



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 2 927 912 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.10.2015 Patentblatt 2015/41**

(51) Int Cl.:  
**H01B 7/295 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15000414.1**

(22) Anmeldetag: **11.02.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: **31.03.2014 DE 102014004678**

(71) Anmelder: **Woertz Engineering  
4132 Muttenz, AG (CH)**

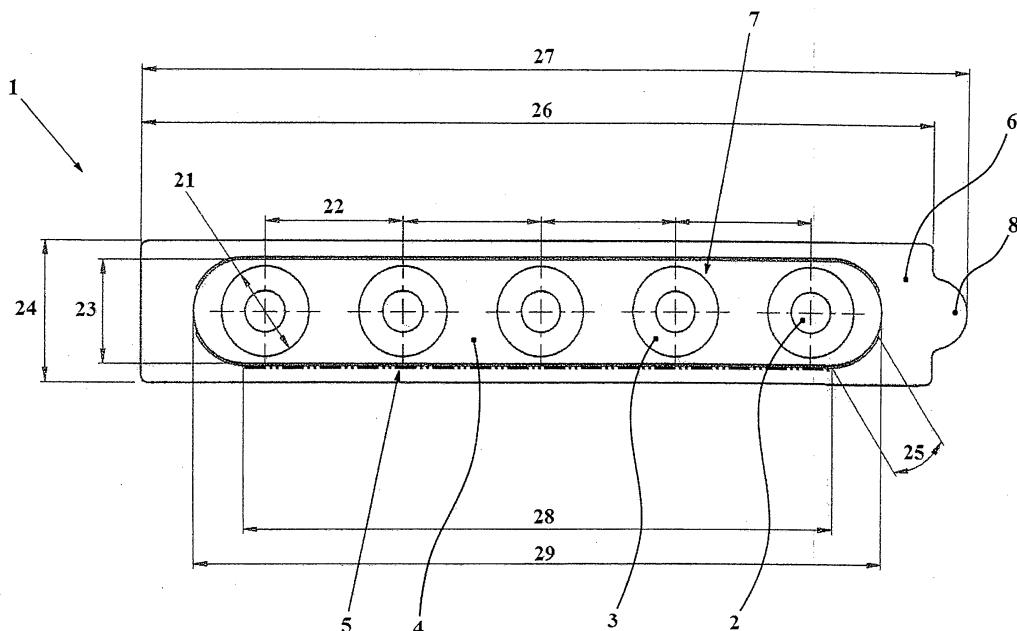
(72) Erfinder: **Tamas, Onodi  
CH-8800 Thalwil (CH)**

(74) Vertreter: **Samson & Partner Patentanwälte mbB  
Widenmayerstraße 6  
80538 München (DE)**

### (54) Flachkabel mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall sowie Verwendung und Herstellung eines solchen Flachkabels

(57) Ein Flachkabel (1) mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einem elektrisch leitenden Tragkörper hat wenigstens zwei Adern (7, 7a), die parallel nebeneinander in einer Ebene verlaufen. Die Adern (7, 7a) haben jeweils einen Aderleiter (2) und eine im Querschnitt ringförmige Aderisolierung (3, 10), wobei bei wenigstens einer der Adern (7) die Aderisolierung (3, 10) unmittelbar auf den Aderleiter (2) extrudiert, im Brandfall keramisierendes Isoliermaterial umfasst. Ein

Zwischenmantel (4) umschließt die Adern (7, 7a) und greift zwischen jeweils zwei Adern (7, 7a) von einer Flachseite des Flachkabels zur anderen Flachseite durch. Ein Außenmantel (6) umgibt den Zwischenmantel (4) und definiert die Außenkontur des Flachkabels (1). Wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) ist außen auf dem Zwischenmantel (4) angeordnet; sie liegt zwischen dem Zwischenmantel (4) und dem Außenmantel (6).



**Fig. 2**

## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Flachkabel mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall sowie die Verwendung und Herstellung eines solchen Flachkabels.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** In größeren Gebäuden, Verkehrsbauwerken (wie z.B. Tunnels) und Schiffen kann die Evakuierungszeit 30 min und mehr betragen. Diese sind daher in der Regel mit elektrischen Noteinrichtungen ausgerüstet, die im Brandfall zumindest für die Evakuierungszeit mit elektrischer Energie versorgt werden müssen, um eine Evakuierung zu ermöglichen. Hierzu gehören z.B. Rauchabzugsgebläse, Notbeleuchtungen, Hinweisschilder usw.

**[0003]** Die Eignung einer elektrischen Installation zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung auch unter Brandeinwirkung wird üblicherweise mit dem Begriff "Funktionserhalt" beschrieben. Flachkabel sind grundsätzlich besonders für Funktionserhalt geeignet, wie aus der Druckschrift EP 2 375 505 A1 bekannt ist. Bei üblichen Rundkabeln sind die Adern nämlich miteinander verdrillt. Im Brandfall kommen daher nach dem Abbrennen der Aderisolierung die Aderleiter an den Kreuzungspunkten aufeinander zu liegen. Beim Flachkabel verlaufen Aderleiter hingegen ohne Kreuzungspunkte im Kabel. Daher verhält sich ein Flachkabel hinsichtlich der Kurzschlussgefahr von vornherein günstiger. Zudem hat ein Flachkabel praktisch keine inneren Spannungen, wie sie für verdrillte Rundkabel typisch sind, hat also keine ausgeprägte Tendenz wie das Rundkabel, sich beim Verbrennen der Isolation zu verwerfen.

**[0004]** Im Stand der Technik gibt es verschiedene Vorschläge für brandfeste Flachkabel. Die bereits genannte Druckschrift EP 2 375 505 A1 beschreibt z.B. ein Flachkabel, bei dem die Aderleiter ohne die sonst übliche Aderisolierung von einer feuerbeständigen Isolierschicht direkt auf der metallischen Oberfläche der Aderleiter umfasst sind. Die Isolierschicht umfasst eine obere und eine untere Hälfte, welche die Aderleiter jeweils im Querschnitt halbkreisförmig umschließen. Zwischen den Aderleitern sind die feuerbeständigen Isolierschichten in der Mittelebene des Flachkabels miteinander verklebt, d.h. zwischen den Aderleitern ist stegartig feuerbeständiges Isoliermaterial angeordnet.

**[0005]** Die Druckschrift US 2009/0078446 A1 beschreibt ein anderes brandfestes Kabel, bei dem die Aderleiter insgesamt von einer Aderisolierung umgeben sind. Diese gemeinsame Aderisolierung wirkt als eine die Aderleiter mechanisch festlegende Ummantelung. Die gemeinsame Isolierung ist aus einem Polymer gefertigt, dass sich im Brandfall wenigstens an dessen Oberfläche in einen keramischen Zustand überführen lässt. Die gemeinsame Isolierung ist von einem Außenmantel umgeben, der im Brandfall feuerabweisende

Asche hinterlässt.

**[0006]** Die Druckschrift JP H01117204 A beschreibt ein brandfestes Flachkabel bei dem die einzelnen Aderleiter (Litzen) mit einem Glas-Glimmerband umwickelt sind. Die so umwickelten Leiter verlaufen nebeneinander und werden von einer umgebenden Schicht aus Polyethylen zusammen gehalten. Diese Schicht ist von einem brandfesten Mantel umgeben, der wiederum von einer Stoffhülle umgeben ist.

**[0007]** In Tunneln und Gebäuden sind Kabel häufig auf metallischen Kabeltragsystemen, z.B. metallischen Kabelpritschen liegend geführt.

### KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Flachkabel mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einem elektrisch leitenden Tragkörper bereit. Das Flachkabel umfasst wenigstens zwei Adern, einen Zwischenmantel, wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht und einen Außenmantel. Die wenigstens zwei Adern verlaufen parallel nebeneinander in einer Ebene. Die Adern weisen jeweils einen Aderleiter und eine im Querschnitt ringförmige Aderisolierung auf, wobei bei wenigstens einer der Adern die Aderisolierung unmittelbar auf den Aderleiter extrudiert, im Brandfall keramisierendes Isoliermaterial umfasst. Der Zwischenmantel umschließt die Adern insgesamt und umhüllt dabei die Aderisolierungen unmittelbar an deren Außenseite. Der Zwischenmantel greift zwischen jeweils zwei Adern von einer Flachseite des Flachkabels zur anderen Flachseite durch. Der Außenmantel umgibt den Zwischenmantel und definiert die Außenkontur des Flachkabels. Zwischen dem Zwischenmantel und dem Außenmantel ist wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht angeordnet.

**[0009]** Ein weiterer Aspekt betrifft die Verwendung eines oben beschriebenen Flachkabels auf einem elektrisch leitenden Tragkörper, wobei das Flachkabel so orientiert wird, dass zwischen den Adern und dem Tragkörper die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht zu liegen kommt.

**[0010]** Ein weiterer Aspekt betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Flachkabels mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einer elektrisch leitenden Kabelunterlage. Das Verfahren umfasst das Herstellen von Adern mit einer unmittelbar auf einem Aderleiter angeordneten, im Querschnitt ringförmigen Aderisolierung, das Aufbringen eines Zwischenmantels auf wenigstens zwei Adern, das Aufbringen wenigstens einer feuerbeständigen Isolierschicht außen auf den Zwischenmantel und das Aufbringen eines Außenmantels auf den Zwischenmantel samt feuerbeständiger Isolierschicht. Das Herstellen von Adern mit einer unmittelbar auf einem Aderleiter angeordneten, im Querschnitt ringförmigen Aderisolierung umfasst das Herstellen der Aderisolierung ein Umspritzen des Aderleiters mit einem im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial mit einem Ex-

truder. Der Zwischenmantel wird auf mehrere, parallel nebeneinander in einer Ebene verlaufende Adern, von denen wenigstens eine Ader mit dem im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial ausgerüstet ist, so aufgebracht, dass er die Adern insgesamt umschließt und dabei die Aderisolierungen unmittelbar an deren Außenseite umhüllt und jeweils zwischen zwei Adern von einer Flachseite des Flachkabels zur anderen Flachseite durchgreift. Der Außenmantel definiert die Außenkontur des Flachkabels.

**[0011]** Andere Merkmale ergeben sich aus den offebarten Vorrichtungen und Verfahren oder werden dem Fachmann aus der folgenden Beschreibung der Beispiele und den begleitenden Figuren klar.

#### ALLGEMEINE ERLÄUTERUNG, AUCH BETREFFEND FAKULTATIVE AUSGESTALTUNGEN DER ERFINDUNG

**[0012]** Das erfindungsgemäße Flachkabel ist zur Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einem elektrisch leitenden Tragkörper, beispielsweise einer metallischen (d.h. elektrisch leitenden) Kabelpritsche, vorgesehen.

**[0013]** Kurzschluss kann durch elektrischen Kontakt zwischen zwei Aderleitern zustande kommen. Im Brandfall brennen nicht brandfeste Kabelisolierungen aufgrund hoher Umgebungstemperaturen oder direkter Flammeneinwirkung ab.

**[0014]** Bei Ausführungen als einphasiges Flachkabel weist dieses z.B. zwei oder drei Adern auf (eine spannungsführende Ader, eine Ader für den Neutralleiter und ggf. eine Ader für den Schutzleiter), bei Ausführungen als dreiphasiges Flachkabel sind es z.B. vier oder fünf Adern (je eine Ader pro Phase, und eine Ader für den Neutralleiter und ggf. eine Ader für den Schutzleiter). Die einzelnen Adern umfassen einen Aderleiter und eine Aderisolierung.

**[0015]** Die einzelnen Aderleiter des Flachkabels weisen eine im Querschnitt ringförmige Aderisolierung auf. Bei der oder den spannungsführenden Adern und optional auch beim Neutralleiter und/oder dem Schutzleiter, also wenigstens bei einer Ader des Flachkabels umfasst die Aderisolierung im Brandfall keramisierendes Isoliermaterial, welches direkt, d.h. ohne zusätzliche Zwischenschicht, auf die Leiteroberfläche extrudiert ist. Im Brandfall keramisierende Isolierstoffe sind im Stand der Technik bekannt, wie zum Beispiel aus P. Eyerer et al., Polymer Engineering Technologien und Praxis, Springer-Verlag, 2008, S. 111, Stichwort "Keramisierende Polymere", und K. W. Thomson et al., In the firing line, European Coatings Journal, 2006, 12, S. 34-39. Das Isoliermaterial ist beispielsweise ein thermoplastischer Kunststoff mit einem oder mehreren im Brandfall keramisierenden Zusatzstoffen, die bei Abbrennen des Kunststoffs eine keramische Kruste ausbilden. Bei den Zusatzstoffen kann es sich beispielsweise um Silicatmaterial, Metall- oder Halbmetalloxide (wie  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), oder andere geeignete

keramisierende Materialien, wie Zinkborat, oder Mischungen hiervon handeln. Der keramisierende Kunststoff wird z.B. als Schmelze direkt auf die Oberfläche des Aderleiters aufgebracht, und umschließt die Aderleiter im Querschnitt ringförmig. Wenn im Brandfall der Kunststoff der Aderisolierung abbrennt, bildet der keramisierende Zusatzstoff die besagte isolierende Kruste, die dann noch eine gewisse elektrische Isolation gewährleistet.

**[0016]** Weiterhin umfasst das Flachkabel einen Zwischenmantel aus Kunststoff, der die Außenseite der Aderisolierungen umhüllt, z.B. kann der Zwischenmantel auf die Aderisolierungen extrudiert sein, und die Adern insgesamt umschließen. Dadurch entsteht ein im Wesentlichen rechteckiger Kunststoffblock, in den die einzelnen Adern eingelassen sind. Durch den im Wesentlichen rechteckigen Kunststoffblock entsteht zwischen den parallel angeordneten Adern ein Durchgriff aus Kunststoff. Der Durchgriff erstreckt sich zwischen jeweils zwei der Adern von einer der Flachseiten des Kunststoffblocks zur anderen Flachseite. Der Durchgriff stellt eine Beabstandung zwischen den Zentren der einzelnen Adern sicher, die größer ist als der Durchmesser einer Ader. So mit berühren sich die Adern nicht, sondern verlaufen unter einem Abstand voneinander, und werden vom durchgreifenden Zwischenmantel definiert in diesem Abstand gehalten. Die hierdurch sichergestellte Beabstandung der Adern wirkt bei Brandeinwirkung gegen Kurzschluss vorbeugend, da die Adern schon von vorneherein auseinander liegen und sich so im Brandfall weniger leicht berühren, d.h. im elektrischen Kontakt zueinander stehen, können. Der durch den Durchgriff sichergestellte, relativ große Aderabstand wirkt somit mit den anderen beschriebenen Maßnahmen zur Kurzschlussvermeidung (keramisierende Aderisolierung, feuerbeständige isolierende Schicht außerhalb des Zwischenmantels) zusammen.

**[0017]** Aufgrund der eingangs genannten, für Brand-Funktionserhalt günstigen Eigenschaften eines Flachkabels ist diese Ausführung mit beabstandeten Adern mit im Brandfall keramisierenden Aderisolierungen zur Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen zwei Aderleitern ausreichend ausgerüstet. Zwischen zwei spannungsführenden Aderleitern liegen im Brandfall zwei keramisierte Aderisolierungen. Es wurde jedoch erkannt, dass es bei Flachkabeln, die auf metallischen Kabeltragsystemen verlaufen, zu Kurzschlüssen auch zwischen einem oder mehreren Aderleitern und den elektrisch leitenden Tragkörpern kommen kann. Zwischen einem Aderleiter und einem solchen elektrisch leitenden Tragkörper liegt im Brandfall nur eine keramisierte Aderisolierung. Um einerseits die Dicke der keramisierenden Aderisolierungen möglichst gering halten zu können und andererseits eine ausreichende elektrische Isolierung im Brandfall nach unten zu einem elektrisch leitenden Tragkörper zu gewährleisten, wurde erkannt, dass es günstig ist, eine hierauf gerichtete weitere kurzschlussvermeidende Maßnahme für den Brandfall vorzusehen.

**[0018]** Als zusätzliche Absicherung vor Kurzschlüssen

im Brandfall durch Kontakt von Aderleitern mit einem elektrisch leitenden Tragkörper des Flachkabels, z.B. einer Kabelpritsche aus Metall, umfasst das Flachkabel wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht.

**[0019]** Bei manchen Ausgestaltungen umfasst das Flachkabel eine einzelne feuerbeständige Isolierschicht, bei anderen Ausgestaltungen umfasst es mehr als eine solche Isolierschicht, wobei die mehreren Schichten z.B. unmittelbar aufeinanderliegen und damit einen Schichtenaufbau bilden.

**[0020]** Die wenigstens eine Isolierschicht ist nicht brennbar und bei Brändeinwirkung formstabil, d.h. sie behält ihre isolierende Eigenschaft auch im Brandfall, beispielsweise in einem Ofenversuch bei 750°C über wenigstens 15 min, bei.

**[0021]** Die feuerbeständige Isolierschicht ist bzw. die mehreren feuerbeständigen Isolierschichten sind außerhalb des Zwischenmantels angeordnet; sie gewährleistet (bzw. gewährleisten) damit auch im Brandfall eine elektrische Isolation zwischen den Adern und dem metallischen Tragkörper des Flachkabels. Die feuerbeständige Isolierschicht erstreckt sich z.B. über die gesamte Fläche zwischen den jeweils äußeren Adern des Flachkabels und überdeckt damit alle Adern des Flachkabels samt den Ader-Zwischenräumen.

**[0022]** Umgeben ist dieser Aufbau von einer äußeren Schutzschicht, dem Außenmantel, die die Außenkontur des Flachkabels definiert und dem Kabel im Normalbetrieb ggf. Beständigkeit gegen aggressive Substanzen und mechanische Beschädigung verleiht und farbig markiert und beschriftet sein kann.

**[0023]** Das beschriebene Kabel vermeidet somit im Brandfall nicht nur direkte Kurzschlüsse zwischen benachbarten Adern, sondern aufgrund der verstärkten feuerbeständigen Ausrüstung zur Flachseite auch solche zu einem metallischen Tragkörper. Es ist dabei wegen des relativ sparsamen Einsatzes von keramisierendem Kunststoff kostengünstiger als bekannte Kabel herstellbar.

**[0024]** Wie bereits ausgeführt wurde, umfasst das keramisierende Isolationsmaterial der Aderisolierungen bei manchen Ausgestaltungen einen Kunststoff, der mit keramiserendem Zusatzstoff versetzt ist. Hierbei kann der Kunststoff ein flexibles, nicht-halogenisiertes thermoplastisches Polymer, wie z.B. Polyethylen, Polypropylen, Ethylen-Propylen-Dien (EPDM), Acrylnitril-Butadien-Styrol, Polyamide, Polylactat, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polyethylenterephthalat, Polystyrol, Polyetheretherketon, oder Mischungen hiervon sein, welches mit dem keramisierenden Zusatzstoff versetzt ist. Die Aderleiter können mit einer Schmelze aus dem mit keramisierendem Zusatzstoff versetzten Kunststoff umspritzt werden, um so die Adern einschließlich der keramisierenden Aderisolierung zu erhalten. Wie oben erwähnt, sind geeignete, im Brandfall keramisierende Zusatzstoffe bekannt; siehe zum Beispiel P. Eyerer et al., Polymer Engineering Technologien und Praxis, Springer-Verlag, 2008, S. 111, Stichwort "Keramisierende Polymere", und

K. W. Thomson et al., In the firing line, European Coatings Journal, 2006, 12, S. 34-39. Es handelt sich bei den keramisierenden Zusatzstoffen beispielsweise um Silicatmaterial, Metall- oder Halbmetalloxid (wie SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), oder anderes geeignetes keramisierendes Material, wie Zinkborat, oder Mischungen hiervon.

**[0025]** In manchen Ausgestaltungen bildet der keramisierende Zusatzstoff im Brandfall, d.h. bei Temperaturen bei denen der Kunststoff in dem sich der Zusatzstoff befindet abbrennt, eine isolierende Kruste. Mit anderen Worten, der Kunststoff ist mit einem oder mehreren Krustenbildnern versetzt, die im Brandfall eine stabile, nicht leitende Asche hinterlassen. -

**[0026]** Bei manchen Ausgestaltungen ist bei der wenigstens einen Ader, die mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial ausgerüstet ist, die Aderisolierung in ihrer gesamten Dicke aus dem aufextrudierten, im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial hergestellt. Dies führt im Brandfall zu einer relativ dicken isolierenden Kruste.

**[0027]** Bei anderen Ausgestaltungen ist die Aderisolierung bei der wenigstens einen Ader mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial hingegen zweischichtig aufgebaut. Nur ein innerer Teil der Aderisolierung ist aus dem aufextrudierten, im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial hergestellt, während ein äußerer Teil der Aderisolierung aus nicht feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist, also im Brandfall abbrennt. Wie oben erwähnt, hat ein Flachkabel von Haus aus günstige Funktionserhalteigenschaften bei Brand (wegen der Abwesenheit von Leiterüberkreuzungen und inneren Spannungen); aufgrund dieser Eigenschaften und durch Zusammenwirken mit der feuerbeständigen Isolierschicht außerhalb des Zwischenmantels reicht es aus, nur einen Teil der Aderisolierung feuerbeständig auszubilden. Damit die bei Brand entstehende isolierende Kruste direkt am Aderleiter liegt, ist es die innere Schicht der zweischichtigen Aderisolierung, die aus dem im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial hergestellt ist. Durch diese Maßnahme wird daher die benötigte Menge keramisierenden Isoliermaterials minimiert. Andererseits erleichtert die Ausrüstung der Adern mit einer nicht feuerbeständigen Kunststoffumhüllung zusätzlich zu der feuerbeständigen, dass die an eine Aderisolierung zu stellenden Bedingungen für den Normalbetrieb (Nicht-Brandfall), wie Festigkeit, Elastizität, Beständigkeit gegen aggressive Substanzen, etc.) leichter erfüllt werden können, als allein mit einer feuerbeständigen Umhüllung.

**[0028]** Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, dass bei wenigstens einer der Adern des Flachkabels die Aderisolierung ein im Brandfall keramisierendes Isoliermaterial umfasst. Dies bringt zum Ausdruck, dass nicht alle Adern des Flachkabels mit diesem feuerbeständigen Isoliermaterial ausgerüstet sein müssen, schließt aber die Möglichkeit einer feuerbeständigen Ausrüstung aller Adern ein.

**[0029]** Bei manchen Ausgestaltungen sind sämtliche Adern des Flachkabels mit im Brandfall keramisieren-

dem Isoliermaterial ausgerüstet.

**[0030]** Bei anderen Ausgestaltungen ist hingegen nur ein Teil der Adern des Flachkabels mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial ausgerüstet, während bei einer oder mehreren Adern des Flachkabels die Aderisolierung insgesamt aus nicht feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist, so dass sie im Brandfall vollständig abbrennt. Bei der bzw. den nicht feuerbeständig ausgerüsteten Adern kann es sich um diejenigen Adern handeln, die dazu bestimmt sind, keine Spannung zu führen, also beispielsweise um die den Schutzleiter bildende Ader. Eine feuerbeständige Isolierung ist bei einer solchen Ader nämlich nicht erforderlich, da sie auf demselben (Erd-)Potential wie z.B. eine elektrisch leitende Kabelpritsche liegt, und daher bei Verlust der Isolation im Brandfall eine Leiterberührung z.B. mit der Kabelpritsche keinen Kurzschluss zur Folge hat. Durch diese Maßnahme wird daher die benötigte Menge keramisierenden Isoliermaterials minimiert.

**[0031]** Die den Neutralleiter bildende Ader liegt streng genommen nicht genau auf Erdpotential, da bei einem nicht genau phasencompensierten Dreiphasensystem (und erst recht bei einem Einphasensystem) ein Stromfluss im Neutralleiter stattfindet, der i.A. zu einer von Null verschiedenen Spannung des Neutralleiters gegenüber Erde führt. Bei manchen Ausgestaltungen ist daher auch die den Neutralleiter bildende Ader mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial ausgerüstet. Bei anderen Ausgestaltungen wird hingegen die am Neutralleiter anliegende Spannung als vernachlässigbar angesehen, so dass (auch) die den Neutralleiter bildende Ader nicht feuerbeständig ausgerüstet ist.

**[0032]** Bei manchen Ausführungen ist auch der Zwischenmantel aus einem im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial bzw. Kunststoff hergestellt.

**[0033]** Durch die Ausrüstung des Flachkabels mit der feuerbeständigen Isolierschicht außerhalb des Zwischenmantels kann aber auf eine solche keramisierende Ausführung des Zwischenmantels verzichtet werden. Bei manchen Ausgestaltungen ist der Kunststoff des Zwischenmantels also ein nicht feuerbeständiger Kunststoff, der im Brandfall abbrennt. Der Zwischenmantel hinterlässt also, im Gegensatz zu den Aderisolierungen der spannungsführende Adern, keine isolierende Kruste, oder sonstige isolierende Schicht. Der Zwischenmantel erbringt also im Brandfall auch keine feuerbeständige Isolierung (etwa eine zusätzliche Verkrustung) im Bereich des Durchgriffs zwischen den Adern, zusätzlich zu derjenigen der Aderisolierungen. Der Zwischenmantel leistet also keinen Beitrag zum Brandschutz; er dient vielmehr (nur) der Stabilisierung des Flachkabels und der Beabstandung der Adern im Normalbetrieb (d.h. im Nicht-Brandfall). Im Falle eines Brandes kommen die Adern mit der aus den Aderisolierungen gebildeten isolierenden Kruste auf der feuerbeständigen Isolierschicht zu liegen.

**[0034]** Entsprechendes gilt für den Außenmantel: Dieser kann ebenfalls aus einem im Brandfall keramisieren-

den Isoliermaterial bzw. Kunststoff hergestellt sein. Durch die Ausrüstung des Flachkabels mit der feuerbeständigen Isolierschicht außerhalb des Zwischenmantels kann auf eine solche keramisierende Ausführung des Außenmantels verzichtet werden. Bei manchen Ausgestaltungen ist der Kunststoff des Außenmantels also ein nicht feuerbeständiger Kunststoff, der im Brandfall abbrennt. Der Außenmantel hinterlässt also, im Gegensatz zu den Aderisolierungen, keine isolierende Kruste, oder sonstige isolierende Schicht.

**[0035]** In manchen Ausgestaltungen ist der Zwischenmantel direkt und ohne Zwischenschicht auf die Außenseite, also die Oberfläche, der Aderisolierungen extrudiert. Eine Kunststoffschnmelze wird direkt auf die parallel nebeneinander geführten Adern extrudiert und formt dadurch den oben beschriebenen Durchgriff zwischen je zwei Adern und sorgt für deren Beabstandung. Somit befindet sich zwischen zwei Adern außerhalb der im Querschnitt ringförmigen Aderisolierung nur der Kunststoff des Durchgriffs des Zwischenmantels. Die hierdurch sicher gestellte Beabstandung der Adern wirkt bei Brandeinwirkung gegen Kurzschluss vorbeugend, da die Adern schon von vornherein weit auseinander liegen und sich so weniger leicht berühren, d.h. im elektrischen Kontakt zueinander stehen, können.

**[0036]** In manchen Ausgestaltungen entspricht der Abstand benachbarter Adern von Außenseite zu Außenseite der benachbarten Aderisolierungen wenigstens dem Aderradius. Für den Fall, dass die benachbarten Adern unterschiedlich große Radien aufweisen, wird unter dem "Aderradius" der mittlere Radius der beiden Adern verstanden. Dieser relativ große Aderabstand ist besonders gegen Kurzschluss vorbeugend, und wirkt somit mit den anderen beschriebenen Maßnahmen zur Kurzschlussvermeidung zusammen.

**[0037]** In manchen Ausgestaltungen umgibt die feuerbeständige Isolierschicht den Zwischenmantel vollständig in Form von einer oder mehreren Wicklungen, ist also an beiden Flachseiten des Flachkabels vorhanden.

**[0038]** Bei anderen Ausgestaltungen ist die feuerbeständige Isolierschicht als zweigeteilte Einlage an den beiden Flachseiten jeweils zwischen Zwischenmantel und Außenmantel ausgebildet. Dabei kann die feuerbeständige Isolierschicht nur an den Flachseiten des Flachkabels (d.h. nicht an dessen Schmalseiten) vorgesehen sein, oder sie kann sich auch in den Bereich der Schmalseiten erstrecken.

**[0039]** In noch anderen Ausgestaltungen weist das Flachkabel hingegen nur auf einer Seite eine feuerbeständige Isolierschicht auf. Auch bei diesen Ausgestaltungen kann die feuerbeständige Isolierschicht nur an der einen Flachseite des Flachkabels (d.h. nicht an dessen Schmalseiten) vorgesehen sein, oder sie kann sich auch in den Bereich der Schmalseiten erstrecken.

**[0040]** In den Ausgestaltungen mit feuerbeständiger Isolierschicht auf nur einer der beiden Flachseiten des Flachkabels ist bei der Verlegung des Flachkabels auf einem elektrisch leitenden Tragkörper des Flachkabels,

z.B. Metallpritschen, dafür Sorge zu tragen, dass das Kabel mit der besagten Flachseite mit der feuerbeständigen Isolierschicht zu dem elektrisch leitenden Tragkörper, d.h. nach unten orientiert ist. Damit ist sichergestellt, dass sich die feuerbeständige Isolierschicht im Brandfall zwischen den Aderleitern und dem elektrisch leitenden Tragkörper befindet.

**[0041]** Um bei letzteren Ausgestaltungen die besagte Orientierung des Flachkabels mit der feuerbeständigen Isolierschicht nach unten zu erleichtern, weist der Außenmantel bei manchen dieser Ausgestaltungen keine 180°-Symmetrie auf, um die Seite mit der wenigstens einen feuerbeständigen Isolierschicht durch eine asymmetrische Ausgestaltung der Außenkontur des Außenmantels von außen erkennbar zu machen.

**[0042]** Hierzu folgende Erläuterung: Ein Flachkabel, bei dem die beiden möglichen Orientierungen von außen ununterscheidbar wären, wiese eine 180°-Symmetrie um eine Symmetriearchse in der Kabelmitte in Kabellängsrichtung auf (weil die beiden Orientierungen einer Drehung des Kabels um 180° um die besagte Symmetriearchse entsprechen). 180°-Symmetrie bedeutet also, dass ein Flachkabel um diese Achse gewendet werden kann, ohne dass sich seine äußere Querschnittsform in diesen beiden Orientierungen unterscheiden würde.

**[0043]** Zur Brechung der 180°-Symmetrie können bei diesen Ausgestaltungen beispielsweise verschiedenartige Kantenverrundungen der im Wesentlichen rechteckigen Kontur des Flachkabels und/oder eine Indexnase und/oder eine Einbuchtung an einer oder mehreren der Außenseiten des Außenmantels dienen. Durch eine derartige Brechung der Symmetrie ist von außen erkennbar, wie das Flachkabel zu orientieren ist, damit die feuerbeständige Isolierschicht unten liegt.

**[0044]** Bei manchen Ausgestaltungen umfasst die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht einen feuerbeständigen und elektrisch isolierenden Mineralstoff, der elektrischen Kontakt zwischen den Aderleitern und dem Tragkörper für das Flachkabel im Brandfall verhindert. Bei manchen Ausgestaltungen handelt es sich bei dem Mineralstoff um ein Silicat.

**[0045]** Beispielsweise umfasst die feuerbeständige Isolierschicht eine Glimmerschicht. Glimmer ist ein spaltbares Tonerdesilicat, welches elektrisch isolierend und feuerbeständig ist.

**[0046]** Zwecks leichterer Verarbeitung kann bei manchen der Ausgestaltungen mit Glimmerschicht die feuerbeständige Isolierschicht ein flexibles Trägerband, z.B. ein Glasgewebeband umfassen. Die Glimmerschicht kann auf das flexible Trägerband geklebt sein. Das flexible Trägerband wird z.B. zusammen mit der Glimmerschicht bei der Herstellung des Flachkabels auf den Zwischenmantel aufgebracht, z.B. aufgebügelt.

**[0047]** Die vorliegende Beschreibung betrifft auch eine Verwendung des Flachkabels, bei der es auf einem elektrisch leitenden Tragkörper ausgelegt wird. Dabei wird es so orientiert, dass die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht zwischen den Adern und dem Trag-

körper zu liegen kommt. Hat das Flachkabel eine feuerbeständige Isolierschicht auf beiden Flachseiten, so ist es unerheblich, mit welcher Orientierung das Flachkabel verlegt wird. Hat es hingegen die feuerbeständige Isolierschicht nur auf einer Flachseite wird das Kabel - wie oben erwähnt - mit der Isolierschicht zum Trägerkörper orientiert.

**[0048]** Es ist auch möglich, mehrere Flachkabel parallel übereinander zu legen, d.h. die Flachkabel auf dem Tragkörper zu stapeln. Auch bei dieser Verwendung wird bei Ausgestaltungen mit nur auf einer Flachseite vorhandener feuerbeständiger Isolierschicht die Orientierung der gestapelten Flachkabel so gewählt, dass jeweils die Seite mit der feuerbeständigen Isolierschicht auf der Unterseite des Flachkabels liegt.

**[0049]** In der vorliegenden Beschreibung ist auch ein Beispiel eines geeigneten Verfahrens zum Herstellen des oben beschriebenen Flachkabels angegeben. Das Verfahren umfasst das Umspritzen von Aderleitern mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial, mit einem Extruder. Die so gewonnene Aderisolierung umschließt die Leiter daher mit ringförmigem Querschnitt direkt an deren Oberfläche und stellt damit bezüglich der Leiteroberfläche eine durchgehende feuerbeständige Schutzschicht dar.

**[0050]** Dann wird der Zwischenmantel hergestellt. Bei manchen Ausgestaltungen des Verfahrens erfolgt dies ebenfalls durch Extrusion, indem z.B. die einzelnen Adern parallel nebeneinander in einer Ebene voneinander mit einem Extruder mit einem Kunststoffüberzug versehen werden, so dass der Kunststoff die Adern insgesamt umhüllt. Die Kunststoffschmelze wird z.B. direkt auf die Außenseite der Aderisolierungen extrudiert und erzeugt einen im Wesentlichen rechteckigen Kunststoffblock in dem die Adern eingegossen sind, den Zwischenmantel. Dabei sind, wie oben beschrieben, die Adern so weit voneinander beabstandet, dass der Zwischenmantel die Adern von einer seiner Flachseiten zur gegenüberliegenden Flachseite hin durchgreift.

**[0051]** Dann wird die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht außen auf den Zwischenmantel aufgebracht. Die feuerbeständige Isolierschicht kann mit dem Zwischenmantel verbunden werden, beispielsweise indem sie auf den Zwischenmantel geklebt oder gebügelt wird. Es ist auch möglich, Isolierschicht und Zwischenmantel zunächst ohne derartige Verbindung nur zu fügen, d.h. aufeinander zu legen, und für eine Verbindung zwischen beiden nur durch den Außenmantel zu sorgen, der z.B. ebenfalls aufextrudiert werden kann.

**[0052]** Abschließend wird der Außenmantel auf den Zwischenmantel samt der feuerbeständigen Isolierschicht aufgebracht; er definiert die Außenkontur des Flachkabels, abhängig von der Anordnung der feuerbeständigen Isolierschicht zwischen Zwischenmantel und Außenmantel. Wie erwähnt kann dies bei manchen Ausgestaltungen des Verfahrens ebenfalls durch Extrusion erfolgen, indem der Zwischenmantel samt den darin liegenden Adern zusammen mit der feuerbeständigen Iso-

lierschicht mit einem Extruder mit einem Kunststoffüberzug versehen werden, der den Außenmantel bildet.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0053]** Im Folgenden werden Beispiele der vorliegenden Erfindung auch anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert, wobei:

- Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Ausführungsform des Flachkabels in einer schrägen Seitenansicht zeigt,
- Fig. 2 schematisch einen Querschnitt der Ausführungsform von Fig. 1 zeigt,
- Fig. 3 eine Ausführungsform einer Kabelpritsche zur Verlegung des Flachkabels zeigt,
- Fig. 4 schematisch einen Querschnitt einer Ausführungsform des Flachkabels mit zweischichtigen Aderisolierungen bei einem Teil der Adern auf einer Kabelpritsche im Nicht-Brandfall zeigt,
- Fig. 5 schematisch einen Querschnitt der Ausführungsform des Flachkabels von Fig. 4 auf der Kabelpritsche während bzw. nach einem Brandfall zeigt,
- Fig. 6 schematisch eine beispielhafte Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung des Flachkabels zeigt.

**[0054]** Die Zeichnungen und die Beschreibung der Zeichnungen beziehen sich auf Beispiele der Erfindung und nicht auf die Erfindung selbst.

## BESCHREIBUNG BEISPIELHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN ANHAN DER ZEICHNUNG

**[0055]** Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Flachkabels 1 mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einem elektrisch leitenden Tragkörper.

**[0056]** Das Flachkabel 1 weist bei dem hier beispielhaft gezeigten Drei-Phasen-System z.B. fünf parallele Adern 7 auf, die nebeneinander in einer Ebene in einem fest definierten Abstand zueinander verlaufen. Jede dieser fünf Adern 7 besteht aus einem metallischen Aderleiter 2 in der Mitte und einer diesen ringförmig umgebenden Aderisolierung 3. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel sind die Aderisolierungen 3 jeweils aus einer einzelnen Schicht Isoliermaterial aufgebaut. Bei dem Isoliermaterial handelt es sich um mit Mineralstoffen versetzten Kunststoff. Die Mineralstoffe bilden bei brandtypischen Temperaturen, über der normalen Betriebstemperatur, wenn die Kunststoffmatrix in der sie sich befinden, abbrennt (oberhalb 200° - 300° C), eine keramische Kruste, welche einen Kurzschluss zwischen den Aderleitern 2 verhindert. Entsprechendes gilt bei zweischichtigen Aderisolierungen gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 und 5 für die innere Schicht.

**[0057]** Die drei links gelegenen Adern 7 dienen bei

dem in den Fig. 1, 2, 4, 5 gezeigten Flachkabel 1 beispielsweise als Phasenleiter, während die rechts der Mitte liegende Ader 7 z.B. der Neutralleiter und die rechts außen gelegene Ader 7 z.B. der Schutzleiter sind. Bei manchen der durch die Fig. 1 und 2 veranschaulichten Ausführungsformen sind alle Adern 7 gleichartig ausgebildet, d.h. sie haben gleichen Leiterquerschnitt, die gleiche feuerbeständige (keramisierende) Aderisolierung und gleiche Aderabstände. Bei anderen der durch die Fig. 1 und 2 veranschaulichten Ausführungsformen sind hingegen nur die drei spannungsführenden Adern, d.h. die Phasenleiter mit feuerbeständiger (keramisierender) Aderisolierung ausgerüstet, während die Aderisolierung des Schutzleiters insgesamt aus nicht feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist. Der Neutralleiter ist i.A. nicht völlig spannungslos; er hat bei manchen Ausführungsformen eine feuerbeständige Aderisolierung (wie die Phasenleiter), bei anderen Ausführungsformen hingegen eine nicht feuerbeständige Aderisolierung (wie der Schutzleiter).

**[0058]** Die einzelnen Adern 7 sind in einen nicht brandfesten Zwischenmantel 4 aus Kunststoff gebettet. Der Zwischenmantel 4 umgibt die Adern 7 an allen Seiten und bildet jeweils einen Durchgriff zwischen den einzelnen Adern 7 von einer der Flachseiten des Flachkabels 1 zur anderen Flachseite.

**[0059]** Der Durchgriff des Zwischenmantels 4 stellt im Normalbetrieb die parallele Beabstandung der Adern 7 sicher und sorgt im Brandfall aufgrund des Abstandes zwischen den Adern 7 für zusätzliche Kurzschlussvermeidung zwischen den einzelnen Aderleiter 2.

**[0060]** Durch diesen kompakten Aufbau des Kabelinneren mit einem durch den Zwischenmantel 4 gebildeten durchgehenden Kunststoffblock, in den die einzelnen Adern 7 eingelassen sind, wird eine Stützstruktur erzeugt, die dem gesamten Flachkabel 1 Stabilität verleiht. Durch den Verbund der beiden Flachseiten über den Durchgriff wird ein Abheben, d.h. Ablösen, der Ober- bzw. Unterseite des Flachkabels 1 verhindert.

**[0061]** Auf einer der beiden Flachseiten des Flachkabels 1, der Unterseite des Flachkabels 1, befindet sich außerhalb des Zwischenmantels 4 eine feuerbeständige Isolierschicht 5, z.B. aus Glimmer, ggf. auf einem Glasgewebeband. Im Brandfall, wenn der Zwischenmantel 4 und der unten genannte Außenmantel 6 vollständig abgebrannt sind, stellt diese Isolierschicht 5 eine verbleibende elektrische Isolation zwischen den Adern 7 und der ggf. leitenden Auflagefläche des Flachkabels 1 bereit.

**[0062]** Der gesamte beschriebene Aufbau ist schließlich von einem nicht brandfesten Außenmantel 6 aus Kunststoff umgeben, der das Flachkabel 1 vor aggressiven Substanzen und mechanischer Beschädigung schützt.

**[0063]** Der Außenmantel 6 gibt dem Flachkabel 1 seine äußere Kontur. Das Flachkabel 1 weist an einer der beiden schmalen Seiten des Außenmantels 6 eine Indexnase 8 auf. Die asymmetrische Außenkontur des Flach-

kabels 1 sorgt beim späteren Verlegen des Flachkabels 1 dafür, dass die Seite mit der feuerbeständigen Isolierschicht 5, d.h. der Glimmerschicht, von außen erkennbar ist, so dass das Flachkabel 1 mit dieser Schicht 5 nach unten verlegt wird.

**[0064]** Fig. 2 zeigt einen schematischen Querschnitt der beispielhaften Ausführungsform eines Flachkabels 1 mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einem elektrisch leitenden Tragkörper, die oben beschrieben ist.

**[0065]** Das Flachkabel 1 weist z.B. fünf Adern 7 auf, wobei die Adern 7 einen mit "21" bezeichneten Durchmesser aufweisen. Der mit "22" bezeichnete Abstand zwischen den Mittelpunkten zweier benachbarter Aderleiter 2 beträgt wenigstens das 1,5-fache des Aderdurchmessers 21.

**[0066]** Der Zwischenraum zweier benachbarter Adern 7 ist vom Durchgriff des Zwischenmantels 4 von einer Flachseite des Flachkabels 1 zur anderen ausgefüllt. Der Zwischenmantel 4 umgibt alle Aderisolierungen 3 vollständig. An den Seitenkanten kann der Zwischenmantel 4 Verrundungen 25 aufweisen.

**[0067]** Auf einer Flachseite des Flachkabels 1 befindet sich außen am Zwischenmantel 4 eine feuerbeständige Isolierschicht 5 in Form einer Glimmerschicht mit einer Breite 28, welche sich wenigstens vom äußeren Rand einer der beiden äußeren Adern 7 zu demjenigen der anderen äußeren Ader 7 erstreckt und so eine elektrische Isolation zwischen den Adern 7 und einer elektrisch leitenden Unterlage im Brandfall (d.h. bei abgebranntem Zwischenmantel 4 und Außenmantel 6) gewährleistet.

**[0068]** Der genannte elektrisch leitende Tragkörper für das Flachkabel 1 kann z.B. eine metallische Kabelpritsche 9 gemäß Fig. 3 sein. Bei dem gezeigten Beispiel handelt es sich um eine Lochblech-Kabelpritsche aus Metall mit gebördelten Oberkanten.

**[0069]** Die Fig. 4 und 5 zeigen einen schematischen Querschnitt einer Ausführungsform des Flachkabels 1 mit zweischichtiger Aderisolierung auf der Kabelpritsche 9 im Normalzustand, d.h. im Nicht-Brandfall (Fig. 4) bzw. im Brandfall (Fig. 5). Die Fig. 4 und 5 samt zugehöriger Beschreibung treffen in analoger Weise auch auf die einschichtige Ausführungsform der Fig. 1 und 2 zu. Die Fig. 4 und 5 veranschaulichen damit auch die Verwendung der Ausführungsform der Fig. 1 und 2 auf einer elektrisch leitfähigen Kabelunterlage vor und nach einem Brand.

**[0070]** Bei der in Fig. 4 beispielhaft dargestellten zweischichtigen Aderisolierung weist die Aderisolierung der spannungsführenden Adern 7 (hier der Phasenleiter und des Neutralleiters) eine innere Schicht der Aderisolierung 3 auf, die aus im Brandfall keramisierendem, d.h. feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist, sowie eine äußere Schicht der Aderisolierung 10 aus nicht feuerbeständigen Kunststoff. Die feuerbeständige innere Schicht 3 ist unmittelbar auf den Aderleiter 2 aufextrudiert, während die nicht feuerbeständige äußere Schicht 10 die innere Schicht 3 umgibt.

**[0071]** Diese feuerbeständige Ausbildung der Aderiso-

lierung kann bei allen Adern 7 vorgesehen sein, kann aber auch auf die auf spannungsführenden Adern (ggf. einschließlich des Neutralleiters) beschränkt sein. Letzteres ist in den Fig. 4 und 5 beispielhaft dargestellt, bei der der (im Bild rechts außen liegende) Schutzleiter 7a eine einheitliche (d.h. einschichtige) Aderisolierung aus nicht brandfestem Kunststoff 10 aufweist.

**[0072]** Das Flachkabel 1 liegt im Nicht-Brandfall flach auf der Kabelpritsche 9, wobei die feuerbeständige Isolierschicht 5 nach unten, d.h. zur Auflagefläche des Flachkabels 1 orientiert ist.

**[0073]** In dem in Fig. 5 veranschaulichten Brandfall, d.h. nach dem im Wesentlichen rückstandslosen Abbrennen der nicht brandfesten Schicht 10 der Aderisolierungen (bzw. der gesamten Aderisolierung 10 des Schutzleiters 7a), des Zwischenmantels 4 und des Außenmantels 6 bleibt von der brandfesten (keramisierenden) Schicht der Aderisolierung 3, dem Zwischenmantel 4, der feuerbeständigen Isolierschicht 5 und dem Außenmantel 6 nur eine isolierende Kruste 3' jeweils um die spannungsführenden Aderleiter 2 sowie die Isolierschicht 5 übrig. Die Adern 7' liegen dann mit der isolierenden Kruste 3' direkt auf der feuerbeständigen Isolierschicht 5. Der Schutzleiter 7a' bildet keine derartige Kruste; der Leiter 2 des Schutzleiters 7a' liegt daher unmittelbar auf der feuerbeständigen Isolierschicht 5.

**[0074]** Für die Isolierung der Adern 7' untereinander sorgen die isolierenden Krusten 3'. Für die Isolierung gegenüber der metallischen Kabelpritsche 9 sorgen die isolierenden Krusten 3' und zusätzlich die Isolierschicht 5. Wie bereits erwähnt, erstreckt sich die feuerbeständige Isolierschicht 5 mit der Breite 28 (Fig. 2) wenigstens unterhalb der gesamten Fläche, in der die Adern 7', 7a' des Flachkabels 1 verlaufen. Mit anderen Worten, die feuerbeständige Isolierschicht 5 erstreckt sich wenigstens über die gesamte Breite des Flachkabels 1, in der bei Brandeinwirkung Adern 7', 7a' aufliegen.

**[0075]** Entsprechendes gilt im Brandfall für die Ausführungsform der Fig. 1 und 2 in der Variante mit einschichtigen Aderisolierungen mit der Maßgabe, dass nicht nur die innere Schicht der Aderisolierungen eine isolierende Kruste bildet, sondern die gesamte Dicke der Aderisolierungen, da diese über ihre gesamte Dicke mit keramisierenden Zusatzstoffen versetzt sind.

**[0076]** Die Figuren 6 A bis C veranschaulichen Schritte eines beispielhaften Herstellungsverfahrens des Flachkabels 1 für beide Ausführungsformen der Fig. 1/2 und Fig. 4/5. Die Figuren 6 A und 6 C zeigen eine hierfür verwendbare Extrusionsvorrichtung in Seitenansicht; Fig. 6 B zeigt eine solche in Draufsicht. Der Einfachheit halber ist das Herstellungsverfahren hier anhand eines Kabels mit nur drei Adern 7 dargestellt.

**[0077]** Zunächst wird die feuerbeständige Aderisolierung 3 bzw. die feuerbeständige innere Schicht 3 der Aderisolierung auf die Aderleiter 2 aufgespritzt. Fig. 6 A zeigt die Herstellung einer einzelnen Ader 7. Die weiteren benötigten Adern 7 werden entsprechend hergestellt. Das Aufspritzen der Aderisolierung 3 bzw. der inneren

Schicht 3 der Aderisolierung erfolgt durch Extrusion einer mit im Brandfall keramisierenden Zusatzstoff versetzten Kunststoffsenschmelze unmittelbar auf den Aderleiter 2. Hierzu wird der Aderleiter 2, z.B. Kupferdraht, mechanisch gespannt von einer Abwickeltrommel 31 durch einen Extruder 37, nämlich mittig durch eine formgebende Extruderdüse 35 gezogen. Die Extruderdüse 35 ist kreisförmig und hat einen Durchmesser, der im Wesentlichen dem Ader-Außendurchmesser 21 bzw. dem Außen-durchmesser der inneren Schicht 3 entspricht. So entsteht ein im Querschnitt ringförmiger Kunststoffüberzug auf dem Aderleiter 2. Die Menge der pro Zeiteinheit extrudierten Kunststoffsenschmelze und die Vorschubgeschwindigkeit des Kupferdrahts sind aufeinander abgestimmt, so dass der Außendurchmesser der aufgespritzten Aderisolierung im Wesentlichen dem gewünschten Wert, nämlich dem Düsendurchmesser (Ader-Außen-durchmesser 21 bzw. Außendurchmesser der inneren Schicht 3) entspricht. Der Kunststoffüberzug erstarrt durch Abkühlung nach dem Austritt aus der Extruderdüse 35, und bildet so die im Brandfall keramisierende Aderisolierung 3. Die Ader 7 wird auf einer Aufwickeltrommel 33 aufgewickelt. Die besagte mechanische Spannung wird mit Hilfe der Ab- und Aufwickeltrommel 31 bzw. 33 erzielt.

**[0078]** Bei Ausführungsformen mit zweischichtiger Aderisolierung (Fig. 4 und 5) wird in einem weiteren, analogen Extrusionsvorgang die äußere Schicht der Aderisolierung 10 aus nicht feuerbeständigem Kunststoff auf die innere Schicht 3 extrudiert.

**[0079]** Nicht brandfest ausgerüstete Adern 7a werden auf analoge Weise in einem Extrusionsvorgang hergestellt, indem die Aderisolierung 10 aus nicht feuerbeständigem Kunststoff unmittelbar auf den Aderleiter 2 extrudiert wird.

**[0080]** Sodann erfolgt gemäß Fig. 6 B das Aufspritzen des (z.B. nicht feuerbeständigen) Zwischenmantels 4 auf die Adern 7 bzw. 7a, hier drei Adern 7. Es erfolgt durch Extrusion einer Kunststoffsenschmelze (die z.B. keine keramisierenden Zusatzstoffe enthält) unmittelbar auf die Adern 7. Hierzu wird die benötigte Anzahl von Adern 7 (hier drei Adern 7) parallel zueinander in einer Ebene in demjenigen Abstand, der dem späteren Abstand im herzustellenden Flachkabel 1 entspricht (Abstand 22 in Fig. 2), mechanisch gespannt von jeweils einer Abwickeltrommel 41, 41', 41" durch einen weiteren Extruder 47, nämlich mittig durch eine formgebende Extruderdüse 45 gezogen. Die Extruderdüse 45 entspricht in ihrer Form im Wesentlichen der Außenkontur des herzustellenden Zwischenmantels 4. So entsteht der die Aderzwischenräume durchgreifende, und die Adern 7 vollständig einbettende Zwischenmantel 4. Die Menge der pro Zeiteinheit extrudierten Kunststoffsenschmelze und die Vorschubgeschwindigkeit der Adern 7 sind wiederum so aufeinander abgestimmt, dass die Außenabmessungen des aufgespritzten Zwischenmantels 4 im Wesentlichen den gewünschten Werten, nämlich den Düsenabmessungen bzw. der Dicke und Breite des Zwischenmantels 4 ent-

sprechen. Der Kunststoffüberzug erstarrt durch Abkühlung nach dem Austritt aus der Extruderdüse 45, und bildet so den Zwischenmantel 4 auf den Adern. Das so entstandene Zwischenprodukt 50 (Zwischenmantel 4 mit den eingebetteten Adern 7) wird auf eine Aufwickeltrommel 43 aufgewickelt. Die besagte mechanische Spannung wird mit Hilfe der Ab- und Aufwickeltrommeln 41, 41', 41" bzw. 43 erzielt.

**[0081]** Schließlich erfolgt das Aufspritzen des (z.B. nicht feuerbeständigen) Außenmantels 6 auf das Zwischenprodukt 50 und eine feuerbeständige Isolierschicht 5. Dies erfolgt wiederum durch Extrusion einer Kunststoffsenschmelze (die z.B. keine keramisierenden Zusatzstoffe enthält) auf das Zwischenprodukt 50 und die feuerbeständige Isolierschicht 5 gemäß Fig. 6 C. Hierzu wird das Zwischenprodukt 50 mit der aufgelegten Isolierschicht 5 mechanisch gespannt von jeweils einer Abwickeltrommel 51, 58 durch einen weiteren Extruder 57, nämlich mittig durch eine formgebende Extruderdüse 55 gezogen. Bei dem zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiel wird die feuerbeständige Isolierschicht 5 nur einseitig auf das Zwischenprodukt 50 aufgelegt. Bei anderen Ausführungsformen Varianten wird die feuerbeständige Isolierschicht 5 beidseitig auf das Zwischenprodukt 50 aufgelegt; dies kann beispielsweise durch Abwickeln zweier feuerbeständiger Isolierbänder von Abwickelpulnen nach Art der gezeigten Abwickelpulse 58 erfolgen, oder indem das Zwischenprodukt 50 vor diesem dritten Extrusionsvorgang mit einem feuerbeständigen Isolierband umwickelt wird. Die Extruderdüse 55 entspricht in ihrer Form im Wesentlichen der Außenkontur des herzustellenden Flachkabels 1. So entsteht der den Zwischenmantel 4 samt der feuerbeständigen Isolierschicht 5 einbettende Außenmantel 6. Die Menge der pro Zeiteinheit extrudierten Kunststoffsenschmelze und die Vorschubgeschwindigkeit von Zwischenprodukt 50 und Isolierschicht 5 sind wiederum so aufeinander abgestimmt, dass die Außenabmessungen des Außenmantels 6 im Wesentlichen den gewünschten Werten, nämlich den Düsenabmessungen bzw. der Dicke und Breite des Flachkabel 1 entspricht. Der Kunststoffüberzug erstarrt durch Abkühlung nach dem Austritt aus der Extruderdüse 55, und bildet so den Außenmantel 6. Das so entstandene fertige Flachkabel 1 wird auf eine Aufwickeltrommel 53 aufgewickelt. Die besagte mechanische Spannung wird mit Hilfe der Ab- und Aufwickeltrommeln 51 bzw. 53 erzielt.

**[0082]** Alle Publikationen, die in dieser Beschreibung genannt sind, werden per Bezugnahme in diese einbezogen.

**[0083]** Obwohl bestimmte Produkte und Verfahren in Übereinstimmung mit den Lehren der Erfindung hierin beschrieben wurden, wird der Geltungsbereich dieses Patents nicht darauf beschränkt. Im Gegenteil deckt dieses Patent alle Ausführungsformen der Lehren der Erfindung die im Rahmen der beigefügten Ansprüche entweder wörtlich oder unter der Äquivalenzlehre unter die Ansprüche fallen ab.

## Patentansprüche

1. Flachkabel (1) mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einem elektrisch leitenden Tragkörper, umfassend:

wenigstens zwei Adern (7, 7a), die parallel nebeneinander in einer Ebene verlaufen; wobei die Adern (7, 7a) jeweils einen Aderleiter (2) und eine im Querschnitt ringförmige Aderisolierung (3, 10) aufweisen, wobei bei wenigstens einer der Adern (7) die Aderisolierung (3, 10) unmittelbar auf den Aderleiter (2) extrudiert, im Brandfall keramisierendes Isoliermaterial umfasst; einen Zwischenmantel (4), welcher die Adern (7, 7a) insgesamt umschließt und dabei die Aderisolierungen (3, 10) unmittelbar an deren Außenseite umhüllt, wobei der Zwischenmantel (4) zwischen jeweils zwei Adern (7, 7a) von einer Flachseite des Flachkabels zur anderen Flachseite durchgreift; einen Außenmantel (6), welcher den Zwischenmantel (4) umgibt und die Außenkontur des Flachkabels (1) definiert; wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5), die außen auf dem Zwischenmantel (4) angeordnet ist und zwischen dem Zwischenmantel (4) und dem Außenmantel (6) liegt.

2. Flachkabel (1) nach Anspruch 1, wobei das keramisierende Isolationsmaterial Kunststoff und wenigstens einen keramisierbaren Zusatzstoff umfasst.

3. Flachkabel (1) nach Anspruch 2, wobei der keramisierbare Zusatzstoff im Brandfall, wenn der Kunststoff abbrennt, eine isolierende Kruste bildet.

4. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei bei der wenigstens einen Ader (7) mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial die Aderisolierung in ihrer gesamten Dicke (3) aus dem aufextrudierten, im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial hergestellt ist.

5. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei bei der wenigstens einen Ader (7) mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial ein innerer Teil (3) der Aderisolierung aus dem aufextrudierten, im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial hergestellt ist, während ein äußerer Teil (10) der Aderisolierung aus nicht feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist.

6. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem

- sämtliche Adern (7) mit im Brandfall kerami-

sierendem Isoliermaterial ausgerüstet sind; oder

- nur ein Teil der Adern (7) mit im Brandfall keramisierendem Isoliermaterial ausgerüstet sind, während bei einer oder mehreren Adern (7a), die dazu bestimmt sind, keine Spannung zu führen, die Aderisolierung (10) aus nicht feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist, der im Brandfall abbrennt.

7. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Zwischenmantel (4) aus nicht feuerbeständigem Kunststoff hergestellt ist, der im Brandfall abbrennt, ohne eine isolierende Kruste oder isolierende Schicht zu hinterlassen.

8. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Zwischenmantel (4) unmittelbar auf die Außenseite der Aderisolierungen (3, 10) extrudiert ist.

9. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Abstand benachbarter Adern (7, 7a), durch den der Zwischenmantel (4) greift, gemessen von Außenseite zu Außenseite der Aderisolierungen (3, 10) wenigstens dem Radius der Adern (7, 7a) entspricht.

10. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) an beiden Flachseiten des Flachkabels (1) angeordnet ist.

11. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) nur an einer der beiden Flachseiten des Flachkabels (1) angeordnet ist.

12. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Außenmantel (6) des Flachkabels (1) eine Formgebung hat, die keine 180°-Symmetrie hat, so dass hierdurch diejenige Flachseite des Kabels, an der die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) angeordnet ist, von außen erkennbar ist.

13. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) einen feuerbeständigen isolierenden Mineralstoff umfasst.

14. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) Silicat umfasst.

15. Flachkabel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) eine Glimmerschicht ist.

**16.** Verwendung eines Flachkabels (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, derart, dass das Flachkabel (1) auf einem elektrisch leitenden Tragkörper ausgelegt wird, wobei das Flachkabel (1) so orientiert wird, dass zwischen den Adern (7, 7a) und dem Tragkörper die wenigstens eine feuerbeständige Isolierschicht (5) zu liegen kommt. 5

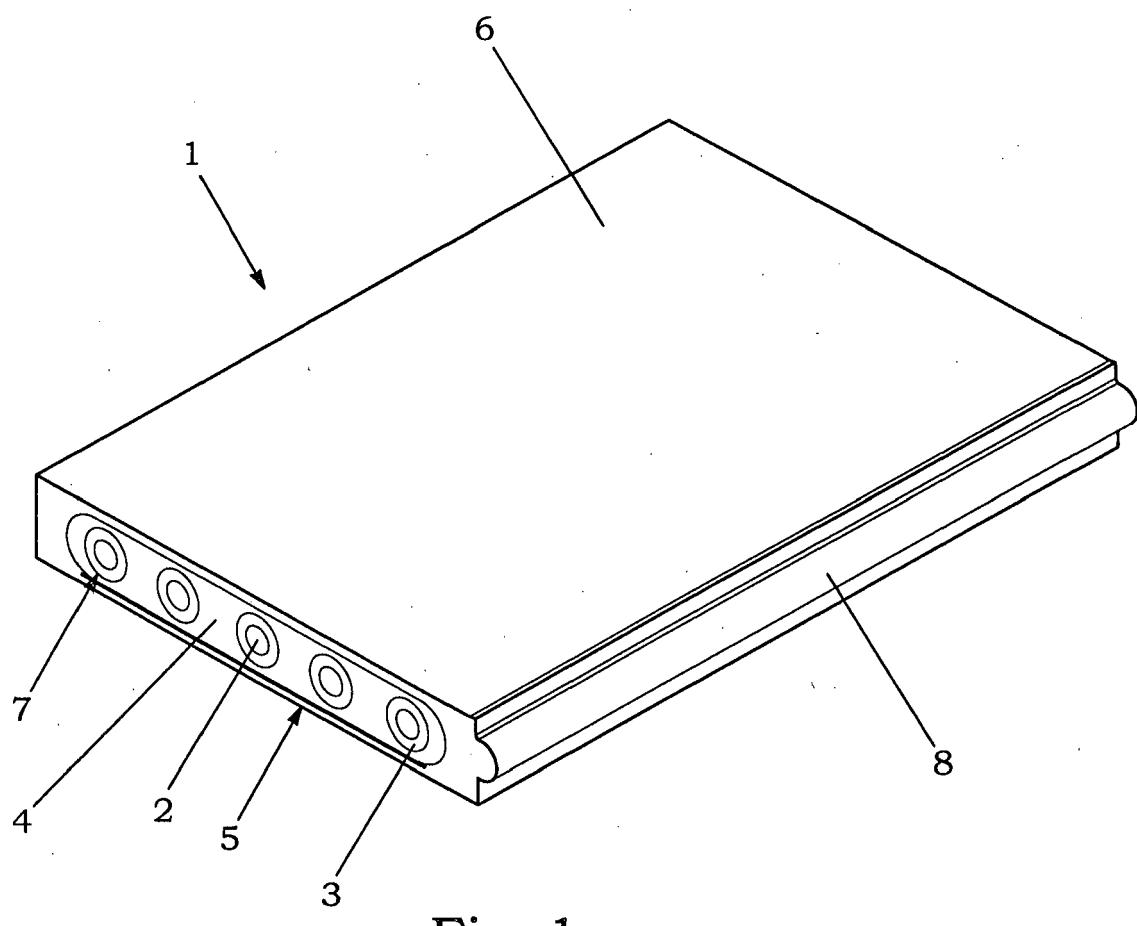
**17.** Verfahren zur Herstellung eines Flachkabels (1) mit Kurzschlussvermeidung im Brandfall auch bei Verlegung auf einer elektrisch leitenden Kabelunterlage, umfassend: 10

Herstellen von Adern (7) mit einer unmittelbar auf einem Aderleiter (2) angeordneten, im Querschnitt ringförmigen Aderisolierung (3, 10), wobei das Herstellen der Aderisolierung (3, 10) ein Umspritzen eines Aderleiters (2) mit einem im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial mit einem Extruder (37) umfasst; 15

Aufbringen eines Zwischenmantels (4) auf mehreren Adern (7, 7a), von denen wenigstens eine Ader (7) mit dem im Brandfall keramisierenden Isoliermaterial ausgerüstet ist, wobei die Adern (7, 7a) parallel nebeneinander in einer Ebene verlaufen, wobei der Zwischenmantel (4) die Adern (7, 7a) insgesamt umschließt und dabei die Aderisolierungen (3, 10) unmittelbar an deren Außenseite umhüllt, und jeweils zwischen zwei Adern (7, 7a) von einer Flachseite des Flachkabels zur anderen Flachseite durchgreift; 20  
Aufbringen wenigstens einer feuerbeständigen Isolierschicht (5) außen auf den Zwischenmantel (4);

Aufbringen eines Außenmantels (6) auf den Zwischenmantel (4) samt feuerbeständiger Isolierschicht (5), der die Außenkontur des Flachkabels (1) definiert. 25  
30  
35

**18.** Verfahren zur Herstellung eines Flachkabels (1) nach Anspruch 17, mit weiteren Merkmalen nach einem der Ansprüche 1 bis 15. 40



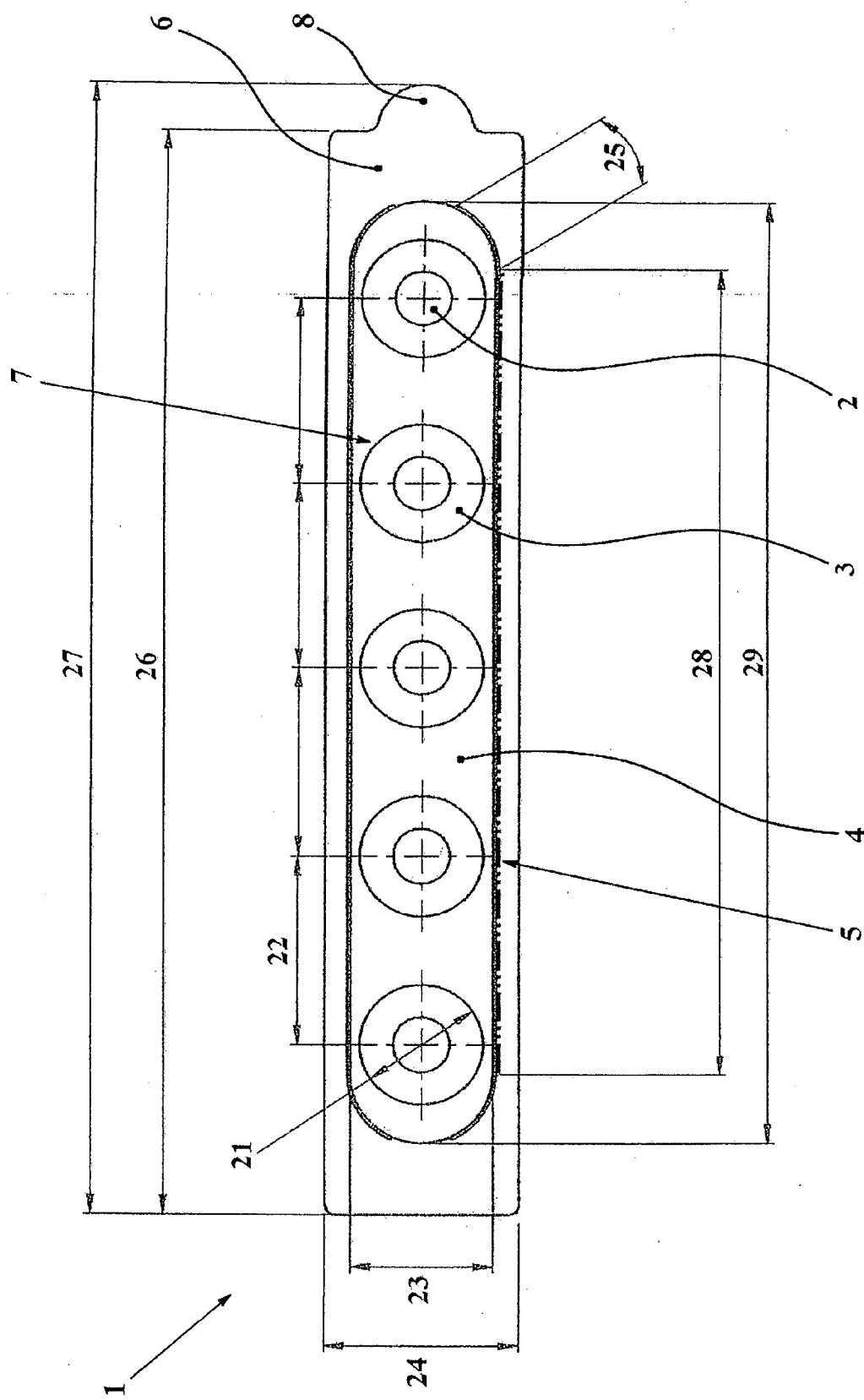
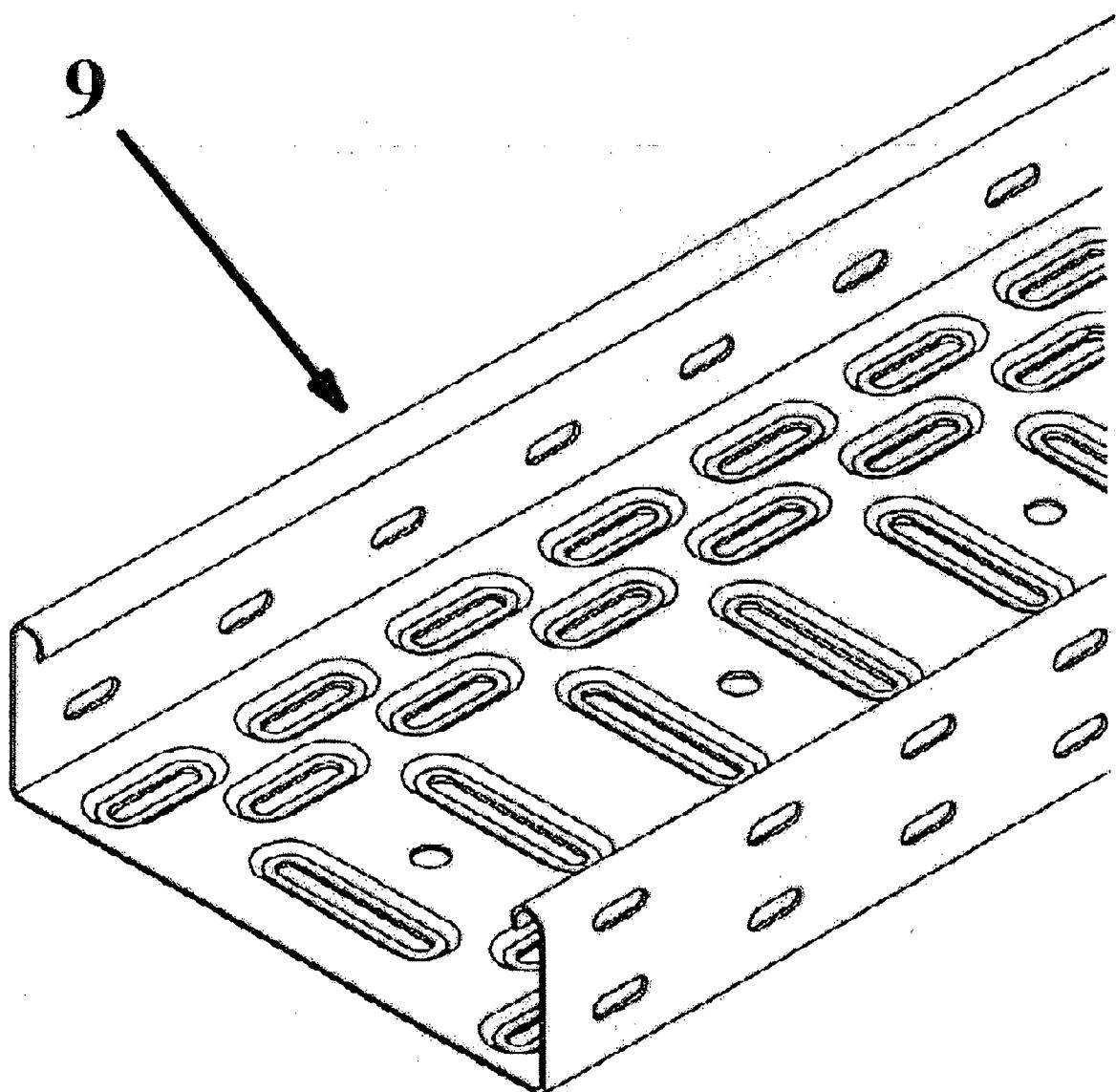
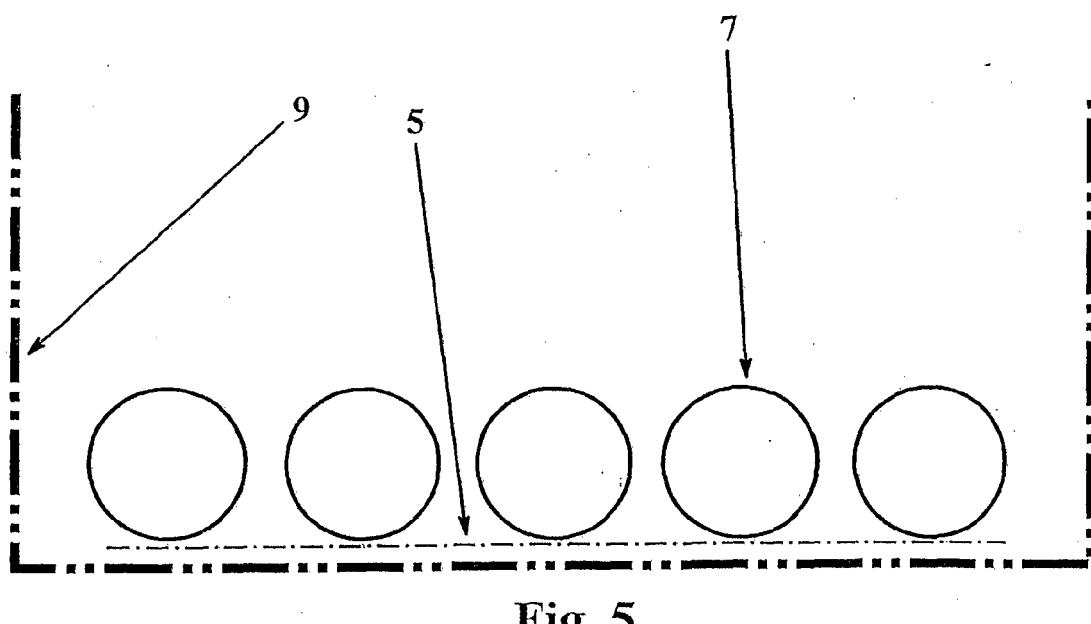
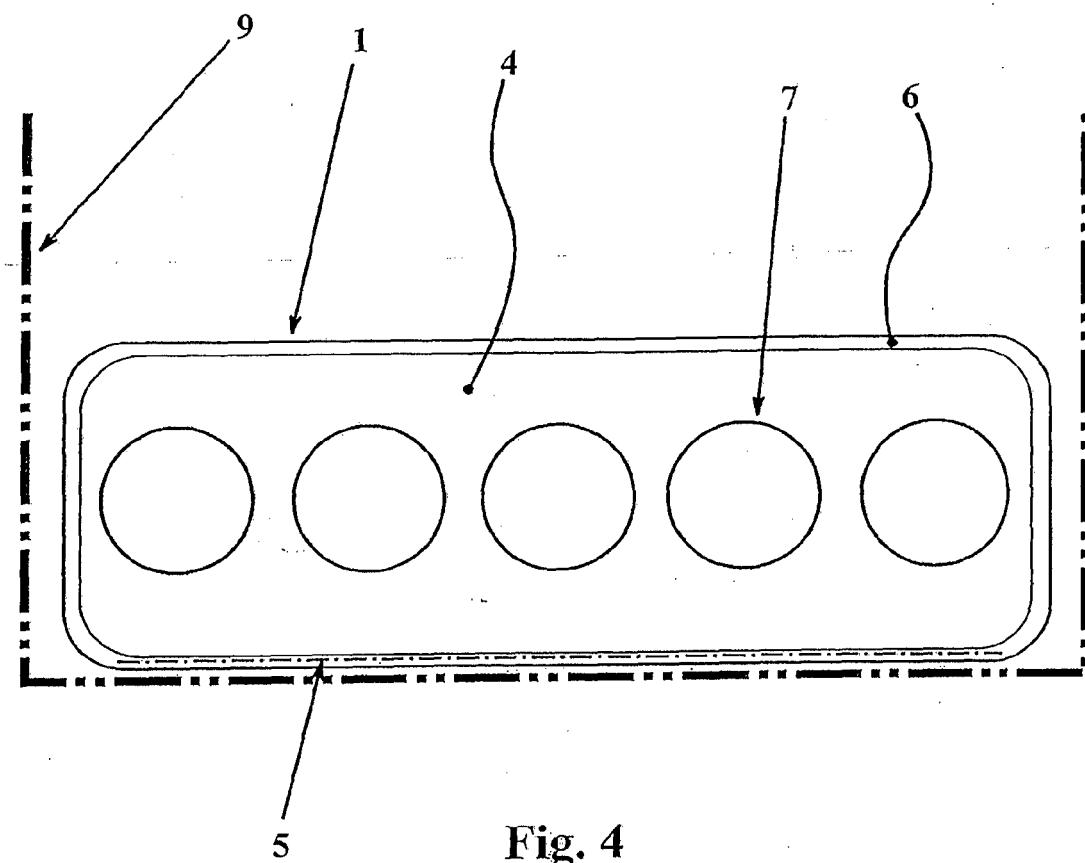


Fig. 2



**Fig. 3**



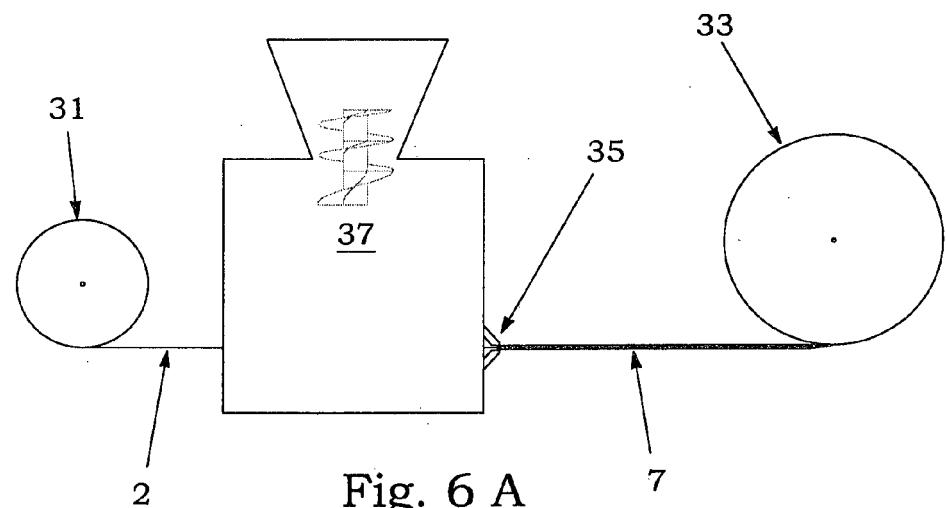


Fig. 6 A

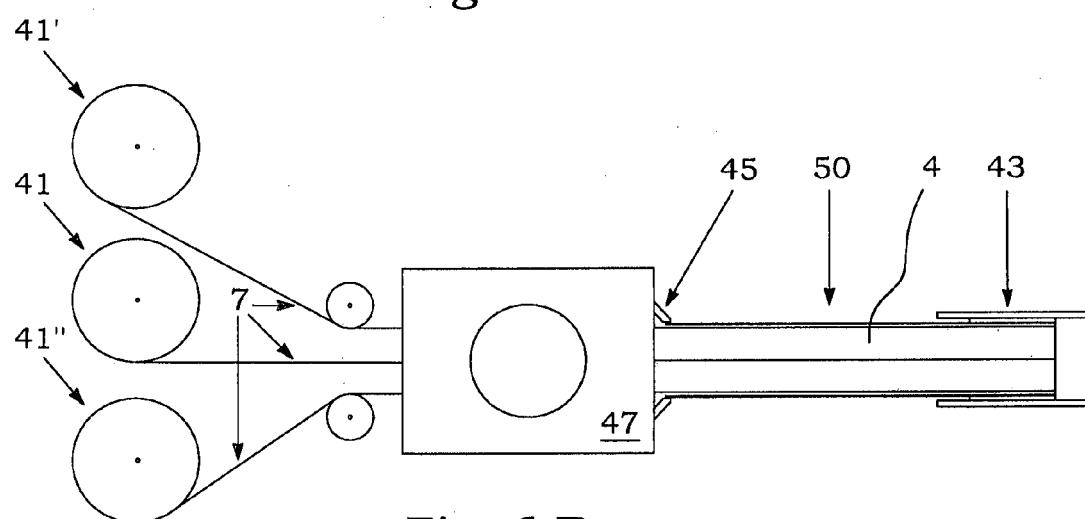


Fig. 6 B

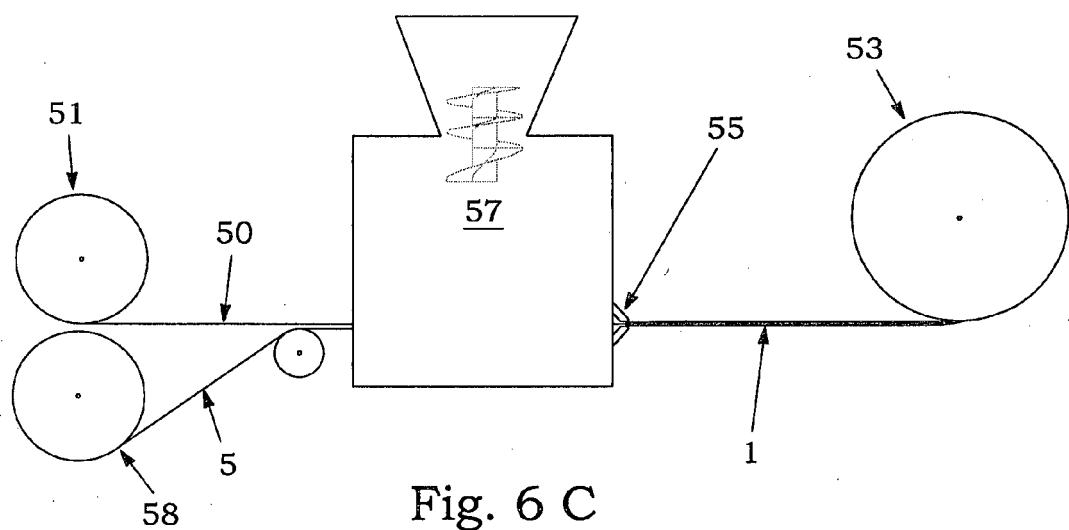


Fig. 6 C



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 00 0414

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 200 11 862 U1 (KABELWERK EUPEN AG EUPEN [BE]) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) * Seite 4 - Seite 5; Ansprüche 1-4; Abbildung 1 * -----	1-18	INV. H01B7/295
A	US 2011/250781 A1 (ONODI TAMAS [CH] ET AL) 13. Oktober 2011 (2011-10-13) * das ganze Dokument *	1-18	
A,D	US 2009/078446 A1 (PONS JEAN-LOUIS [FR] ET AL) 26. März 2009 (2009-03-26) * das ganze Dokument * -----	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			H01B H01R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	24. August 2015	Mehdaoui, Imed	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 0414

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-08-2015

10

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 20011862 U1	26-10-2000	KEINE	
15	US 2011250781 A1	13-10-2011	DE 102010014531 A1 EP 2375505 A1 US 2011250781 A1	13-10-2011 12-10-2011 13-10-2011
20	US 2009078446 A1	26-03-2009	EP 1911043 A1 US 2009078446 A1 WO 2007014983 A1	16-04-2008 26-03-2009 08-02-2007
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/02

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2375505 A1 [0003] [0004]
- US 20090078446 A1 [0005]
- JP H01117204 A [0006]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **P. EYERER et al.** Polymer Engineering Technologien und Praxis. Springer-Verlag, 2008, 111 [0015]
- **STICHWORT.** Keramisierende Polymere [0015] [0024]
- **K. W. THOMSON et al.** European Coatings Journal, 2006, vol. 12, 34-39 [0015] [0024]
- **BEISPIEL P. EYERER et al.** Polymer Engineering Technologien und Praxis. Springer-Verlag, 2008, 111 [0024]