70	
14	81.000	82.000	> 70	> 70	

Die Versuche zeigen, geordnet nach der Nummer der Tabelle, im wesentlichen folgendes:

1) zeigt die mechanischen Werte eines zementgebundenen Betons ohne Zusätze und das Elastizitätsverhalten unter den Temperaturbedingungen bei 20, –15 und –36 °C.

2) Bei Zusatz einer Dispersion, bestehend aus reinem Acrylharz, dessen $T_{\max}$ -Wert bei +56 °C liegt, ist die Elastizität bei +20 °C dem des Untergrundes nahezu gleich; in der Kälte, also schon bei –15 °C, versprödet der Kunststoffanteil und damit der Belag, die Frost-Tau-Perioden liegen bei 2–4.

3) + 4) zeigen im wesentlichen ähnliche Ergebnisse, obwohl der $T_{\max}$ -Wert gegenüber 2) abgesenkt ist.

5) Durch die Verwendung von Kunststoffen mit einem $T_{\max}$ -Wert von –18 °C wird die Elastizität des Betons auch in der Kälte (bei –15 °C) nicht unvorteilhaft verändert.

6) + 7) zeigen, dass infolge der wesentlich tieferliegenden $T_{\max}$ -Werte Elastizitätsveränderungen in der Kälte nicht ausgeprägt auftreten.

8) Dem System Zement/Kunststoff wurde zusätzlich Bitumenemulsion zugemischt, die zwar bei Normaltemperaturen die Elastizität stark verbessert, aber infolge des thermoplastischen Charakters des Bitumens bei tieferen Temperatu-

ren den Belag dennoch versprödet.

9) Durch die Verwendung von Kunststoffen mit einem $T_{\max}$ -Wert von –40 °C, bleiben die guten Elastizitätseigenschaften bis zur tiefsten Prüftemperatur trotz sonst üblicher Versprödung des Bitumens voll erhalten.

10) Dieses Beispiel demonstriert die Möglichkeit, durch die Verwendung von Kunststoffen mit niederen $T_{\max}$ -Werten zur Erreichung gleicher Elastizitätswerte gegenüber solchen mit hohem $T_{\max}$ -Wert Kunststoff in einer Menge von etwa 40% einzusparen (siehe Vergleich zu Beispiel 4).

11) ist ein Vergleichsbeispiel wie 1), jedoch ist als Zement anstelle von modifiziertem Portlandzement auf Basis von $C_{11}A_7CaF_2$, Portlandzement 375 eingesetzt worden.

12) zeigt, dass das Kriterium der Kälteelastizität durch den $T_{\max}$ -Wert, unabhängig von der Kunststoffart, gegeben ist.

13) Durch höhere Anteile an Kunststoffen entstehen hoch-oder plasto-elastische Beläge mit hervorragender Kälteelastizität.

14) Durch Zusammenwirken von Kunststoffen mit niederen $T_{\max}$ -Werten und höherem Bitumenanteil bleibt die Kälteelastizität trotz Versprödung des Bitumens gewährleistet.