

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 841 468 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.1998 Patentblatt 1998/20

(51) Int. Cl.⁶: **E21D 11/38**, E21D 11/08,
C04B 28/02

(21) Anmeldenummer: **96118802.6**

(22) Anmeldetag: **23.11.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(30) Priorität: **06.11.1996 DE 19645604**

(71) Anmelder:
**HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT VORM.
GEBR. HELFMANN
45128 Essen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dahl, Johannes, Dipl.-Ing.
44225 Dortmund (DE)**
• **Nussbaum, Guido, Dipl.-Ing.
45479 Mülheim a.d.R. (DE)**
• **Görhs, Kerstin, Dr.-Ing.
64342 Seeheim-Jugenheim (DE)**

(74) Vertreter:
**Honke, Manfred, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte
Andrejewski, Honke & Sozien,
Postfach 10 02 54
45002 Essen (DE)**

(54) **Brandschutzsicherung für Tunnelausbau aus Stahlbetontübbings**

(57) Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings mit Einrichtung zur Brandschutzsicherung. Die Stahlbetontübbings bestehen aus einem Fest-Beton. Der Fest-Beton weist eine Bewehrung aus Stahlfasern mit einem Gehalt von 30 bis 80 kg pro Kubikmeter Frischbeton auf. Der Fest-Beton weist einen Zusatz von 10 bis 3000 g Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln pro Kubikmeter Frischbeton auf. Der Gehalt an Stahlfasern einerseits, der Zusatz an Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln andererseits sind so aufeinander abgestimmt, daß der Stahlbetontunnel bei Brandbelastungen von bis zu 1.350 °C und bis zu 120 Minuten den Brandschutzbestimmungen entspricht.

EP 0 841 468 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings mit Einrichtung zur Brandschutzsicherung. Stahlbeton bezeichnet im Rahmen der Erfindung einen Beton, der mit Stahlfasern bewehrt ist. Nach den bestehenden Vorschriften und Forderungen sind Stahlbetontunnel im Verkehrstunnelbau gegen Brandbelastungen bis zu 120 Minuten und einem Temperaturmaximum von 1.350 °C zu sichern. Die Stahlbetontübbings können als ringförmig geschlossene Stahlbeton-Volltübbings oder aus entsprechenden Tübbingsegmenten ringförmig aufgebaut sein.

Bei den Stahlbetontunneln, von denen die Erfindung ausgeht, sind die Einrichtungen zur Brandschutzsicherung Zusatzeinrichtungen, nämlich zusätzliche Tunnelauskleidungen in Form von Brandschutzplatten. Die Befestigung dieser Tunnelauskleidungen im gekrümmten Tunnelquerschnitt erfordert erhebliche technische Aufwendungen und ist besonders kostenintensiv. Bei einem Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings ist im Tübbingausbau der Fugenanteil groß. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die Stahlbetontübbings aus Tübbingsegmenten zusammengesetzt sind. Aus Sicherheitsgründen bedürfen die Fugen der Beobachtung und gegebenenfalls auch der Wartung. Insofern stören zur Brandschutzsicherung angebrachte Tunnelauskleidungen. Sind die Fugen nicht dicht, so kann austretende Feuchtigkeit die Dauerhaftigkeit der Brandschutzauskleidungen beeinträchtigen.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, einen Stahlbetontunnel mit hoher Brandschutzsicherheit zu schaffen, der von Brandschutzauskleidungen frei ist.

Zur Lösung dieses technischen Problems lehrt die Erfindung einen Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings mit Einrichtung zur Brandschutzsicherung und den Merkmalen

die Stahlbetontübbings bestehen aus einem Fest-Beton,

der Fest-Beton weist eine Bewehrung aus Stahlfasern mit einem Gehalt von 30 bis 80 kg pro Kubikmeter Frischbeton auf,

der Fest-Beton weist einen Zusatz von 10 bis 3000 g Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln pro Kubikmeter Frischbeton auf,

wobei der Gehalt an Stahlfasern einerseits, der Zusatz an Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln andererseits so aufeinander abgestimmt sind, daß der Stahlbetontunnel bei Brandbelastungen von bis zu 1.350 °C und bis zu 120 Minuten den Brandschutzbestimmungen entspricht. Fest-Beton bezeichnet im Rahmen der Erfindung und in bezug auf die Stahlbetontübbings einen Beton mit einer Endfestigkeit von 45 N/mm² und höher

bis zu hochfestem Beton mit über DIN 1045 hinausgehenden Festigkeitsklassen. Im Rahmen der Erfindung ist der Fest-Beton im übrigen nach den Regeln der Baukunst aufgebaut. Er besitzt übliche Zuschlagstoffe mit einer Körnung von größer 0 bis 32 mm. Es ist aus der Praxis bekannt, daß Beton mit Stahlfaserbewehrung im Vergleich mit Normalbeton verbessertes Brandverhalten aufweist, und zwar auch bei Stahlbetontübbings im Tunnelbau. Das bringt jedoch keine ausreichende Verbesserung der Brandschutzsicherheit im Sinne der einleitenden Ausführungen. Um hochfesten Beton für die Errichtung von im Brandfall nach Maßgabe von DIN 4102 feuerbeständigen Bauwerken zu verwenden, ist es bekannt, mit Hilfe von Fasern, insbesondere Kunststofffasern, Mikroporen mit definierten Porenparametern in der Zementleimmatrix zu erzeugen. Das ist für die Herstellung von Stahlbetontübbings für den Tunnelausbau eine aufwendige, nicht leicht reproduzierbar zu verwirklichende Maßnahme.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß ein Fest-Beton im Sinne der Erfindung, der wie beschrieben mit Stahlfasern sowie Kunststofffasern und/oder Kunststoffkugeln ausgerüstet ist, durch Abstimmung des Gehaltes an Stahlfasern einerseits sowie an Kunststofffasern und/oder Kunststoffkugeln andererseits auch für die angegebenen extremen Brandbelastungen brandsicher eingestellt werden kann. Die konkrete Abstimmung kann von Anwendungsfall zu Anwendungsfall ohne weiteres im Labor erarbeitet werden. Überraschenderweise können bei den angegebenen Brandbelastungen störende Abplatzungen vollständig vermieden werden. Die Stahlfasern, die Kunststofffasern und die Kunststoffkugeln sind die, die als Bewehrung oder Zusatzstoffe im Betonbau üblich sind.

Im einzelnen kann die Lehre der Erfindung so, wie es im folgenden erläutert wird, weiter ausgebildet und optimiert werden. Da Quarz bei etwa 870 °C zerfällt, ist eine Ausführungsform der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß als Zuschlagstoff quarzfreie Zuschlagstoffe, insbesondere Basalt-Zuschlagstoffe, verwendet werden. In diesem Falle kann mit einem verhältnismäßig geringen Gehalt an Stahlfasern sowie Kunststofffasern und/oder Kunststoffkugeln im Rahmen der angegebenen Bereiche gearbeitet werden. In bezug auf den Gehalt an Kunststofffasern und/oder Kunststoffkugeln muß stets darauf geachtet werden, daß unter Brandbelastung störend hohe Wasserdampfdrücke in dem Fest-Beton sich nicht entwickeln können. Im Rahmen der Erfindung kann ohne weiteres auch mit Gemischen aus Sand und Kies bzw. Sand und Splitt innerhalb der angegebenen Korngrößen gearbeitet werden. Es ist in diesen Fällen allerdings mit höheren Gehalten an Stahlfasern sowie Kunststofffasern und/oder Kunststoffkugeln zu arbeiten.

Der Erfindung liegt die weitere Erkenntnis zugrunde, daß mechanische Beschädigungen oder Ausbrüche im Bereich der Stoßflächen der Tübbings im Stahlbetontunnelverbund, insbesondere auch an den

Kanten, die Brandsicherheit in diesen Bereichen beeinträchtigen können. Solche Beschädigungen können beim Einbau vorgefertigter Stahlbetontübbings in den Stahlbetontunnelverbund auftreten. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden solche Beschädigungen verhindert. Insoweit ist Gegenstand der Erfindung ein Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings mit Einrichtung zur Brandschutzsicherung und den Merkmalen:

Die Stahlbetontübbings bestehen aus einem Fest-Beton,

der Fest-Beton weist eine Bewehrung aus Stahlfasern mit einem Gehalt von 30 bis 80 kg pro Kubikmeter Frischbeton auf,

der Fest-Beton weist einen Zusatz von 10 bis 3000 g Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln pro Kubikmeter Frischbeton auf,

im Bereich der Stoßfugen der Stahlbetontübbings sind Bewehrungskörbe aus Betonstahl in dem Fest-Beton angeordnet,

wobei der Gehalt an Stahlfasern einerseits, der Zusatz an Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln andererseits so aufeinander abgestimmt sind, daß die Stahlbetontübbings des Stahlbetontunnels bei Brandbelastungen von bis zu 1.350 °C und bis zu 120 Minuten auch im Bereich der Bewehrungskörbe aus Betonstahl den Brandschutzbestimmungen entsprechen. Das ist eine Maßnahme von besonderer Bedeutung: Die Stoßfugen der Stahlbetontübbings sind bei einem Stahlbetontunnel regelmäßig offene Fugen. Daraus resultieren ein zweiseitiger Brandangriff und erhöhte Brandbelastung. Diese erhöhte Brandbelastung wird erfindungsgemäß durch die beschriebene Kombination mit Bewehrungskörben beherrscht.

Die Bewehrungskörbe lassen sich einfach in die Stahlbetontübbings einbauen. Sie können beim Betonieren der Stahlbetontübbings oder der Segmente für die Stahlbetontübbings mit einer einfachen Festhalterkonstruktion an der Tübbingschalung fixiert werden. Ist der Stahlbetontübbing fertig betoniert, so können die Befestigungselemente entfernt werden. Zum Beispiel können spezielle Gewindehülsen mit dem Bewehrungskorb verschraubt werden. Durch vorbereitete Schraubenlöcher in der Seitenschalung der Tübbings können dann ohne Schwierigkeiten Schrauben durch die Schalung in diese Gewindehülsen eingedreht werden. Die Bewehrungskörbe werden so bis zum Abbinden des Fest-Betons über diese Schraubverbindungen sicher in der Tübbingschalung gehalten. Vor dem Ausschalen werden die Schrauben gelöst und der Tübbing kann ohne Schwierigkeiten aus der Schalform gehoben werden. - Stoßfugen bezeichnet sowohl die Fugen zwischen den in Längsrichtung des Stahlbetontunnels

gereihten Stahlbetontübbings als auch zwischen den Segmenten der Stahlbetontübbings, wenn mit solchen gearbeitet wird.

Patentansprüche

1. Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings mit Einrichtung zur Brandschutzsicherung und den Merkmalen

1.1) die Stahlbetontübbings bestehen aus einem Fest-Beton,

1.2) der Fest-Beton weist eine Bewehrung aus Stahlfasern mit einem Gehalt von 30 bis 80 kg pro Kubikmeter Frischbeton auf,

1.3) der Fest-Beton weist einen Zusatz von 10 bis 3000 g Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln pro Kubikmeter Frischbeton auf,

wobei der Gehalt an Stahlfasern einerseits, der Zusatz an Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln andererseits so aufeinander abgestimmt sind, daß der Stahlbetontunnel bei Brandbelastungen von bis zu 1.350 °C und bis zu 120 Minuten den Brandschutzbestimmungen entspricht.

2. Stahlbetontunnel nach Anspruch 1, wobei der Fest-Beton der Stahlbetontübbings Zuschlagstoffe mit einer Körnung von größer 0 bis 32 mm aufweist.
3. Stahlbetontunnel nach Anspruch 2, wobei als Zuschlagstoff quarzfreie Zuschlagstoffe, insbesondere Basalt-Zuschlagstoffe eingesetzt sind.
4. Stahlbetontunnel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Fest-Beton einen Zusatz an Flugasche wo bis zu 70 kg pro Kubikmeter Frischbeton aufweist.
5. Stahlbetontunnel aus Stahlbetontübbings mit Einrichtung zur Brandschutzsicherung und den Merkmalen:

5.1) Die Stahlbetontübbings bestehen aus einem Fest-Beton,

5.2) der Fest-Beton weist eine Bewehrung aus Stahlfasern mit einem Gehalt von 30 bis 80 kg pro Kubikmeter Frischbeton auf,

5.3) der Fest-Beton weist einen Zusatz von 10 bis 3000 g Kunststoffasern und/oder Kunststoffkugeln pro Kubikmeter Frischbeton auf,

5.4) im Bereich der Stoßfugen der Stahlbetontübbings sind Bewehrungskörbe aus Betonstahl

in dem Fest-Beton angeordnet,

wobei der Gehalt an Stahlfasern einerseits, der
Zusatz an Kunststoffasern und/oder Kunststoffku- 5
geln andererseits so aufeinander abgestimmt sind,
daß die Stahlbetontübbings des Stahlbetontunnels
bei Brandbelastungen von bis zu 1.350 °C und bis
zu 120 Minuten auch im Bereich der Bewehrungs-
körbe aus Betonstahl den Brandschutzbestimmun- 10
gen entsprechen.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 8802

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 4 725 632 A (VESS SAMUEL P) * das ganze Dokument * ---	1-5	E21D11/38 E21D11/08 C04B28/02
A	DE 40 06 972 A (STUDIENGESELLSCHAFT FUER UNTER) * das ganze Dokument * ---	1,5	
A	DE 21 53 532 A (BAYER AG) * Seite 15 * ---	1,5	
A	DE 37 31 124 A (BUCHTAL GMBH) * das ganze Dokument * ---	1,5	
A	GB 1 450 091 A (CHUBB & SONS LOCK & SAFE CO) * Zusammenfassung * ---	1,5	
A	GB 2 202 527 A (STRATA CONTROL SYSTEMS PTY LTD) ---		
A	WO 92 02710 A (HUELS TROISDORF) ---		
A	DE 24 08 624 A (FRENZELIT ASBESTWERK) ---		
A	US 3 773 700 A (EASH R ET AL) ---		
A	US 5 002 610 A (SHERIF FAWZY G ET AL) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29. Januar 1998	Prüfer Fonseca Fernandez, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)