



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 987 399 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.03.2000 Patentblatt 2000/12**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **E21B 33/138, E21D 9/00**

(21) Anmeldenummer: **99118325.2**

(22) Anmeldetag: **15.09.1999**

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

(72) Erfinder: **Schönberger, Martin**  
**84307 Eggenfelden (DE)**

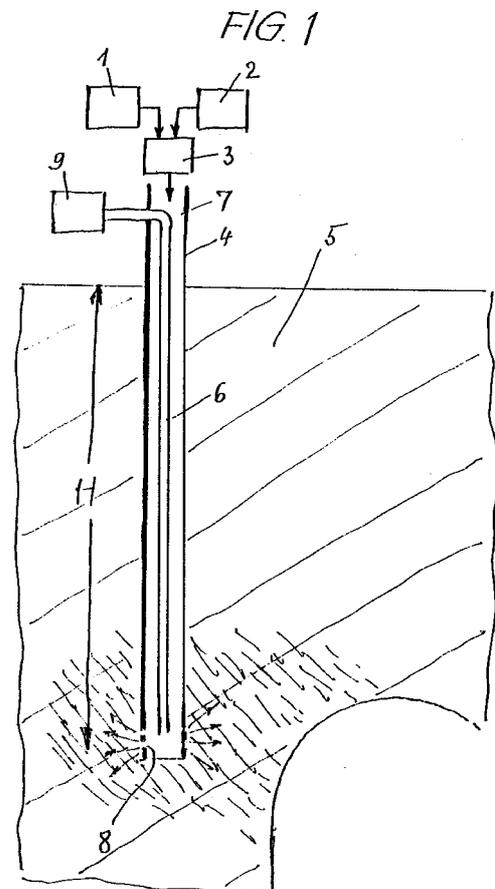
(74) Vertreter: **Kuhnen & Wacker**  
**Patentanwaltsgesellschaft mbH,**  
**Alois-Steinecker-Strasse 22**  
**85354 Freising (DE)**

(30) Priorität: **15.09.1998 DE 19842072**

(71) Anmelder: **Schönberger, Martin**  
**84307 Eggenfelden (DE)**

(54) **Verfahren zur Abdichtung und/oder Verfestigung von Bodenbereichen im Tiefbau**

(57) Es wird ein Verfahren zur Abdichtung und/oder Verfestigung von Bodenbereichen im Spezialtiefbau vorgeschlagen, bei welchem eine Mischung aus einem Polyurethan-Hydrogel und Zement über eine Lanze zu den Lanzenöffnungen gepreßt und dort mit Wasser gemischt wird, welches entweder über eine gesonderte Wasserleitung zugeführt wird oder in dem zu behandelnden Bodenbereich aufgrund dessen Wasserführung zur Verfügung steht.



EP 0 987 399 A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abdichtung und/oder Verfestigung von Bodenbereichen im Tiefbau, insbesondere im Tunnel- und Kanalbau, bei welchem eine Injektionslanze gesetzt und über diese eine zementhaltige Substanz in den betreffenden Bodenbereichen injiziert wird.

**[0002]** Es ist bekannt, über Lanzen, welche in eine zuvor erzeugte Bohrung eingeführt werden, Zementmilch in zu verfestigende oder abzudichtende Bodenbereiche zu injizieren. Dieses Verfahren stößt dann auf Schwierigkeiten, wenn die abzudichtenden oder zu verfestigenden Bodenbereiche in starkem Maße Wasser führen, oder wenn, ggf. bei stärkerer Wasserführung, die Bodenbereiche eine starke Porosität aufweisen. In diesen Fällen wird die Zementmilch, bevor eine Aushärtung erfolgen kann, stark verdünnt und ausgewaschen. Es ergibt sich dann nicht nur ein außerordentlich großer Materialverbrauch, sondern auch in vielen Fällen unzureichende oder manchmal sogar ganz ausbleibende Abdichtungen oder Verfestigungen.

**[0003]** Ferner ist es seit geraumer Zeit bekannt, mittels Polyurethan-Hydrogelen, welche injiziert werden, Hohlräume unter Erzeugung einer wasserundurchlässigen Membrane abzudichten, somit also eine Abdichtung von Beton und Mauerwerk, von undichten Bodenkonstruktionen und auch von undichten Leitungen vorzunehmen. Polyurethan-Hydrogele gelieren aus den Ausgangsstoffen je nach Menge des zugesetzten Wassers in Sekundenschnelle. Die Anwendung solcher Polyurethan-Hydrogele im Tiefbau ist bisher, vermutlich wegen dieser kurzen Abbindungs- oder Gelierzeiten, nicht erfolgt.

**[0004]** Zum Stande der Technik seien auch noch die folgenden Durchschriften genannt:

DE 44 01 403 A1  
DE 38 15 947 C1  
DE 36 10 935 A1  
DE 25 27 115 A1  
AT 387 811 B  
AT 381 128 B

**[0005]** Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, ein Verfahren der eingangs definierten Art so auszugestalten, daß im Tiefbau bei starker Wasserführung der zu behandelnden Bodenbereiche zuverlässige Abdichtungs- und/oder Verfestigungsergebnisse erzielt werden, wobei der Materialeinsatz gegenüber dem vergleichbaren Verfahren, bei welchem Zementmilch injiziert wird, vergleichsweise niedrig ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des hier angegebenen Verfahrens sind Gegenstand der im Anspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche.

**[0006]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele

anhand der Zeichnung näher erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Einrichtung zur Ausübung des hier angegebenen Verfahrens in einer Situation zur Verfestigung und Abdichtung eines Bodenbereiches in der Nähe eines herzustellenden Tunnels,

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung zur Verdeutlichung der Situation, in welcher der Bodenbereich unter einem Gewässer abgedichtet werden soll, und

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung zur Verdeutlichung der Situation, in welcher ein Bodenbereich nahe dem unteren Ende einer Spundwand abgedichtet oder verfestigt werden soll.

**[0007]** In Fig. 1 ist ein Vorrat von Polyurethan-Hydrogel mit 1 bezeichnet. Ein Vorrat von Zement ist bei 2 angedeutet. Über eine Dosier- und Mischeinrichtung 3 gelangt ein Gemisch von Polyurethan-Hydrogel und Zement zu einer in Fig. 1 nicht dargestellten Förderpresse, welche die von der Misch- und Dosiereinrichtung 3 erzeugte Mischung vorbestimmter Zusammensetzung, vorzugsweise im Verhältnis von ein Teil Polyurethan-Hydrogel zu 1 bis 5 Teilen Zementpulver, in eine Lanze 4 preßt, die in eine zuvor in den Boden 5 eingebrachte Bohrung eingeschoben worden ist.

**[0008]** Es sei hier angemerkt, daß die Bearbeitungstiefen der hier betrachteten Art in einem Bereich von 20 m bis 150 m liegen können.

**[0009]** In der Lanze ist ein Wasserleitungsrohr 6 vom Lanzeneingang 7 aus bis zu den Lanzenöffnungen 8 geführt. Über dieses Wasserleitungsrohr 6 wird von einer Pumpe 9 Wasser nach abwärts bis auf die Tiefe des zu behandelnden Bodenbereiches gefördert, derart, daß erst im Bereich des unteren Lanzenendes das zuvor von der Misch- und Dosiereinrichtung 3 erzeugte Gemisch aus Polyurethan-Hydrogel und Zement mit Wasser in Berührung kommt, und dann die schnell aushärtende, zu injizierende Substanz ergibt.

**[0010]** Die von der Presse geförderte Mischung der Misch- und Dosiereinrichtung 3 und das von der Pumpe 9 geförderte Wasser aus der Leitung 6 stehen am unteren Lanzenende im Bereich der Lanzenöffnungen 8 unter einem Druck von 80 bar bis 2500 bar je nach Anwendungsfall und auch je nach der Arbeitstiefe H.

**[0011]** Es zeigt sich, daß die Wasserzugabe erst am unteren Lanzenende die Verarbeitung von einem Gemisch aus Polyurethan-Hydrogel und Zement trotz Gelierzeiten des Polyurethan-Hydrogels innerhalb von Sekunden ermöglicht, wobei aber durch weiter erhöhte Wasserzugaben auch längere Gelierzeiten eingestellt werden können und wobei ferner das Mischungsver-

hältnis von Polyurethan-Hydrogel und Zement, bestimmt durch die Misch- und Dosiereinrichtung 3, je nach Abdichtungs- und/oder Verfestigungsaufgabe gewählt wird, wobei größere Zementgehalte bei starker Flüssigkeitsführung in dem zu behandelnden Bodenbereich gewählt werden und geringere Zementgehalte gewählt werden können, wenn der zu behandelnde Bodenbereich feinkörnig oder feinporig ist.

**[0012]** Gemäß einer abgewandelten Ausführungsform, welche in bestimmten Fällen zweckmäßig ist, wird von dem Vorrat 1 ein Polyurethan-Hydrogel und von dem Vorrat 2 ein Zement-Wassergemisch zugeführt, so daß die gebildete Mischung vom Ausgang der Misch- und Dosiereinrichtung 3 stärker flüssigen Charakter hat, aber es aufgrund starken Wassermangels nicht zu einer vollständigen Ausgelierung kommt. Diese Mischung wird dem unteren Ende der Lanze 4 zugeführt und dann mit der für die Ausgelierung erforderlichen Wassermenge versetzt.

**[0013]** Bei dem zuerst beschriebenen Verfahren und auch bei dem für bestimmte Anwendungsfälle zweckmäßigen abgewandelten Verfahren kann die Wasserzugabe entweder über die Leitung 6 mittels der Pumpe 9 mit eingestellter Mengenzuförderung und eingestelltem Druck vorgenommen werden, oder aber die Wasserzugabe erfolgt durch den zu behandelnden Bodenbereich selbst, wenn dieser Bodenbereich ausreichend Wasser führt.

**[0014]** Bedeutsam ist bei dem hier angegebenen Verfahren jedenfalls, daß das Polyurethan-Hydrogel oder ein noch nicht ganz ausgegallertes Polyurethan-Hydrogel in solcher Weise zusammen mit dem zugegebenen Zement zum unteren Lanzenende gelangt, daß von dem Zeitpunkt der Injektion über die Lanzenöffnungen 8 ab das vollständige Ausgelieren in einer Zeit erfolgt, die eine ausreichende Injektion des zu behandelnden Bodenbereiches ermöglicht. Die Ausgelierzeit wird ausreichend kurz gewählt, um zu verhindern, daß in dem Bodenbereich geführtes Wasser die Injektionssubstanz auswäscht. Das Polyurethan-Hydrogel hält somit auch den Zement in dem zu behandelnden Bodenbereich fest und gibt ihm die notwendige Zeit, seinerseits mit dem Wasser zu reagieren und auszuhärten.

**[0015]** Beim Abdichten und/oder Verfestigen von Bodenbereichen in größerer Tiefe wird zuvor bei der Herstellung der Bohrung für die Lanze 4 zweckmäßig ein Bohrkern gewonnen, welcher Aufschluß über die Beschaffenheit der einzelnen Bodenschichten gibt. Sollen Bodenschichten unterschiedlicher Beschaffenheit und unterschiedlicher Wasserführung abgedichtet und/oder verfestigt werden, so kann mit der Behandlung der am tiefsten gelegenen Bodenbereiche begonnen werden und die Lanze kann stufenweise nach Verfestigung eines Bodenbereiches in höher gelegene Bodenbereiche hochgezogen werden. Dabei wird die Dosier- und Mischeinrichtung jeweils so gesteuert, daß das Mischungsverhältnis von Polyurethan-Hydrogel und ggf. die Zugabe von Wasser über die Leitung 6 an die

jeweilige Beschaffenheit der behandelnden Bodenbereiche in den einzelnen Bodenschichten angepaßt wird.

**[0016]** Bei bestimmten Abdichtungs- und/oder Verfestigungsarbeiten in größerer Tiefe kann es vorkommen, daß das Polyurethan-Hydrogel innerhalb und außerhalb des Lanzenrohres schon vor dem Abschluß der Arbeiten in beträchtlichem Maße abgebunden hat. In solchen Fällen kann es zweckmäßig sein, die Lanze nach Gebrauch mindestens abschnittsweise im Boden zu belassen, da unter Umständen die Reinigung der Lanze und das Zurückziehen aus dem verfestigten Bodenbereich zu aufwendig ist.

**[0017]** Fig. 2 zeigt ein Gewässer 10 über einem Gewässerboden 11. Von einem Ponton 12 aus wird eine Anzahl von Lanzen 4 durch das Gewässervolumen in den Gewässerboden 11 eingebracht und der Gewässerboden wird durch Injizieren einer Polyurethan-Hydrogel-Zementmischung abgedichtet. Das Abdichten kann auch mittels einer einzelnen Lanze erfolgen, die den Gewässerboden in bestimmter Tiefe nach einem bestimmten Raster behandelt.

**[0018]** Gemäß dem in Fig. 3 angedeuteten Beispiel eines Einsatzes des Verfahrens der hier angegebenen Art wird das untere Ende der Lanze 4 durch eine Bohrung 13 nahe dem unteren Ende einer Spundwand 14 geführt, um eine stark wasserführende Schicht hinter der Spundwand in der hier angegebenen Weise abzudichten und zu verfestigen.

**[0019]** Der Fachmann erkennt, daß die hier gezeigten Fälle nur als Beispiele zu verstehen sind und eine Vielzahl anderer Situationen im Spezialtiefbau Gelegenheit zum vorteilhaften Einsatz des vorliegenden Verfahrens geben.

**[0020]** Bedeutsam ist, daß die zu injizierende zementhaltige Substanz in ihren Bestandteilen in solcher Weise zu den Lanzenöffnungen transportiert wird, daß nicht die in Zeiträumen von einigen Sekunden bis zu wenigen Minuten aushärtende oder gelierende Injektionsflüssigkeit bereits auf einem Weg durch die Lanze 4 in der Größenordnung von beispielsweise 10 m bis 150 m aushärtet oder ausgegallert und dadurch eine weitere Injektion in den zu behandelnden Bodenbereich hinein unmöglich macht.

**[0021]** Es sei jedoch angemerkt, daß die Injektionssubstanz gesundheitlich unbedenklich ist und keinerlei Trinkwasser- oder Grundwassergefährdung eintritt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Abdichtung und/oder Verfestigung von Bodenbereichen im Tiefbau, insbesondere im Tunnel- und Kanalbau, bei welchen eine Injektionslanze (4) gesetzt und über diese eine zementhaltige Substanz in den betreffenden Bodenbereich injiziert wird, dadurch gekennzeichnet, daß am Lanzeneingang (7) eine Mischung aus einem Polyurethan-Hydrogel einerseits und Zementpulver oder einem Zement-Wasser-Gemisch andererseits

gebildet wird, diese Mischung, welche jedenfalls nicht auslieferfähig ist, dann über die Lanze (4) zu den Lanzenöffnungen (8) gepreßt und dort zu der zu injizierenden zementhaltigen Substanz mit Wasser gemischt wird, welches entweder über eine gesonderte Wasserleitung (6) vom Lanzeneingang (7) her über die Lanze zugefördert wird oder im zu behandelnden Bodenbereich zur Verfügung steht. 5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischung ein Teil Polyurethan-Hydrogel und 1 bis 5 Teile Zement enthält. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Lanzenpreßdruck 80 bar bis 2500 bar beträgt. 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lanze (4) nach Gebrauch mindestens abschnittsweise im Boden belassen wird. 20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

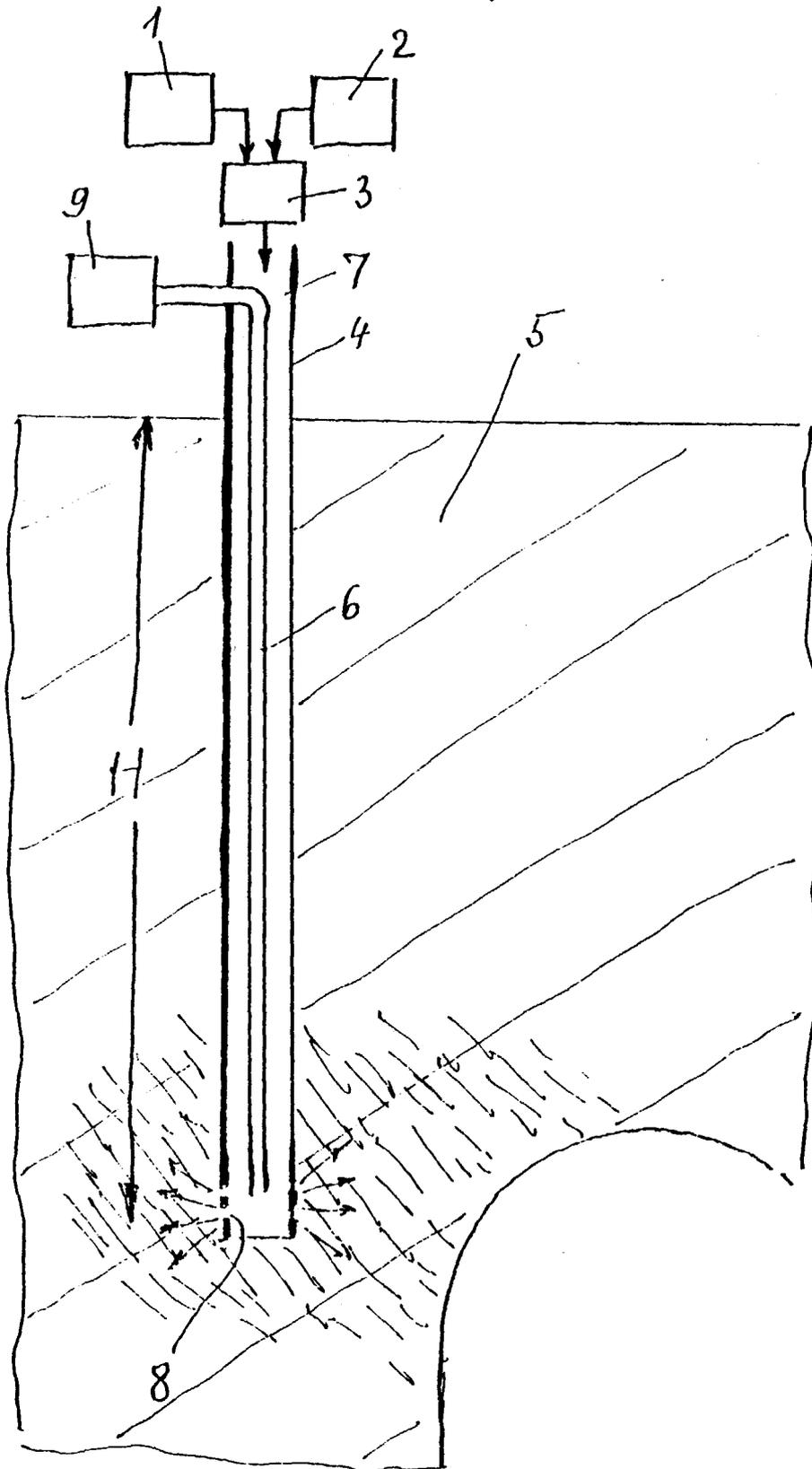


FIG. 2

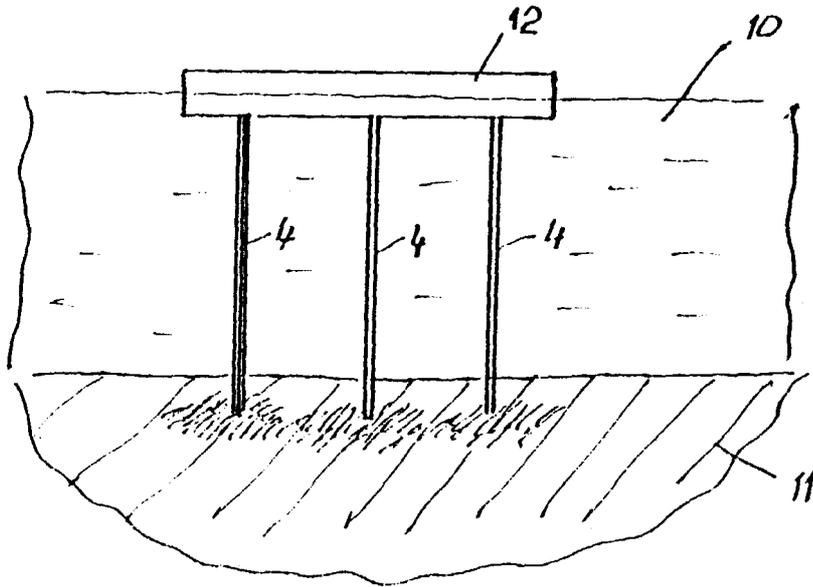
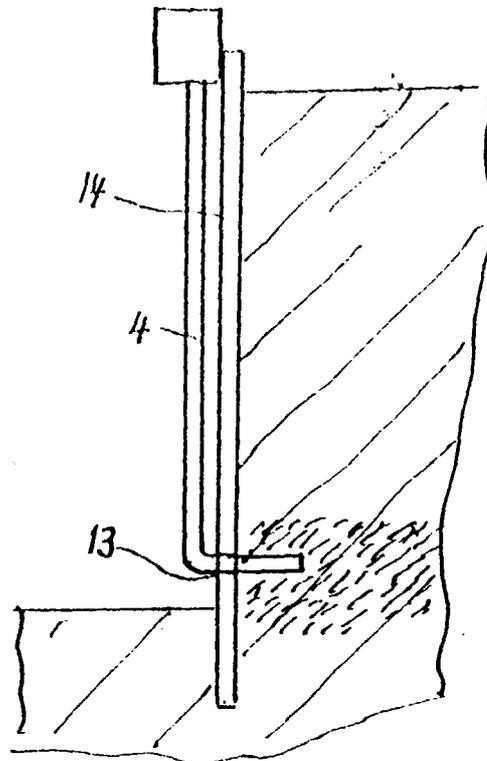


FIG. 3





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 8325

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 0 589 243 A (MCCABE BROTHERS INC) 30. März 1994 (1994-03-30) * Anspruch 1 *	1	E21B33/138 E21D9/00
A	SU 1 714 088 A (TSNI LAB TRESTA BUROVYKH RABOT) 23. Februar 1992 (1992-02-23) * Zusammenfassung *	1	
A	SU 1 537 797 A (PERM GNI PI NEFTYANOJ PROMY) 23. Januar 1990 (1990-01-23) * Zusammenfassung *	1	
A	US 5 645 375 A (STEPHENS PATRICK J) 8. Juli 1997 (1997-07-08) * Ansprüche; Abbildung 12 *	1-3	
A	US 5 803 665 A (STEPHENS PATRICK J) 8. September 1998 (1998-09-08) * das ganze Dokument *	1-3	
A	US 3 719 050 A (ENDO S ET AL) 6. März 1973 (1973-03-06) * Zusammenfassung *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
D,A	DE 44 01 403 A (WILLICH F BERG BAUTECHNIK) 20. Juli 1995 (1995-07-20) * Anspruch 1; Abbildung 1 *	1,2	E21D E21B
D,A	GB 2 135 721 A (GKN KELLER GMBH) 5. September 1984 (1984-09-05) * Ansprüche 1,8; Abbildung 1 *	1,2	
D,A	DE 36 10 935 A (BERGWERKSVERBAND GMBH ;BAYER AG (DE)) 8. Oktober 1987 (1987-10-08) * Zusammenfassung *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	10. November 1999		Fonseca Fernandez, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichttechnische Offenbarung P : Zwechenerliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P/4003)

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

EP 99 11 8325

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 Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-11-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0589243 A	30-03-1994	US 5342149 A BR 9303622 A CA 2104844 A,C	30-08-1994 15-03-1994 01-03-1994
SU 1714088 A	23-02-1992	KEINE	
SU 1537797 A	23-01-1990	KEINE	
US 5645375 A	08-07-1997	US 5803665 A	08-09-1998
US 5803665 A	08-09-1998	US 5645375 A	08-07-1997
US 3719050 A	06-03-1973	KEINE	
DE 4401403 A	20-07-1995	KEINE	
GB 2135721 A	05-09-1984	DE 3307619 A AT 387811 B AT 71484 A	11-10-1984 28-03-1989 15-08-1988
DE 3610935 A	08-10-1987	AT 53055 T AU 601658 B AU 7167287 A CA 1268935 A WO 8705925 A EP 0248457 A EP 0302863 A JP 1501944 T SU 1776321 A US 4761099 A	15-06-1990 13-09-1990 20-10-1987 15-05-1990 08-10-1987 09-12-1987 15-02-1989 06-07-1989 15-11-1992 02-08-1988

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82