



(10) **DE 10 2012 221 451 A1** 2014.05.28

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 221 451.8**

(22) Anmeldetag: **23.11.2012**

(43) Offenlegungstag: **28.05.2014**

(51) Int Cl.: **C09K 21/14 (2006.01)**

**C09D 5/18 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Hilti Aktiengesellschaft, Schaan, LI**

(72) Erfinder:

**Marauska, Juliane, 25524, Itzehoe, DE**

(74) Vertreter:

**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER  
PATENTANWÄLTE, 81679, München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Intumeszierende Zusammensetzung und ausgehärteter intumeszierender Stoff**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine intumeszierende Zusammensetzung beschrieben, die ein Polymer, das unter einem Polyurethan oder einem Polyether, die terminiert und/oder als Seitengruppen entlang der Polymerkette alkoxyfunktionelle Silangruppen enthalten, ausgewählt ist, mindestens einen intumeszierenden Bestandteil und mindestens einen Weichmacher umfasst. Die Zusammensetzung eignet sich als Beschichtung, insbesondere Brandschutzbeschichtung für Bauteile.

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine intumeszierende Zusammensetzung.

**[0002]** Intumeszierende Zusammensetzungen werden üblicherweise zur Bildung von Beschichtungen auf der Oberfläche von Bauteilen aufgebracht, um diese vor Feuer oder gegen große Hitzeeinwirkung, etwa in Folge eines Brandes zu schützen. Stahlkonstruktionen sind mittlerweile fester Bestandteil der modernen Architektur, auch wenn sie einen entscheidenden Nachteil im Vergleich zum Stahlbetonbau haben. Oberhalb von ca. 500°C sinkt die lasttragende Kapazität des Stahls um 50%, d.h. der Stahl verliert seine Stabilität und seine Tragfähigkeit. Diese Temperatur kann je nach Brandbelastung, etwa bei direkter Feuereinwirkung (ca. 1000°C) bereits nach ca. 5–10 Minuten erreicht werden, was häufig zu einem Zusammenbruch der Konstruktion führt. Zielsetzung des Brandschutzes, insbesondere des Stahlbrandschutzes ist es nun, die Zeitspanne bis zum Zusammenbruch einer Stahlkonstruktion im Brandfall zur Rettung von Menschenleben und wertvollen Gütern möglichst lange hinauszuzögern. Durch Isolierung des Stahls kann die Wärmeübertragungsrate verringert werden, wodurch sich die Zeitspanne verlängert, in der das Gebäude intakt bleibt.

**[0003]** Systeme, die auf einer Isolierung beruhen, um Gebäude vor Feuer zu schützen, werden im Allgemeinen als passiver Brandschutz bezeichnet. Passiver Brandschutz kann sowohl „reaktiv“ als auch „nicht-reaktiv“ sein. Die so genannten reaktiven Systeme basieren auf einer Isolierung, deren physikalische und/oder chemische Beschaffenheit sich bei Hitzeeinwirkung im Brandfall ändert. Als Beispiele können hier intumeszierende, ablativ und sublimierende Systeme genannt werden. Die so genannten nicht-reaktiven Systeme stellen eine Isolierung bereit, ohne dass eine physikalische und/oder chemische Veränderung der Beschaffenheit der Isolierung erforderlich ist. Als Beispiele können hier zementartige Überzüge und Vermiculite-Platten genannt werden.

**[0004]** Brandschutzbeschichtungen können entweder bereits beim Hersteller oder vor Ort auf die Stahlbauteile, wie Stahlträger und dergleichen, aufgebracht werden. Typische intumeszierende Systeme basieren auf einem Gemisch aus Ammoniumpolyphosphat, Kohlenstoffquelle und Melamin. Diese reagieren im Brandfall unter Bildung von Stickstoffgas miteinander, wodurch die Schicht aufschäumt und sich ein mehrere Zentimeter dicker Schaum bildet, der das Stahlgerüst isoliert.

**[0005]** Herkömmliche einkomponentige dämmschichtbildende Zusammensetzungen sind entweder lösungsmittel- oder wasserbasiert und bilden durch Verdunsten des Lösungsmittels oder Wassers einen trockenen Film. Diese Eigenschaft hat praktische Grenzen bei der maximalen Dicke der Nassschicht, die in einer Beschichtung, d.h. in einem Arbeitsgang, aufgetragen werden kann, da dicke Schichten eine lange Trocknungszeit haben.

**[0006]** Epoxidharz-basierte Beschichtungen werden verwendet, um Brandschutzbeschichtungen auf Stahl und andere Substrate aufzutragen, da diese eine ausgezeichnete Haftung auf Stahl haben, widerstandsfähig sind und eine Dämmschicht für den Brandschutz bilden.

**[0007]** Intumeszierende Brandschutzbeschichtungen sind umfangreich in der Patentliteratur beschrieben. Beispielsweise beschreibt die US 2008/0224105 A1 eine flüssige intumeszierende Beschichtungszusammensetzung, welche ein Harzsystem umfasst, wobei sich durch radikalische Polymerisation eine feste Beschichtung bildet. Die WO 2008/129242 beschreibt eine intumeszierende Formulierung, welche eine Kohlenstoffquelle, ein Treibmittel, eine Säurequelle und Ton, wie organomineralischer Ton, umfasst. Dabei wird angenommen, dass der organomineralische Ton die Wärmedämmeigenschaften der aufgeschäumten Beschichtung verbessert. Die WO 2009/013532 beschreibt eine Beschichtungszusammensetzung, die mindestens einen intumeszierenden Bestandteil umfasst, der in einem Harzbindemittel, das mindestens eine kovalent angebundene phosphorhaltige Komponente enthält, eingebunden ist.

**[0008]** Nachteilig an den bekannten Zusammensetzungen ist, dass sie nur ein begrenztes Aufschäumen zulassen, so dass dicke Schichten davon erforderlich sind, um einen ausreichenden Brandschutz zu gewährleisten, was je nach verwendetem System aufgrund des hohen finanziellen Aufwandes unwirtschaftlich werden kann.

**[0009]** Hierzu schlägt die WO 2010/131037 A1 vor, eine Zusammensetzung zu verwenden, die auf Silan-terminierten Polyurethanen oder Silan-terminierten Polyethern als Bindemittel basiert, mit dazu kompatiblen Weichmachern, die unter Derivaten der Benzoesäure, Phthalsäure, z.B. Phthalate, wie Dibutyl-, Dioctyl-, Dicyclohexyl-, Diisooctyl-, Diisodecyl-, Dibenzyl- oder Butylbenzylphthalat, Trimellitsäure, Pyromellitsäure, Adipin-

säure, Sebacinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure, Itaconsäure und Zitronensäure, Alkylphosphatester und Derivate von Polyestern, Polyethern und Epoxiden und dergleichen ausgewählt sind, und mit intumeszierenden Additiven. Damit können Beschichtungen bereitgestellt werden, die selbst bei einer sehr geringen Trockenschichtdicke eine sehr hohe Intumeszenzrate aufweisen.

**[0010]** Diese Zusammensetzung enthält jedoch nur bestimmte Klassen an Weichmachern, so dass Bedarf an einer Zusammensetzung besteht, die andere als die in der WO 2010/131037 A1 beschriebene Weichmacher, die mit dem Polymer verträglich sind, verwendet.

**[0011]** Aufgabe der Erfindung ist daher, alternative intumeszierende Zusammensetzungen bereitzustellen, die Beschichtungen ergeben, deren Eigenschaften den in der WO 2010/131037 A1 beschriebenen Beschichtungen entsprechen.

**[0012]** Dies kann dadurch erreicht werden, dass Alkylsulfonsäureester des Phenols oder andere als in der WO 2010/131037 A1 genannte aliphatische Ester, z.B. hydrierte Derivate der Phthalsäure und dergleichen, als Weichmacher verwendet werden.

**[0013]** Dementsprechend ist ein Gegenstand der Erfindung eine intumeszierende Zusammensetzung, die ein Polymer, das unter einem Polyurethan oder einem Polyether, die terminiert und/oder als Seitengruppen entlang der Polymerkette alkoxyfunktionelle Silangruppen enthalten, ausgewählt ist, einen intumeszierenden Bestandteil und mindestens einen Weichmacher, ausgewählt unter C<sub>10</sub>-C<sub>21</sub>-Alkylsulfonsäureestern des Phenols, Polyestern, erhältlich aus linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten C<sub>6</sub>-C<sub>21</sub>-Monocarbonsäuren und multifunktionellen Alkoholen bzw. deren ethoxylierten Derivaten, und alicyclischen Carbonsäureestern, umfasst.

**[0014]** Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein ausgehärteter intumeszierender Stoff, der durch Auftragen der erfindungsgemäßen intumeszierenden Zusammensetzung und deren Aushärtung erhalten wird.

**[0015]** Im Sinne der Erfindung bedeutet „intumeszierende Zusammensetzung“ eine Zusammensetzung, die sich bei Hitzeeinwirkung ausdehnen oder aufquellen kann.

**[0016]** Die erfindungsgemäßen intumeszierenden Zusammensetzungen können z.B. zur Beschichtung von Stahl oder anderen Substraten, wie Beton oder Holz, verwendet werden, wobei die Beschichtung direkt nach der Herstellung der Bauelemente, oder vor Ort, nachdem beispielsweise ein Stahlgerüst für ein Gebäude errichtet wurde, aufgebracht werden kann. Bei hohen Temperaturen wird das durch die Silan-terminierten Polyurethane oder Silan-terminierten Polyether gebildete Polymernetzwerk aufgebrochen, so dass das Polymer die Intumeszenz, die durch den intumeszierenden Bestandteil generiert wird, nicht stört.

**[0017]** Dementsprechend hat die erfindungsgemäße Zusammensetzung einen hohen Intumeszenzwirkungsgrad, was bedeutet, dass, verglichen mit einer Epoxid-basierten Beschichtungszusammensetzung, nur eine relativ dünne Schicht der Beschichtung auf das Substrat, wie Stahl oder andere Materialien, aufgetragen werden muss.

**[0018]** Idealerweise härtet eine 5 mm dicke Schicht in etwa 15 Stunden aus. Dies stellt Vorteile gegenüber den bekannten einkomponentigen Systemen dar, die oftmals bis zu fünf oder mehr Beschichtungen erforderlich machen, um die 5 mm dicke Schicht zu erreichen, wobei die Trocknungszeiten zwischen den Beschichtungen bis zu einer Woche betragen können.

**[0019]** Die erfindungsgemäße intumeszierende Zusammensetzung kann als Einkomponenten-System oder aber auch als Mehrkomponenten-System bereitgestellt werden. Bei der Verwendung eines Mehrkomponenten-Systems werden die jeweiligen Komponenten miteinander vermischt, um einen ausgehärteten Stoff zu erhalten, der fähig ist, bei Hitzeeinwirkung aufzublähen.

**[0020]** In einkomponentigen Zusammensetzungen gelten die nachfolgend hinsichtlich zweikomponentigen Zusammensetzungen angestellten Überlegungen entsprechend, außer dass alle Komponenten miteinander vermischt und nicht auf zwei Komponenten aufgeteilt sind und dass jeder „nasse“ Inhaltsstoff vor der Herstellung der Zusammensetzung getrocknet werden muss, um ein vorzeitiges Härten der Zusammensetzung zu vermeiden.

**[0021]** Das Polymer ist einer Menge von bis zu 100 Gew.-%, bezogen auf die erste Komponente der zweikomponentigen Zusammensetzung enthalten, so dass die Menge an Polymer bis zu 50 Gew.-%, stärker bevorzugt 5 bis 30 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Zusammensetzung, beträgt. Bevorzugt besteht die erste Komponente der zweikomponentigen Zusammensetzung im Wesentlichen aus dem Polymer und stärker bevorzugt nur aus dem Polymer. Besteht die erste Komponente nur oder im Wesentlichen aus dem Polymer, liegt die erste Komponente in der Form vor, wie sie vom Hersteller bereitgestellt wird, ohne dass ein weiteres Verarbeiten oder Mischen vor der Auslieferung an den Endkunden erforderlich ist. Dies verringert die Herstellkosten und beschleunigt die Herstellung der zweikomponentigen Zusammensetzung. Ferner wird ein häufiger Gebrauch des Polymers vermieden, was zu einer längeren Lagerfähigkeit führt, da Verunreinigungen oder ein unweigerliches Einbringen von Luftfeuchtigkeit verringert werden.

**[0022]** In einkomponentigen Zusammensetzungen beträgt die Menge an Polymer gewöhnlich bis zu 4 bis 50 Gew.-%, stärker bevorzugt 5 bis 30 Gew.-% der intumeszierenden Zusammensetzung.

**[0023]** Bevorzugt ist das Polymer ein telecheles Polymer (d.h. ein Polymer, das mindestens eine funktionalisierte Endgruppe trägt und zur Bildung von Bindungen mit anderen Molekülen selektiv reagieren kann). Stärker bevorzugt ist das Polymer ein telecheles Polymer mit difunktionellen oder trifunktionellen Endgruppen. Noch stärker bevorzugt tragen beide Endgruppen mindestens eine funktionalisierte Endgruppe, und am stärksten bevorzugt tragen beide Endgruppen des Polymers mindestens zwei funktionelle Endgruppen. Bevorzugt handelt es sich bei den Endgruppen um funktionalisierte Silylmethyl- oder Silyl-n-propylreste. Stärker bevorzugt handelt es sich bei den Endgruppen um funktionalisierte Silylmethylreste. Bevorzugt sind die terminalen Funktionalitäten Alkoxygruppen, so dass difunktionelle Endgruppen in einer Silan-Endgruppe zwei an das Si-Atom gebundene Alkoxygruppen tragen, und so dass trifunktionelle Endgruppen in einer Silan-Endgruppe drei an das Si-Atom gebundene Alkoxygruppen tragen. Gewöhnlich beträgt der Gehalt an Alkoxygruppen des Polymers 0,35 bis 0,70 mmol/g. Bevorzugt beträgt der Gehalt an Alkoxygruppen 0,40 bis 0,50 mmol/g. Am stärksten bevorzugt ist die Alkoxygruppe eine Methoxygruppe.

**[0024]** Beispiele geeigneter Polymere umfassen Silan-terminierte Polyether und Polyurethane, wie Alkoxysilan-funktionalisierte Polyurethane (z.B. Polymer ST61, Polymer ST75 und Polymer ST77; Hanse Chemie); Dimethoxy(methyl)silylmethylcarbam-terminierter Polyether, Trimethoxysilylpropylcarbam-terminierter Polyether, Silan-terminierte Polyurethan-Präpolymere (z.B. Desmoseal® SXP 2662, Desmoseal® SXP 2458 und Desmoseal® SXP 2636; Bayer); und silylierte Polyurethane (z.B. SPUR+\* 1010 LM, SPUR+\* 1050 LM und SPUR+\* 1015 LM; Momentive). Bevorzugt Polymere sind Dimethoxy(methyl)silylmethylcarbam-terminierter Polyether und Diethoxy(methyl)silylmethylcarbam-terminierter Polyether, beide vertrieben durch Wacker.

**[0025]** Bevorzugt enthält mindestens eine der Komponenten der zweikomponentigen Zusammensetzung oder die einkomponentige Zusammensetzung ein Vernetzungsmittel. Ein Vernetzungsmittel beschleunigt den Aushärtprozess. Bevorzugt ist das Vernetzungsmittel ein reaktives Silan-Vernetzungsmittel, stärker bevorzugt ein Alkoxysilan, welches eine reaktive funktionelle Gruppe trägt, die am stärksten bevorzugt eine primäre Aminogruppe ist. Dieses Vernetzungsmittel ist bevorzugt in einer Menge von 0,05 bis 1 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Zusammensetzung, enthalten.

**[0026]** Als alternative Polymere können bevorzugt solche verwendet werden, bei denen die alkoxyfunktionalen Silangruppen nicht terminal in das Gerüst des Polymers eingebaut werden, sondern gezielt seitenständig verteilt über die Kette des Grundgerüsts. Über die eingebauten mehreren Vernetzungseinheiten können wichtige Eigenschaften, wie die Vernetzungsdichte, gesteuert werden. Als geeignetes Beispiel kann hier die Produktlinie TEGOPAC® der Evonik Goldschmidt GmbH genannt werden, wie TEGOPAC BOND 150, TEGOPAC BOND 250 und TEGOPAC SEAL 100. In diesem Zusammenhang wird beispielhaft auf die DE 10 2008 000 360 A1, die DE 10 2009 028 640 A1, die DE 10 2010 038 768 und die DE 10 201 003 87 74 und verwiesen.

**[0027]** Die Zusammensetzung kann ferner ein Lösungsmittel enthalten, um die Viskosität zu verringern und die Sprühbarkeit der Zusammensetzung zu verbessern, wie zum Beispiel Xylol. Das Lösungsmittel wird unter Berücksichtigung der Verträglichkeit mit dem Polymer ausgewählt.

**[0028]** In einer Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Zusammensetzung mindestens einen Weichmacher und einen intumeszierenden Bestandteil.

**[0029]** Der Weichmacher ist erfindungsgemäß unter C<sub>10</sub>-C<sub>21</sub>-Alkylsulfonsäureestern des Phenols (ASE), wie z.B. Alkylsulfonsäurephenylestern, hergestellt durch Sulfochlorierung von Alkanen bzw. Alkangemischen mit

10 bis 21, bevorzugt 10 bis 18 Kohlenstoffatomen und anschließende Veresterung mit Phenol, oder Alkylsulfonsäurediphenylestern, hergestellt analog den Alkylsulfonsäurephenylestern, oder Gemischen davon sowie unter Polyestern, bevorzugt Estern aliphatischer Dicarbonsäuren, wie 1,2-Cyclohexandicarbonsäure-diisononylester, oder Glykoldiestern sowie ethoxylierte Derivate davon mit aliphatischen Monocarbonsäuren, wie z.B. Triethylenglykol(bis(-2ethylhexanoat), und Fettsäureestern mehrfunktioneller Alkohole, wie z.B. Trimethylolpropantrioleat, ausgewählt. Diese sind mit dem Polymer verträglich, d.h. mit diesem vollständig mischbar. Der Weichmacher hat die Aufgabe, das ausgehärtete Polymernetzwerk weich zu machen. Ferner hat der Weichmacher die Aufgabe, eine zusätzliche flüssige Komponente einzubringen, so dass die Füllstoffe vollständig benetzt werden. Der Weichmacher kann in solch einer Menge in der Zusammensetzung enthalten sein, dass er die eben beschriebenen Funktionen hinreichend erfüllen kann.

**[0030]** In einer einkomponentigen Zusammensetzung ist der Weichmacher zweckmäßig in einer Menge von 5 bis 40 Gew.-%, bevorzugt 10 bis 30 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Zusammensetzung enthalten.

**[0031]** Erfindungsgemäß enthält der intumeszierende Bestandteil ein dämmschichtbildendes Additiv, wobei das Additiv sowohl einzelne Verbindungen als auch ein Gemisch von mehreren Verbindungen umfasst.

**[0032]** Zweckmäßig werden hierzu Verbindungen eingesetzt, die durch die Bildung einer sich unter Hitzeeinwirkung bildenden, aufgeblähten, isolierenden Schicht aus schwerentflammbar Material, die das Substrat vor Überhitzung schützt und dadurch die Veränderung der mechanischen und statischen Eigenschaften tragender Bauteile durch Hitzeeinwirkung verhindert oder zumindest verzögert, wirken. Die isolierende Schicht kann durch die Reaktion eines Gemisches aus entsprechenden Verbindungen gebildet werden. Solche Systeme sind dem Fachmann unter dem Begriff „chemische Intumeszenz“ bekannt und können erfindungsgemäß eingesetzt werden. Alternativ kann die isolierende Schicht durch eine einzelne Verbindung, ohne chemische Reaktion mit einer anderen Verbindung, gebildet werden. Solche Systeme sind dem Fachmann unter dem Begriff „physikalische Intumeszenz“ bekannt und können ebenfalls erfindungsgemäß eingesetzt werden. Beide Systeme können alleine oder zusammen als Kombination erfindungsgemäß eingesetzt werden.

**[0033]** Für die Ausbildung einer intumeszierenden Schicht durch chemische Intumeszenz sind allgemein drei Komponenten erforderlich, ein Kohlenstofflieferant, ein Dehydrierungskatalysator und ein Treibmittel, die beispielsweise bei Beschichtungen in einem Bindemittel enthalten sind. Bei Hitzeeinwirkung erweicht das Bindemittel und die Brandschutzadditive werden freigesetzt. Durch thermische Zersetzung wird aus dem Dehydrierungskatalysator die Säure freigesetzt, die dem Kohlenstofflieferanten und/oder dem Bindemittel Wasser entziehen, was zu deren Verkohlung (Carbonisierung) und somit zur Bildung einer Kohlestruktur, der sogenannten Aschekruste führt. Gleichzeitig zersetzt sich das Treibmittel thermisch unter Bildung nicht-brennbarer Gase, die ein Aufschäumen des carbonisierten (verkohlten) Materials unter Bildung eines isolierenden Schaums bewirkt.

**[0034]** In einer Ausführungsform der Erfindung, in der die isolierende Schicht durch chemische Intumeszenz gebildet wird, umfassen das dämmschichtbildende Additiv mindestens einen Kohlenstoffgerüstbildner, mindestens ein Treibmittel, mindestens einen anorganischen Gerüstbildner und mindestens einen Säurebildner. Die Komponenten des Additivs werden insbesondere so ausgewählt, dass sie einen Synergismus entwickeln können, wobei einige der Verbindungen mehrere Funktionen erfüllen können.

**[0035]** Als Dehydrierungskatalysatoren bzw. Säurebildner kommen die in intumeszierenden Flammenschutzmitteln üblicherweise verwendeten und dem Fachmann bekannten Verbindungen, in Betracht, wie ein Salz oder ein Ester einer anorganischen, nicht flüchtigen Säure, ausgewählt unter Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Borsäure. Im wesentlichen werden phosphorhaltige Verbindungen eingesetzt, deren Palette sehr groß ist, da sie sich über mehrere Oxidationsstufen des Phosphors erstrecken, wie Phosphine, Phosphinoxide, Phosphoniumverbindungen, Phosphate, elementarer roter Phosphor, Phosphite und Phosphate. Als Phosphorsäureverbindungen können beispielhaft erwähnt werden: Monoammoniumphosphat, Diammoniumphosphat, Ammoniumphosphat, Ammoniumpolyphosphat, Melaminphosphat, Melaminharzphosphate, Kaliumphosphat, Polyolphosphate wie etwa Pentaerythritphosphat, Glycerinphosphat, Sorbitphosphat, Mannitphosphat, Dulcitolphosphat, Neopentylglykolphosphat, Ethylenglykolphosphat, Dipentaerythritphosphat und dergleichen. Bevorzugt wird als Phosphorsäureverbindung ein Polyphosphat oder ein Ammoniumpolyphosphat eingesetzt. Unter Melaminharzphosphaten sind dabei Verbindungen wie Umsetzungsprodukte aus Lamelite C (Melamin-Formaldehyd-Harz) mit Phosphorsäure zu verstehen. Als Schwefelsäureverbindungen können beispielhaft erwähnt werden: Ammoniumsulfat, Ammoniumsulfamat, Nitroanilinbisulfat, 4-Nitroaniline-2-sulfonsäure und 4,4-Dinitrosulfanilamid und dergleichen. Als Borsäureverbindung kann Melaminborat beispielhaft erwähnt werden.

**[0036]** Als Kohlenstofflieferant kommen die in intumeszierenden Flammenschutzmitteln üblicherweise verwendeten und dem Fachmann bekannten Verbindungen in Betracht, wie stärkeähnliche Verbindungen, z.B. Stärke und modifizierte Stärke, und/oder mehrwertige Alkohole (Polyole), wie Saccharide und Polysaccharide und/oder ein thermoplastisches oder duroplastisches polymeres Harzbindemittel, wie ein Phenolharz, ein Harnstoffharz, ein Polyurethan, Polyvinylchlorid, Poly(meth)acrylat, Polyvinylacetat, Polyvinylalkohol, ein Silikonharz und/oder einen Kautschuk. Geeignete Polyole sind Polyole aus der Gruppe Zucker, Pentaerythrit, Dipentaerythrit, Polyvinylacetat, Polyvinylalkohol, Sorbitol, EO-PO-Polyole. Bevorzugt werden Pentaerythrit, Dipentaerythrit oder Polyvinylacetat eingesetzt.

**[0037]** Es sei erwähnt, dass das Bindemittel im Brandfall selbst auch die Funktion eines Kohlenstofflieferanten haben kann.

**[0038]** Als Treibmittel kommen die üblicherweise in Flammenschutzmitteln verwendeten und dem Fachmann bekannten Verbindungen in Betracht, wie Cyanursäure oder Isocyanursäure und deren Derivate, Melamin und deren Derivate. Solche sind Cyanamid, Dicyanamid, Dicyandiamid, Guanidin und dessen Salze, Biguanid, Melamincyanurat, Cyansäuresalze, Cyansäureester und -amide, Hexamethoxymethylmelamin, Dimelaminpyrophosphat, Melaminpolyphosphat, Melaminphosphat. Bevorzugt wird Hexamethoxymethylmelamin oder Melamin (Cyanursäureamid) eingesetzt.

**[0039]** Geeignet sind ferner Komponenten, die ihre Wirkungsweise nicht auf eine einzige Funktion beschränkt, wie Melaminpolyphosphat, das sowohl als Säurebildner als auch als Treibmittel wirkt. Weitere Beispiele sind in der GB 2 007 689 A1, EP 139 401 A1 und US-3 969 291 A1 beschrieben.

**[0040]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, in der die isolierende Schicht durch physikalische Intumeszenz gebildet wird, umfasst das dämmschichtbildende Additiv mindestens eine thermisch expandierbare Verbindung, wie beispielsweise Graphit-Intercalationsverbindungen, auch als Blähgraphit bekannt. Diese können ebenfalls ins Trägermaterial eingebunden werden.

**[0041]** Als Blähgraphit kommen beispielsweise bekannte Einlagerungsverbindungen von  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , Halogen und/oder starken Säuren in Graphit in Frage. Diese werden auch als Graphitsalze bezeichnet. Bevorzugt sind Blähgraphite, die bei Temperaturen von beispielsweise 120 bis 350°C unter Aufblähen  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}$  und/oder  $\text{NO}_2$  abgeben. Der Blähgraphit kann beispielsweise in Form von Plättchen mit einem maximalen Durchmesser im Bereich von 0,1 bis 5 mm vorliegen. Vorzugsweise liegt dieser Durchmesser im Bereich 0,5 bis 3 mm. Für die vorliegende Erfindung geeignete Blähgraphite sind im Handel erhältlich. Im Allgemeinen sind die Blähgraphitteilchen in den erfindungsgemäßen Brandschutzelementen gleichmäßig verteilt. Die Konzentration an Blähgraphitteilchen kann aber auch punktuell, musterartig, flächig und/oder sandwichartig variiert sein. In dieser Hinsicht wird Bezug genommen auf die EP 1489136 A1, deren Inhalt hiermit in diese Anmeldung aufgenommen wird.

**[0042]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die isolierende Schicht sowohl durch chemische als auch durch physikalische Intumeszenz gebildet, so dass das dämmschichtbildende Additiv sowohl einen Kohlenstofflieferant, einen Dehydrierungskatalysator und ein Treibmittel als auch thermisch expandierbare Verbindungen umfasst.

**[0043]** Da die im Brandfall durch das Bindemittel gebildete Aschekruste in der Regel zu instabil ist und abhängig von deren Dichte und Struktur etwa durch Luftströmungen verblasen werden kann, was sich negativ auf die isolierende Wirkung der Beschichtung auswirkt, wird zu den eben aufgeführten Komponenten bevorzugt eine Verbindung gegeben, die die durch das Bindemittel gebildete Aschekruste zu stabilisieren vermag oder selbst ein Gerüst bildet, wodurch die isolierende Wirkung der Beschichtung aufrechterhalten oder verstärkt wird.

**[0044]** Als Aschekrustenstabilisatoren bzw. Gerüstbildner kommen die üblicherweise in Flammenschutzmitteln verwendeten und dem Fachmann bekannten Verbindungen in Betracht, beispielsweise Blähgraphit und teilchenförmige Metalle, wie Aluminium, Magnesium, Eisen und Zink. Das teilchenförmige Metall kann in Form eines Pulvers, von Plättchen, Schuppen, Fasern, Fäden und/oder Whiskers vorliegen, wobei das teilchenförmige Metall in Form von Pulver, Plättchen oder Schuppen eine Teilchengröße von  $\leq 50 \mu\text{m}$ , vorzugsweise von 0,5 bis 10  $\mu\text{m}$  besitzt. Im Fall der Verwendung des teilchenförmigen Metalls in Form von Fasern, Fäden und/oder Whiskers ist eine Dicke von 0,5 bis 10  $\mu\text{m}$  und eine Länge von 10 bis 50  $\mu\text{m}$  bevorzugt. Als Aschekrustenstabilisator kann alternativ oder zusätzlich ein Oxid oder eine Verbindung eines Metalls aus der Aluminium, Magnesium, Eisen oder Zink umfassenden Gruppe eingesetzt werden, insbesondere Eisenoxid, vorzugsweise Eisentrioxid, Titandioxid, ein Borat, wie Zinkborat und/oder eine Glasfritte aus niedrig schmelzenden Gläsern

mit einer Schmelztemperatur von vorzugsweise bei oder oberhalb 400°C, Phosphat- oder Sulfatgläsern, Melaminpolyzinksulfaten, Ferrogläsern oder Calziumborosilikaten. Die Zugabe eines solchen Aschekrustenstabilisators trägt zu einer wesentlichen Stabilisierung der Aschekruste im Brandfall bei, da diese Additive die mechanische Festigkeit der intumeszierenden Schicht erhöhen und/oder deren Abtropfen verhindern. Beispiele derartiger Additive finden sich auch in US 4 442 157 A, US 3 562 197 A, GB 755 551 A sowie EP 138 546 A1.

**[0045]** Daneben können Aschekrustenstabilisatoren wie Melaminphosphat oder Melaminborat enthalten sein.

**[0046]** Die Zusammensetzung kann neben dem intumeszierenden Bestandteil gegebenenfalls übliche Hilfsmittel wie Wasserfänger, z.B. Vinylfunktionelle Silane, wie Vinyltriethoxysilan oder Vinyltrimethoxysilan (z.B. Dynasylan VTMO von Evonik oder Geniosil XL 10 von Wacker), Netzmittel, etwa auf Basis von Polyacrylaten und/oder Polyphosphaten, Entschäumer, wie Silikonentschäumer, Verdicker, Farbstoffe, Fungizide, Weichmacher, chlorhaltige Wachse, Bindemittel, Flammhemmer oder diverse Füllstoffe, wie Vermiculit oder Blähgraphit, anorganische Fasern, Quarzsand, Mikroglasskugeln, Glimmer, Siliziumdioxid, Mineralwolle, und dergleichen enthalten.

**[0047]** Zusätzliche Additive wie Verdicker, Rheologieadditive und Füllstoffe können der Zusammensetzung zugegeben werden. Als Rheologieadditive, wie Anti-Absetzmittel, Antiablaufmittel und Thixotropiermittel, werden vorzugsweise Polyhydroxycarbonsäureamide, Harnstoffderivate, Salze ungesättigter Carbonsäureester, Alkylamoniumsalze saurer Phosphorsäurederivate, Ketoxime, Aminsalze der p-Toluolsulfonsäure, Aminsalze von Sulfonsäurederivaten sowie organische Lösungen oder Mischungen der Verbindungen verwendet. Daneben können Rheologieadditive auf Basis pyrogener oder gefällter Kieselsäuren oder auf Basis silanisierter pyrogener oder gefällter Kieselsäuren eingesetzt werden. Bevorzugt handelt es sich bei dem Rheologieadditiv um pyrogene Kieselsäuren, modifizierte und nicht modifizierte Schichtsilikate, Fällungskieselsäuren, Celluloseether, Polysaccharide, PU- und Acrylatverdicker, Harnstoffderivate, Rizinusölderivate, Polyamide und Fettsäureamide und Polyolefine, soweit sie in fester Form vorliegen, pulverisierte Cellulosen und/oder Suspensionsmittel wie z.B. Xanthan-Gummi.

**[0048]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der intumeszierende Bestandteil in einer solchen Menge enthalten, dass die Zusammensetzung auf mindestens das dreifache, bevorzugt mindestens das zehnfache und am stärksten bevorzugt mindestens das 50-fache seines ursprünglichen Volumens aufquellen kann, wenn sie Temperaturen ausgesetzt wird, die im Brandfall typisch sind. Die Temperatur bei einer Brand kann irgendwo im Bereich zwischen 150 und 1200°C liegen, wobei die Zusammensetzung bevorzugt im unteren Bereich zu intumeszieren beginnt. 500°C wird dabei als Referenztemperatur zur Messung der Aufschäumung genommen.

**[0049]** Das Expansionsverhältnis gibt das Vielfache an, um das die Zusammensetzung aufschäumt, verglichen mit seinem ursprünglichen Volumen.

**[0050]** Üblicherweise bläht sich die erfindungsgemäße intumeszierende Zusammensetzung in Form einer Beschichtung um mehr als 300 Prozent, bevorzugt mehr als 1000 Prozent, stärker bevorzugt mehr als 5000 Prozent seiner ursprünglichen Dicke auf, wenn sie einer Temperatur von 500°C ausgesetzt wird.

**[0051]** Beispielsweise kann die Zusammensetzung auf ein Substrat aufgetragen werden, um nach dem Aushärten eine etwa 1mm dicke Schicht zu bilden. Nach Hitzeeinwirkung bei einer Temperatur von 500°C kann sie sich auf eine Dicke im Bereich von 3 bis 50 mm aufblähen.

**[0052]** Eine übliche intumeszierende Additivzusammensetzung enthält Titandioxid, Pentaerythrit, Dipentaerythrit, Ammoniumpolyphosphat, Melamin und Melamin-enthaltende Verbindungen, wie Melaminphosphat und Melamincyanurat. Bevorzugt sind die nachfolgend aufgelisteten Additive, in den angegebenen Mengen enthalten, wobei die Gew.-%-Angaben auf die gesamte Zusammensetzung bezogen sind:

- Titandioxid (5–15 Gew.-%)
- Pentaerythrit (5–15 Gew.-%)
- Ammoniumpolyphosphat (20–40 Gew.-%)
- Melamin (5–15 Gew.-%).

**[0053]** Der Gesamtgehalt an intumeszierendem Bestandteil, zum Beispiel die intumeszierende Additivzusammensetzung, liegt üblicherweise im Bereich von 40 bis 80 Gew.-%, bevorzugt 50 bis 75 Gew.-% und am stärksten bevorzugt 55 bis 75 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtzusammensetzung. Zusammensetzungen, die weniger intumeszierenden Bestandteil enthalten, sind nicht so effektiv bei der Ausbildung der Intumeszenz.

**[0054]** Die Füllstoffe können auch an sich intumeszierende Polymere oder deren Salze enthalten. Diese geschützten Materialien wurden von der Prometheus Developments Limited entwickelt und sind in der US Patentanmeldung Nr. US 2007/0102686 A1 beschrieben.

**[0055]** Die Zusammensetzung (bei einer zweikomponentigen Zusammensetzung, üblicherweise die zweite Komponente) kann auch UV-Absorber/Stabilisatoren (z.B. Uvasorb HA, der 3V International SA oder Tinuvin 765 der Ciba); Antioxidationsmittel (z.B. Irganox 245 oder 1135 der Ciba); Farbpigmente oder Farbstoffe (z.B. Ruß, wie Printex V der Grohman; oder ein Titandioxid, wie Kronos 2300 der Kronos Ltd); Rheologiemodifiziermittel, wie Ton (z.B. Polywhite E der Imerys oder Garamite der South Clay Products); oder Reaktionskatalysatoren (z.B. Zinnkatalysatoren, wie Tinstab BL277 der Polyone Co. Ltd), oder Benetzungsmittel (z.B. Fettsäurederivate, wie Dispers 652 der Tego Chemie); oder strukturverleihende Fasern, wie Steinwolle, enthalten.

**[0056]** Die erfindungsgemäße Zusammensetzung ist üblicherweise eine Beschichtungszusammensetzung und bildet einen Film auf der Oberfläche, auf der sie aufgetragen wird.

**[0057]** Ein zweiter Gegenstand der Erfindung ist ein ausgehärteter intumeszierender Stoff. Bei einer zweikomponentigen Zusammensetzung wird der intumeszierende Stoff durch Auftragen einer ersten Komponente der zweikomponentigen intumeszierenden Zusammensetzung und einer zweiten Komponente der zweikomponentigen intumeszierenden Zusammensetzung auf ein Substrat, Aushärten der ersten und der zweiten Komponente der intumeszierenden Zusammensetzung durch eine Reaktion zwischen der ersten und der zweiten Komponente erhalten. Üblicherweise werden die ersten Komponente und die zweite Komponente der zweikomponentigen Zusammensetzung vor dem Auftragen auf das Substrat gemischt. Bevorzugt erfolgt das Mischen erst kurz vor dem Auftragen auf das Substrat, zum Beispiel um einige Sekunden vor dem Auftragen in einem angekoppelten Mischer, der in ein Airless-Sprühgerät integriert ist, oder durch ein anderes Sprühgerät, das gewöhnlich zum Mischen und Auftragen zweikomponentiger Beschichtungen auf Substrate verwendet wird.

**[0058]** Wie bereits erwähnt, härtet die erfindungsgemäße zweikomponentige Zusammensetzung aus, nachdem die erste Komponente und die zweite Komponente der Zusammensetzung zusammengebracht werden und die Vernetzung des Polymers aus der ersten Komponente durch die Luftfeuchtigkeit initiiert wird. Die Aushärtung der erfindungsgemäßen Zusammensetzung wird durch Luftfeuchtigkeit initiiert. Die Aushärtung kann durch die Zugabe von Silan A1110 und Silan A171 der Momentive Performance Materials unterstützt werden.

**[0059]** Die erfindungsgemäße Zusammensetzung verleiht einem Stahlkörper einen Feuerwiderstand von 30 Minuten bis 4 Stunden, abhängig von der Anwendung, der Beschaffenheit und der Geometrie des Substrats sowie der Beschichtungsdicke. Der Feuerwiderstand wird gemäß eines angemessenen Prüfstandards bestimmt, wie ASTM, BS, DIN, DIN/EN, EN ISO, GOST, IEC, ISO, JIS, UL. Beispielhaft wird auf BS476 Teil 20 verwiesen. Der Stahlkörper erreicht nach 30 Minuten bis 4 Stunden, am stärksten bevorzugt nach einer Stunde eine kritische Temperatur von 550°C.

**[0060]** Die erfindungsgemäßen intumeszierenden Zusammensetzungen werden für den Brandschutz von Gebäuden verwendet. Die Zusammensetzung kann auf das Gerüst von Gebäuden, üblicherweise aus Stahl, entweder beim Hersteller des Stahlbauelement („off-site“) oder auf der Baustelle vor Ort, nachdem das Gerüst errichtet wurde aufgetragen. Hierzu kann es erforderlich sein, dass die Oberfläche des Metalls in einer Vorbehandlung gereinigt wird. Es kann auch erforderlich sein, die Oberfläche mit einer oder mehreren Grundierung(en) zu versehen.

**[0061]** Die Bereiche des Stahls, die mit dem Brandschutz versehen werden sollen, werden üblicherweise vor dem Aufbringen der intumeszierenden Beschichtung durch Abstrahlen gereinigt. Um eine Zerstörung der durch Abstrahlen gereinigten Oberfläche zu vermeiden, insbesondere wenn die intumeszierende Beschichtung nicht gleich aufgetragen wird, ist es Praxis, eine Grundierung aufzutragen.

**[0062]** Beispiele geeigneter Grundierungen sind Beschichtungen auf Epoxidbasis oder auf Basis modifizierter Epoxid-Verbindungen (wie mit Polyvinylbutyral modifiziert), Polyurethan-, Acrylsäure-, Vinylbasis und auf Basis chlorierten Kautschuks, wobei Grundierungen auf Epoxidbasis bevorzugt sind.

**[0063]** Nach der Grundierung kann die erfindungsgemäße Zusammensetzung aufgetragen werden. Die Komponenten der Zusammensetzung werden üblicherweise kurz vor dem Auftragen auf das Metall gemischt. Die Zusammensetzung wird gewöhnlich auf das Metall gesprüht, obwohl sie alternativ auch manuell aufgetragen werden kann, zum Beispiel mittels eines Geräts, wie einem Spachtel oder Pinsel. Die Zusammensetzung wird gewöhnlich in einzelnen Schichten, im günstigsten Fall in einer Schicht aufgetragen. Die Dicke einer jeden



Schicht und die Anzahl der Schichten wird durch den gewünschten Aufwand und die Brandschutzdauer bestimmt.

**[0064]** Das Auftragen einer einzelnen relativ dicken Schicht bedingt einen geringen Aufwand (kann aber einen längeren Zeitraum für die Aushärtung benötigen). Das Auftragen mehrerer relativ dünner Schichten ergibt eine optisch ansprechendere dekorative Lackierung. Die Trockendicke der intumeszierenden Beschichtung variiert üblicherweise zwischen 250 µm und 5 mm, abhängig vom Grad des erforderlichen Brandschutzes, der Querschnittsfläche des Stahls und dem Querschnittsumfang des Stahls.

**[0065]** Eine zusätzliche Deckschicht kann auf die ausgehärtete erfindungsgemäße intumeszierende Beschichtung aufgetragen werden, insbesondere um dem freiliegenden Stahlwerk Farbe zu verleihen. Richtig formuliert, verbessert eine Deckschicht die Haltbarkeit der intumeszierenden Beschichtungszusammensetzung. Beispiele von Deckschichten sind Beschichtungen auf Epoxid-, Polyurethan-, Alkyd-, Acrylsäure-, Vinylbasis und auf Basis chlorierten Kautschuks. Deckschichten auf Urethan- oder Epoxidbasis sind bevorzugt.

**[0066]** Die Dicke der Deckschicht kann zwischen 15 µm und 250 µm variieren. Bevorzugt sollte die Dicke im Bereich zwischen 25 µm und 75 µm liegen, da zu große Dicken die Intumeszenz beeinträchtigen können.

**[0067]** Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen sind auch zum Schutz von anderen Baumaterialien nützlich, wie beispielsweise Beton oder Holz.

## BEISPIELE

**[0068]** Die folgenden Beispiele dienen der Veranschaulichung und sind keinesfalls einschränkend zu verstehen.

**[0069]** Es werden Formulierungen mit verschiedenen Mengen an Weichmachern hergestellt, um die Verträglichkeit der Weichmacher mit dem Polymer zu untersuchen. Die Formulierungen sind in Tabelle 1 gezeigt. Dazu werden die Komponenten vermischt und deren Homogenität visuell beurteilt.

Tabelle 1: Zusammensetzungen der Beschichtungsformulierungen

Bestandteile	Beispiel					
	1	2	3	4	5	6
	[Gew.-%]					
Geniosil® STP-E 10 <sup>1)</sup>	78,9	53,8	27,3	78,9	53,8	27,3
Geniosil® XL 12 <sup>2)</sup>	3,3	2,3	1,1	3,3	2,3	1,1
Mesamoll <sup>®3)</sup>	15,5	42,4	10,8			
Hexamoll® DINCH <sup>4)</sup>				15,5	42,4	10,8
Dynasytan® AMEO <sup>5)</sup>	2,3	1,5	0,8	2,3	1,5	0,8
Füllstoffe			60			60

1) Dimethoxy(methyl)silylmethylcarbamaterminierter Polyether (Wacker Chemie AG)

2) Vinyltrimethoxymethylsilan (Wacker Chemie AG)

3) Alkylsulfonsäureester des Phenols (ASE) (LANXESS Deutschland GmbH) 75–85 % sekundäre C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub>-Alkylsulfonsäurephenylester, 15–25 % sekundäre C<sub>11</sub>-C<sub>15</sub>-Alkyldisulfonsäurediphenylester, 2–3 % nicht sulfonierte C<sub>13</sub>-C<sub>17</sub>-Alkane

4) 1,2-Cyclohexandicarbonsäurediisononylester (BASF SE)

5) 3-Aminopropyltriethoxysilan (Evonik Industries AG)

**[0070]** Alle Formulierungen zeigten Homogenität, was darauf schließen lässt, dass sowohl geringe als auch große Mengen an den untersuchten Weichmachern mit dem Polymer verträglich sind.

**[0071]** Zur Untersuchung der Durchhärtungsgeschwindigkeit wurde die Masse in eine etwa 10 mm tiefe Form gegossen. Jede Stunde wurde überprüft, wie viel der Schicht durchgehärtet war.

**[0072]** Außerdem wurde die Klebfreiheit der Beschichtung überprüft, indem auf dem Keil mit einem Spatel getestet wurde, wann die Beschichtung nicht mehr am Spatel haften blieb.

Tabelle 2: Beurteilung der Aushärtungsgeschwindigkeit

Bestandteile	Beispiel			
	1	2	4	5
Beschichtungsdicke [mm]	5	5	5	5
Klebfreiheit [h]	2	2	2	2
Durchhärtung [h]	15	15	15	15

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2008/0224105 A1 [0007]
- WO 2008/129242 [0007]
- WO 2009/013532 [0007]
- WO 2010/131037 A1 [0009, 0010, 0011, 0012]
- DE 102008000360 A1 [0026]
- DE 102009028640 A1 [0026]
- DE 102010038768 [0026]
- DE 102010038774 [0026]
- GB 2007689 A1 [0039]
- EP 139401 A1 [0039]
- US 3969291 A1 [0039]
- EP 1489136 A1 [0041]
- US 4442157 A [0044]
- US 3562197 A [0044]
- GB 755551 A [0044]
- EP 138546 A1 [0044]
- US 2007/0102686 A1 [0054]

### Patentansprüche

1. Intumeszierende Zusammensetzung umfassend ein Polymer, das unter einem Polyurethan oder einem Polyether, die terminiert und/oder als Seitengruppen entlang der Polymerkette alkoxyfunktionelle Silangruppen enthalten, ausgewählt ist, mindestens einen intumeszierenden Bestandteil und mindestens einen Weichmacher, der unter C<sub>10</sub>-C<sub>21</sub>-Alkylsulfonsäureestern des Phenols, Polyestern, erhältlich aus linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten C<sub>6</sub>-C<sub>21</sub>-Monocarbonsäuren und multifunktionellen Alkoholen bzw. deren ethoxylierten Derivaten, und alicyclischen Carbonsäureestern ausgewählt ist.
2. Intumeszierende Zusammensetzung nach Anspruch 1, wobei der Weichmacher unter C<sub>10</sub>-C<sub>21</sub>-Alkylsulfonsäureestern des Phenols, Glykoldiester sowie ethoxilierte Derivate davon mit alicyclischen Monocarbonsäuren und Fettsäureester multifunktionaler Alkohole ausgewählt ist.
3. Dämmschichtbildende Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Weichmacher ein Gemisch aus 75–85 % eines sekundären C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub>-Alkansulfonsäurephenylesters, 15–25 % eines sekundären C<sub>11</sub>-C<sub>15</sub>-Alkandisulfonsäurediphenylesters sowie 2–3 % nicht sulfonierter C<sub>13</sub>-C<sub>17</sub>-Alkane ist.
4. Dämmschichtbildende Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Weichmacher unter 1,2-Cyclohexandicarbonsäure-diisononylester, Triethylenglykol(bis(2-ethylhexanoat) und Trimethylolpropantrioleat ausgewählt ist.
5. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Polymer im Wesentlichen telechel ist und di- oder trifunktionelle Endgruppen trägt.
6. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Polymer einen Alkoxygruppengehalt von 0,35 bis 0,70 mmol/g aufweist.
7. Zusammensetzung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Polymer einen Methoxygruppengehalt von 0,35 bis 0,70 mmol/g aufweist.
8. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dämmschichtbildende Bestandteil eine intumeszierende Additivzusammensetzung mit einem Säurebildner, einer Kohlenstoffquelle und einem Gasbildner und gegebenenfalls einen Strukturbildner umfasst.
9. Zusammensetzung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die intumeszierende Additivzusammensetzung Titandioxid, Pentaerythritol, Ammoniumpolyphosphat und Melamin umfasst.
10. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zusammensetzung ferner ein Vernetzungsmittel enthält.
11. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie um mindestens das dreifache, bevorzugt mindestens das zehnfache, am stärksten bevorzugt mindestens das 50-fache ihres ursprünglichen Volumens aufquellen kann, wenn sie auf 500°C erhitzt wird.
12. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anteil des dämmschichtbildenden Bestandteils an der Zusammensetzung 40 bis 80 % Gew.-, bevorzugt 50 bis 75 Gew.-%, am stärksten bevorzugt 55 bis 75 Gew.-% beträgt.
13. Ausgehärteter intumeszierender Stoff, erhalten durch Aushärten einer intumeszierenden Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen keine Zeichnungen