



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.09.2001 Patentblatt 2001/38

(51) Int Cl.7: **E21D 9/08, E21D 9/00**

(21) Anmeldenummer: **01106004.3**

(22) Anmeldetag: **10.03.2001**

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

(30) Priorität: **16.03.2000 DE 10012768**

(71) Anmelder:
 • **Hochtief Aktiengesellschaft**
45128 Essen (DE)
 • **Philipp Holzmann AG**
60329 Frankfurt (DE)
 • **Herrenknecht AG**
77963 Schwanau (DE)

(72) Erfinder:
 • **Heerssen, Rolf**
25421 Pinneberg (DE)

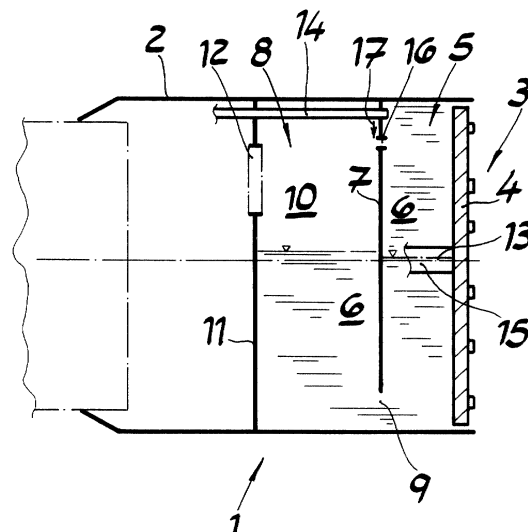
• **Gipperich, Christof**
26125 Oldenburg (DE)
 • **Grimm, Karsten**
53773 Hennef (DE)
 • **Herrenknecht, Martin, Dr.**
77963 Schwanau (DE)
 • **Lehmann, Gebhard**
77983 Lahr (DE)
 • **Burger, Werner**
77963 Schwanau (DE)

(74) Vertreter: **Masch, Karl Gerhard, Dr. et al**
Patentanwälte,
Andrejewski, Honke & Sozien,
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

(54) **Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb**

(57) Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb. In einer teilweise mit Stützflüssigkeit gefüllten Arbeitskammer wird über der Stützflüssigkeitsoberfläche ein Druckpolster aufrechterhalten. Die Arbeitskammer ist durch eine Tauchwand von einer zunächst vollständig mit Stützflüssigkeit gefüllten Abbaukammer getrennt und über eine Tauchwandöffnung mit der Abbaukammer verbunden. Die Abbaukammer wird mit Druckluft befüllt und der Stützflüssigkeitsspiegel in der Abbaukammer gesenkt und auf diese Weise wird in der Abbaukammer ein Inspektions- und/oder Wartungsraum gebildet. Die Druckluft wird über eine separate von dem Druckluftpolster in der Arbeitskammer unabhängige Druckluftleitung in die Abbaukammer eingeführt. Die verdrängte Stützflüssigkeit wird über die Tauchwandöffnung aus der Abbaukammer in die Arbeitskammer überführt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb. - Der maschinelle Tunnelbau erfolgt in der Regel mit Hilfe einer Schildvortriebsmaschine. Im Rahmen eines üblichen Tunnelbauverfahrens wird der Boden zur Herstellung des Tunnels maschinell mittels eines Schneidrades abgebaut und auf diese Weise wird ein kreisrunder Tunnelquerschnitt erzeugt. Ein Problem bildet dabei der anstehende Erddruck und Wasserdruck. Damit diesem Druck standgehalten werden kann, wird bei Einsatz eines Flüssigkeitschildes wie folgt gearbeitet: Die Abbaukammer, in der sich das den Boden abbauende Schneidrad befindet, wird mit einer Stützflüssigkeit befüllt, auf die ein entsprechender Druck einwirkt. Bei der Flüssigkeit handelt es sich normalerweise um eine Suspension, insbesondere um eine Bentonitsuspension. Die mit der Stützflüssigkeit gefüllte Abbaukammer wird durch eine sogenannte Tauchwand von einer Arbeitskammer getrennt, die über eine in Tauchwandöffnung, die sich in der Regel im Sohlbereich befindet, mit der Abbaukammer in Verbindung steht. Die Arbeitskammer ist normalerweise mit der Stützflüssigkeit nur teilweise gefüllt und über der Stützflüssigkeitsoberfläche in der Arbeitskammer ist ein Druckluftpolster eingerichtet, mit dem die Stützflüssigkeit unter Druck gesetzt wird, so dass die Abbaukammer vollständig mit der Stützflüssigkeit gefüllt ist. Arbeitskammer und Abbaukammer können aufgrund ihrer Verbindung über die Tauchwandöffnung gleichsam nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren arbeiten. Der Druck der Stützflüssigkeit (Stützdruck) in der Abbaukammer kann durch Einstellung des Druckes im Druckluftpolster der Arbeitskammer präzise gesteuert werden und somit effektiv an den einwirkenden Erddruck und/oder Wasserdruck angepasst werden. Der Stützdruck muss dabei größer sein als die Summe aus dem einwirkenden Erddruck und Wasserdruck. Zweckmäßigerweise dient die Stützflüssigkeit auch zum Abtransport des in der Abbaukammer abgebauten Bodens.

[0002] Im Rahmen der Tunnelbaumaßnahmen sind von Zeit zu Zeit Inspektionsarbeiten oder Wartungsarbeiten in der Abbaukammer notwendig. Inspektionen haben insbesondere den Zweck, eventuelle Verschleißerscheinungen an den Abbauwerkzeugen festzustellen und diese Abbauwerkzeuge zu reparieren und/ oder auszuwechseln. Wartung meint im Rahmen der Erfindung im Übrigen auch eine Reparatur und/oder ein Auswechseln von Schildvortriebsmaschinenkomponenten. Um die genannten Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten durchführen zu können, muss die Stützflüssigkeit in der Abbaukammer abgesenkt werden, so dass die Abbaukammer für das Inspektions- und/ oder Wartungspersonal zugänglich ist. Bei den bekannten Maßnahmen wird die Stützflüssigkeit in der Abbaukammer entweder vollständig abgesenkt oder im Rahmen

einer Halbabsenkung lediglich bis zur Schildachse abgesenkt. Die Absenkung der Stützflüssigkeit wird dadurch verwirklicht, dass aus dem Druckluftpolster in der Arbeitskammer Druckluft in die Abbaukammer eingeführt wird. Danach ist es möglich, dass Inspektion- bzw. Wartungspersonal über in der Schildvortriebsmaschine installierte Druckluftschleusen in die Abbaukammer eingeschleust werden kann. - Bei der beschriebenen Verfahrensweise wird also der Druck des Druckluftpolsters dazu ausgenutzt, um dem anstehenden Erddruck und Wasserdruck in der Abbaukammer entgegenzuwirken. Dieser Luftdruck liegt jedoch höher als der bisherige Stützflüssigkeitsdruck in der Firste der Abbaukammer. Deshalb ist normalerweise kein allmählicher und druckkonstanter Übergang von dem Stützflüssigkeitsdruck auf den Druck des Druckluftpolsters möglich. Dieser allmähliche Übergang kann nur dann realisiert werden, wenn gleichzeitig mit der Überführung der Druckluft aus der Arbeitskammer in die Abbaukammer der Druck des Druckluftpolsters in der Arbeitskammer allmählich verringert wird. Das hat jedoch wiederum den Nachteil, dass unzumutbare Druckschwankungen für das einzuschleusende Inspektions- und/oder Wartungspersonal resultieren.

[0003] Demgegenüber liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem ein funktionssicherer, allmählicher und druckkonstanter Übergang zwischen dem Stützflüssigkeitsdruck und dem Druck der Druckluft möglich ist.

[0004] Zur Lösung dieses technischen Problems lehrt die Erfindung ein Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb,

wobei in einer teilweise mit einer Stützflüssigkeit gefüllten Arbeitskammer, die durch eine Tauchwand von einer zunächst vollständig mit Stützflüssigkeit gefüllten Abbaukammer getrennt und über eine Tauchwandöffnung mit der Abbaukammer verbunden ist, über der Stützflüssigkeitsoberfläche in der Arbeitskammer ein Druckluftpolster aufrechterhalten wird,

wobei die Abbaukammer mit Druckluft befüllt wird und der Stützflüssigkeitsspiegel in der Abbaukammer gesenkt wird und auf diese Weise in der Abbaukammer ein Inspektions- und/oder Wartungsraum gebildet wird,

wobei die Druckluft über eine separate von dem Druckluftpolster in der Arbeitskammer unabhängige Druckluftleitung in die Abbaukammer eingeführt wird

und wobei verdrängte Stützflüssigkeit über die Tauchwandöffnung aus der Abbaukammer in die Arbeitskammer überführt wird. - Zweckmäßigerwei-

se befindet sich die Tauchwandöffnung im Sohlbereich des Tunnels. Bei der Stützflüssigkeit handelt es sich vorzugsweise um eine Suspension, insbesondere um eine Bentonitsuspension.

[0005] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit dem vorgenannten Verfahren ein funktionssicherer allmählicher druckkonstanter Übergang zwischen Stützflüssigkeitsdruck und Druck der Druckluft möglich ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Druck der in die Abbaukammer eingeleiteten Druckluft an den auf die Abbaukammer einwirkenden Erddruck und/oder Wasserdruck angepasst wird. Das vorstehend beschriebene Verfahren eignet sich insbesondere für die sogenannte Halbabsenkung der Stützflüssigkeit, bei der ein Ersatz der Stützflüssigkeit durch Druckluft lediglich bis zur Schildachse in der Abbaukammer erfolgt.

[0006] Zweckmäßigerweise wird der Druck des Druckluftpolsters in der Arbeitskammer über eine erste Druckluftregelvorrichtung eingestellt. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Druck der Druckluft in der Abbaukammer mit einer zweiten Druckluftregelvorrichtung eingestellt wird. - Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, dass während des Einführens der Druckluft in die Abbaukammer der Druck des Druckluftpolsters in der Arbeitskammer gesenkt wird. Zweckmäßigerweise findet eine schrittweise Senkung des Druckes im Druckluftpolster der Arbeitskammer statt. Die Drucksenkung kann auf effektive Weise mit Hilfe der ersten Druckluftregelvorrichtung verwirklicht werden. Aufgrund dieser erfindungsgemäßen Verfahrensweise können die Abbaukammer und die damit über die Tauchwandöffnung verbundene Arbeitskammer nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren arbeiten. Während der Stützflüssigkeitsspiegel in der Abbaukammer abgesenkt wird, steigt gleichzeitig der Spiegel der Stützflüssigkeit in der Arbeitskammer. Nachdem die Stützflüssigkeit abgesenkt ist, vorzugsweise bis zur Schildachse abgesenkt ist (Halbabsenkung), kann das Inspektions- und/oder Wartungspersonal über eine Druckluftschleuse zunächst in die Arbeitskammer eingeschleust werden.

[0007] Zweckmäßigerweise wird nach dem Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels in der Abbaukammer zwecks Druckausgleich eine Verbindung zwischen dem Druckluftpolster der Arbeitskammer und dem mit Druckluft gefüllten Raum der Abbaukammer hergestellt. Diese Verbindung wird vorzugsweise durch Öffnen eines Ausgleichsschiebers in der Tauchwand hergestellt. Im Anschluss an den Druckausgleich kann die Abbaukammer dann von dem Inspektions- und/oder Wartungspersonal begangen werden. Nach Abschluss der Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten kann das Personal dann die Abbaukammer und die Arbeitskammer über Druckschleusen wieder verlassen. Zweckmäßigerweise werden anschließend alle Verbindungsöffnungen in der Tauchwand mit Ausnahme der Tauchwandöffnung geschlossen. Vorzugsweise wird dann der Druck des Druckluftpolsters in der Arbeitskammer wieder erhöht.

Aufgrund der Erhöhung dieses Druckes wird die Abbaukammer wieder vollständig mit der Stützflüssigkeit gefüllt. Durch die Druckerhöhung wird also gleichsam die Stützflüssigkeit wieder in die Abbaukammer eingedrückt und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt.

[0008] Zur Lösung des oben dargelegten technischen Problems lehrt die Erfindung weiterhin ein Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb,

wobei in einer teilweise mit einer Stützflüssigkeit gefüllten Arbeitskammer, die durch eine Tauchwand von einer zunächst vollständig mit Stützflüssigkeit gefüllten Abbaukammer getrennt und über eine Tauchwandöffnung mit der Abbaukammer verbunden ist, über der Stützflüssigkeitsoberfläche in der Arbeitskammer ein Druckluftpolster aufrechterhalten wird,

wobei die Abbaukammer mit Druckluft befüllt wird und der Stützflüssigkeitsspiegel in der Abbaukammer gesenkt wird und auf diese Weise in der Abbaukammer ein Inspektions- und/oder Wartungsraum gebildet wird,

wobei Stützflüssigkeit aus der Abbaukammer in einen separaten Aufnahmebehälter überführt wird

und wobei in dem Aufnahmebehälter ein zweiter Druckluftpolster aufrechterhalten wird. - Gemäß dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird also die Stützflüssigkeit in der Abbaukammer dadurch abgesenkt, dass sie in einen separaten Aufnahmebehälter überführt wird, der von der Arbeitskammer unabhängig ist. Durch Einstellung des Druckes der in die Abbaukammer eingeführten Druckluft sowie durch Einstellung des Druckes des zweiten Druckluftpolsters in dem Aufnahmebehälter kann eine sehr kontrollierte gesteuerte Absenkung der Stützflüssigkeit erfolgen. Auch mit dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein funktionssicherer und druckkonstanter allmählicher Übergang von dem Stützflüssigkeitsdruck zum Druck der eingeführten Druckluft möglich.

[0009] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass vor dem Überführen von Stützflüssigkeit in den separaten Aufnahmebehälter jede Verbindung zwischen der Abbaukammer und der Arbeitskammer unterbrochen wird. Insbesondere wird auch die Tauchwandöffnung in der Tauchwand zwischen Abbaukammer und Arbeitskammer verschlossen. Hierzu ist zweckmäßigerweise ein Tauchwandschieber vorgesehen. Durch die Trennung der Verbindung zwischen Abbaukammer und Arbeitskammer können die beiden Kammern nicht mehr nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren arbeiten.

Vielmehr ersetzt bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens der Aufnahmebehälter die Arbeitskammer.

[0010] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Druck des zweiten Druckluftpolsters in dem Aufnahmebehälter mit einer dritten Druckluftregelvorrichtung eingestellt wird. Mit Hilfe der Druckluftregelvorrichtung kann zweckmäßigerweise das Ausmaß der Aufnahme an Stützflüssigkeit in dem Aufnahmebehälter sowie das Ausmaß des Absenkens der Stützflüssigkeit in der Abbaukammer beeinflusst werden. - Nach einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Aufnahmebehälter um einen mobilen Aufnahmebehälter, der in eine Schildvortriebsmaschine eingebracht werden kann. Es liegt jedoch auch im Rahmen der Erfindung, dass der Aufnahmebehälter in die Schildvortriebsmaschine integriert ist.

[0011] Während nach der vorstehend beschriebenen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens die Stützflüssigkeit in den Aufnahmebehälter überführt wird, erfolgt gleichzeitig eine Einführung von Druckluft in die Abbaukammer. Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird dabei die Druckluft über eine separate, von dem Druckluftpolster in der Arbeitskammer unabhängige Druckluftleitung in die Abbaukammer eingeführt. Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird die Druckluft aus dem Druckluftpolster der Arbeitskammer zugeführt. Bei der letztgenannten Ausführungsform wird zweckmäßigerweise ein entsprechender Ausgleichsschieber betätigt, um eine Verbindung zwischen dem Druckluftpolster der Arbeitskammer und der Abbaukammer herzustellen.

[0012] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass nach Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels in der Abbaukammer der Druck in der Arbeitskammer gleich dem Druck in der Abbaukammer eingestellt wird. Mit anderen Worten findet ein Druckausgleich zwischen Arbeitskammer und Abbaukammer statt. Dieser Druckausgleich wird zweckmäßigerweise dadurch erzielt, dass eine Verbindung mittels eines Ausgleichsschiebers zwischen Arbeitskammer und Abbaukammer hergestellt wird. Anschließend kann Inspektions- und/oder Wartungspersonal in die Arbeitskammer bzw. in die Abbaukammer eingeschleust werden. Nach Beendigung der Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten wird das Personal dann über Druckluftschleusen wieder ausgeschleust.

[0013] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass nach Abschluss der Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten die in dem Aufnahmebehälter aufgenommene Stützflüssigkeit in die Abbaukammer zurückgedrückt wird. Vor dem Zurückdrücken der Stützflüssigkeit werden zweckmäßigerweise alle Verbindungen zwischen der Arbeitskammer und der Abbaukammer verschlossen. Das Eindringen der Stützflüssigkeit aus dem Aufnahmebehälter in die Abbaukammer erfolgt gegen den in der Abbaukammer herrschenden Luftdruck. Dieses Eindringen wird mit Hilfe des zweiten Luftdruckpolsters in

dem Aufnahmebehälter bzw. mit Hilfe einer entsprechenden Druckluftvorspannung in dem Aufnahmebehälter ermöglicht. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass beim Eindringen der Stützflüssigkeit in die Abbaukammer eine Entlüftung der Abbaukammer, beispielsweise über eine spezielle Entlüftungsleitung, erfolgt. Nachdem die Abbaukammer wieder vollständig mit der Stützflüssigkeit gefüllt ist, wird zweckmäßigerweise die Tauchwandöffnung zwischen Arbeitskammer und Abbaukammer wieder geöffnet. Das erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines Tauchwandschiebers.

[0014] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die vorstehend erläuterte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens insbesondere für eine verhältnismäßig geringe Absenkung der Stützflüssigkeit in der Abbaukammer eignet, vor allem für Absenkungen, die nicht bis zur Schildachse (Halbabsenkung) erfolgen. Es können sehr kontrollierte Absenkungen durchgeführt werden, bei denen ein funktionssicherer und druckkonstanter Übergang vom Stützflüssigkeitsdruck zum Druck der in die Abbaukammer eingeführten Druckluft möglich ist. Geringe Absenkungen zeichnen sich vor allem wegen der nachstehend aufgeführten Gründe durch beachtliche Vorteile aus. Wenn in der Abbaukammer mit Hilfe von Druckluft ein Stützdruck aufgebaut wird, der dem Erddruck und Wasserdruck entgegenwirken soll, kann es möglich sein, dass bei entsprechend großem Druck der den Tunnel bzw. die Vortriebsmaschine überdeckende Boden aufbricht und die Druckluft schlagartig aus der Abbaukammer entweicht (sogenannte Ausbläser). Wenn Arbeitskammer und Abbaukammer nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren arbeiten, führt dies dazu, dass der Stützflüssigkeitsspiegel in der Abbaukammer schlagartig ansteigt und der Rückzugsweg für das Inspektions- und/oder Wartungspersonal ist abgeschnitten. Die Wahrscheinlichkeit eines schlagartigen Entweichens der Druckluft aus der Abbaukammer steigt mit dem Grad der Absenkung der Stützflüssigkeit. Mit anderen Worten ist bei relativ geringer Absenkung das Risiko eines sogenannten Ausblägers kleiner. - Außerdem ist ein weitgehendes Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels dann problematisch, wenn das gleichzeitige Ansteigen der Stützflüssigkeit in der Arbeitskammer dazu führt, dass Stützflüssigkeit bis auf das Niveau der Druckluftschleusen steigt. Auch in dieser Hinsicht zeichnet sich die zuletzt beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die sich vor allem für geringe Absenkungen des Stützflüssigkeitsspiegels in der Abbaukammer eignet, durch beachtliche Vorteile aus.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Tunnelabschnitt mit einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

nach einer ersten Ausführungsform und

Fig. 2 den Gegenstand nach Fig. 1 zur Durchführung einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Die Figuren zeigen jeweils einen Tunnelabschnitt mit einer Schildvortriebsmaschine 1 für den maschinellen Tunnelvortrieb. Die Schildvortriebsmaschine 1 weist einen Schildmantel 2 sowie im Bereich der Ortsbrust 3 ein Schneidrad 4 auf. Bei diesem Tunnelbauverfahren wird der Boden maschinell mit Hilfe des Schneidrades 4 abgebaut und so ein kreisrunder Tunnelquerschnitt erzeugt. Hinter dem Schneidrad 4 ist eine Abbaukammer 5 vorgesehen, die in dem in den Figuren dargestellten Zustand vollständig mit einer Stützflüssigkeit 6 gefüllt ist. Diese Stützflüssigkeit 6 wird in die Abbaukammer 5 eingedrückt, um dem dort anstehenden Erddruck und Wasserdruck entgegenwirken zu können und auf diese Weise die Stabilität der Ortsbrust 3 zu gewährleisten. Die Abbaukammer 5 wird durch eine Tauchwand 7, die senkrecht zur Tunnellängsrichtung angeordnet ist, von einer Arbeitskammer 8 getrennt. Abbaukammer 5 und Arbeitskammer 8 sind über eine Tauchwandöffnung 9 miteinander verbunden bzw. miteinander verbindbar. Die Tauchwandöffnung 9 befindet sich zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel im Sohlbereich des Tunnelabschnitts. Die Arbeitskammer 8 ist nur teilweise mit der Stützflüssigkeit 6 gefüllt und über der Stützflüssigkeit 6 in der Arbeitskammer wird ein Druckluftpolster 10 aufrechterhalten. Der Druck dieses Druckluftpolsters 10 wird über eine erste in den Figuren nicht dargestellte Druckluftregelvorrichtung eingestellt. Der Druck des Druckluftpolsters 10 gewährleistet, dass die Stützflüssigkeit die Abbaukammer 5 vollständig ausfüllt und in die Abbaukammer 5 mit definiertem Druck eingedrückt wird. Die Arbeitskammer 8 ist im Ausführungsbeispiel nach den Figuren durch eine Druckwand 11 von dem übrigen Tunnelabschnitt abgetrennt. In der Druckwand 11 ist in den Figuren schematisch eine Druckluftschleuse 12 angedeutet worden, die zum Einschleusen von Personal für Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten dient.

[0017] Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dafür eingerichtet, dass Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten in der Arbeitskammer 8 und insbesondere in der Abbaukammer 5 durchgeführt werden können. Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten sind in bestimmten Zeitabständen insbesondere an den Abbauwerkzeugen bzw. am Schneidrad 4 erforderlich. Zur Durchführung dieser Arbeiten in der Abbaukammer 5 ist es erforderlich, dass der Stützflüssigkeitsspiegel 13 in der Abbaukammer 5 gesenkt wird und auf diese Weise in der Abbaukammer ein Inspektions- und/oder Wartungsraum gebildet wird. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Abbaukammer 5 mit Druckluft befüllt wird. In den Fig. 1 und 2 ist der für die Bildung

eines Inspektions- und/oder Wartungsraumes abgesenkte Stützflüssigkeitsspiegel 13 strichpunktiert dargestellt worden.

[0018] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung für die Durchführung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei dieser Ausführungsform wird die Druckluft über eine separate und von dem Druckluftpolster 10 in der Arbeitskammer 8 unabhängige Druckluftleitung 14 in die Abbaukammer 5 eingeführt. Die Druckluftleitung 14 ist also zweckmäßigerweise nicht mit der Arbeitskammer 8 verbunden und ist an eine nicht dargestellte Druckluftquelle angeschlossen. Zweckmäßigerweise wird der Druck dieser durch die Druckluftleitung 14 zugeführten Druckluft mit einer ebenfalls nicht dargestellten zweiten Druckluftregelvorrichtung eingestellt. Aufgrund der in die Abbaukammer 5 eingeführten Druckluft wird Stützflüssigkeit 6 aus der Abbaukammer 5 verdrängt und über die Tauchwandöffnung 9 aus der Abbaukammer 5 in die Arbeitskammer 8 überführt. Abbaukammer 5 und Arbeitskammer 8 arbeiten also bei dieser Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren. Durch die Einstellung des Druckes der über die Druckluftleitung 14 zugeführten Druckluft kann ein kontrollierter und funktionssicherer sowie druckkonstanter Übergang von dem Stützdruck der Stützflüssigkeit 6 zum Druck der eingeführten Druckluft verwirklicht werden. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Druck dieser eingeführten Druckluft an die erdstatischen Randbedingungen angepasst ist und insbesondere so eingerichtet ist, dass er dem anstehenden Erddruck und Wasserdruck entgegenwirken kann. Nach dieser Verfahrensvariante wird während des Einführens der Druckluft in die Abbaukammer 5 der Druck des Druckluftpolsters 10 in der Arbeitskammer 8 gesenkt, um ein Überströmen der Suspension in die Arbeitskammer zu ermöglichen. Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung bzw. die entsprechende Verfahrensweise eignet sich insbesondere für eine Halbabsenkung der Stützflüssigkeit 6 in der Abbaukammer 5 bis zur Schildachse 15. Wenn die Stützflüssigkeit 6 entsprechend abgesenkt wurde, kann Inspektions- und/oder Wartungspersonal über die Druckluftschleuse 12 in die Arbeitskammer 8 eingeschleust werden. Zweckmäßigerweise wird nach dem Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels 13 in der Abbaukammer 5 zwecks Druckausgleich eine Verbindung zwischen dem Druckluftpolster 10 der Arbeitskammer 8 und dem mit Druckluft gefüllten Inspektions- und/oder Wartungsraum der Abbaukammer 5 hergestellt. Dies erfolgt zweckmäßigerweise über eine Ausgleichsöffnung 16, die mit einem Ausgleichsschieber 17 verschließbar ist. Anschließend kann die Abbaukammer 5 von dem Inspektions- und/oder Wartungspersonal begangen werden. - Nach Abschluss der Inspektion- und/oder Wartungsarbeiten wird zweckmäßigerweise der Druck des Druckluftpolsters 10 in der Arbeitskammer 8 erhöht bzw. wieder erhöht und zwar solange, bis die Abbaukammer 5 wieder vollständig mit der Stützflüssigkeit 6 gefüllt ist

und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist.

[0019] Bei der Ausführungsform der Vorrichtung bzw. Verfahrensweise nach Fig. 2 ist ein separater Aufnahmebehälter 18 vorgesehen, der über eine Leitung 19 an die Abbaukammer 5 angeschlossen ist. Zur Bildung eines Inspektions- und/oder Wartungsraumes in der Abbaukammer 5 wird hier ein Teil der Stützflüssigkeit 6 aus der Abbaukammer 5 in den Aufnahmebehälter 18 überführt. Gleichzeitig wird dabei die Abbaukammer 5 mit Druckluft befüllt. In dem Aufnahmebehälter 18 wird über dem Spiegel der Stützflüssigkeit 6 ein zweites Druckluftpolster 20 aufrechterhalten. Vor dem Überführen der Stützflüssigkeit 6 in den Aufnahmebehälter 18 wird erfindungsgemäß jede Verbindung zwischen der Abbaukammer 5 und der Arbeitskammer 8 unterbrochen. Insbesondere wird die Tauchwandöffnung 9 verschlossen und zwar zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 mit Hilfe eines Tauchwandschiebers 21. Hier arbeiten Abbaukammer 5 und Arbeitskammer 8 also nicht nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren. Vielmehr wird die Arbeitskammer 8 gleichsam durch den Aufnahmebehälter 18 ersetzt. Durch kontrollierte und geregelte Zufuhr der Druckluft in die Abbaukammer 5 sowie durch kontrollierte und geregelte Einstellung des Druckes im zweiten Druckluftpolster 20 kann ein sehr funktionssicherer sowie ein druckkonstanter Übergang zwischen dem Stützdruck der Stützflüssigkeit 6 und dem Druck der in die Abbaukammer 5 eingeführten Druckluft erzielt werden. Zweckmäßigerweise wird im Übrigen der Druck des zweiten Druckluftpolsters 20 in dem Aufnahmebehälter 18 mit einer nicht dargestellten dritten Druckluftregelvorrichtung eingestellt.

[0020] Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird die Druckluft über eine separate von dem zweiten Druckluftpolster 10 in der Arbeitskammer 8 unabhängige Druckluftleitung 14 in die Abbaukammer 5 eingeführt. Die Druckluftleitung 14 ist dabei wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 an eine nicht dargestellte Druckluftquelle angeschlossen und der Druck dieser über die Druckluftleitung 14 zugeführten Druckluft wird zweckmäßigerweise mit einer nicht dargestellten zweiten Druckluftregelvorrichtung eingestellt. - Nach einer anderen Ausführungsform kann die Druckluft für die Abbaukammer 5 auch aus dem Druckluftpolster 10 der Arbeitskammer 8 zugeführt werden.

[0021] Die Vorrichtung gemäß Fig. 2 bzw. die entsprechende Verfahrensweise eignet sich vor allem für verhältnismäßig geringfügige Absenkungen des Stützflüssigkeitsspiegels 13 in der Abbaukammer 5. Nach dem Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels 13 in der Abbaukammer 5 wird zweckmäßigerweise der Druck in der Arbeitskammer 8 gleich dem Druck in der Abbaukammer 5 eingestellt. Hierzu kann der bereits beschriebene Druckausgleich über die Ausgleichsöffnung 16 erfolgen. Anschließend kann Inspektions- und/oder Wartungspersonal eingeschleust werden und die Abbaukammer begehen. - Nach Abschluss der Inspektions-

und/oder Wartungsarbeiten wird die in dem Aufnahmebehälter 18 aufgenommene Stützflüssigkeit 6 in die Abbaukammer 5 zurückgedrückt. Dies geschieht durch entsprechende Einstellung der Druckluft bzw. des zweiten Druckluftpolsters 20 in dem Aufnahmebehälter 18. Gleichzeitig kann auch eine Entlüftung der Abbaukammer 5, beispielsweise über eine nicht dargestellte Entlüftungsleitung erfolgen. Wenn die Abbaukammer 5 wieder vollständig mit Stützflüssigkeit 6 gefüllt ist und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist, kann anschließend auch die Tauchwandöffnung 9 wieder geöffnet werden.

15 Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb,

wobei in einer teilweise mit einer Stützflüssigkeit (6) gefüllten Arbeitskammer (8), die durch eine Tauchwand (7) von einer zunächst vollständig mit Stützflüssigkeit (6) gefüllten Abbaukammer (5) getrennt und über eine Tauchwandöffnung (9) mit der Abbaukammer (5) verbunden ist, über der Stützflüssigkeitsoberfläche in der Arbeitskammer (8) ein Druckluftpolster (10) aufrechterhalten wird,

wobei die Abbaukammer (5) mit Druckluft befüllt wird und der Stützflüssigkeitsspiegel (13) in der Abbaukammer (5) gesenkt wird und auf diese Weise in der Abbaukammer (5) ein Inspektions- und/oder Wartungsraum gebildet wird,

wobei die Druckluft über eine separate von dem Druckluftpolster (10) in der Arbeitskammer (8) unabhängige Druckluftleitung (14) in die Abbaukammer (5) eingeführt wird

und wobei verdrängte Stützflüssigkeit (6) über die Tauchwandöffnung (9) aus der Abbaukammer (5) in die Arbeitskammer (8) überführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Druck des Druckluftpolsters (10) in der Arbeitskammer (8) über eine erste Druckluftregelvorrichtung eingestellt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3, wobei der Druck der Druckluft in der Abbaukammer (5) mit einer zweiten Druckluftregelvorrichtung eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei während des Einführens der Druckluft in die Abbau-

kammer (5) der Druck des Druckluftpolsters (10) in der Arbeitskammer (8) gesenkt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei nach dem Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels (13) in der Abbaukammer (5) zwecks Druckausgleich eine Verbindung zwischen dem Druckluftpolster (10) der Arbeitskammer (8) und dem mit Druckluft gefüllten Raum der Abbaukammer (5) hergestellt wird. 5 10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei nach Abschluss der Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten der Druck des Druckluftpolsters (10) in der Arbeitskammer (8) wieder erhöht wird, und so die Suspension wieder in die Abbaukammer zurückgedrückt wird. 15

7. Verfahren zur Durchführung von Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten beim maschinellen Tunnelvortrieb, 20

wobei in einer teilweise mit einer Stützflüssigkeit (6) gefüllten Arbeitskammer (8), die durch eine Tauchwand (7) von einer zunächst vollständig mit Stützflüssigkeit (6) gefüllten Abbaukammer (5) getrennt und über eine Tauchwandöffnung (9) mit der Abbaukammer (5) verbunden ist, über der Stützflüssigkeitsoberfläche in der Arbeitskammer (8) ein Druckluftpolster (10) aufrechterhalten wird, 25 30

wobei die Abbaukammer (5) mit Druckluft befüllt wird und der Stützflüssigkeitsspiegel (13) in der Abbaukammer (5) gesenkt wird und auf diese Weise in der Abbaukammer (5) ein Inspektions- und/oder Wartungsraum gebildet wird, 35

wobei Stützflüssigkeit (6) aus der Abbaukammer (5) in einen separaten Aufnahmebehälter (18) überführt wird 40

und wobei in dem Aufnahmebehälter (18) ein zweites Druckluftpolster (20) aufrechterhalten wird. 45

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei vor dem Überführen von Stützflüssigkeit (6) in den Aufnahmebehälter (18) jede Verbindung zwischen der Abbaukammer (5) und der Arbeitskammer (8) unterbrochen wird. 50

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei der Druck des zweiten Druckluftpolsters (20) in dem Aufnahmebehälter mit einer dritten Druckluftregelvorrichtung eingestellt wird. 55

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Druckluft über eine separate von dem Druckluftpolster (10) in der Arbeitskammer (8) unabhängige Druckluftleitung (14) in die Abbaukammer (5) eingeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei die Druckluft aus dem Druckluftpolster (10) der Arbeitskammer (8) in die Abbaukammer (5) eingeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei nach Absenken des Stützflüssigkeitsspiegels (13) in der Abbaukammer (5) der Druck in der Arbeitskammer (8) gleich dem Druck in der Abbaukammer 5 eingestellt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei nach Abschluss der Inspektions- und/oder Wartungsarbeiten die in dem Aufnahmebehälter (18) aufgenommene Stützflüssigkeit (6) in die Abbaukammer (5) zurückgedrückt wird.

Fig. 1

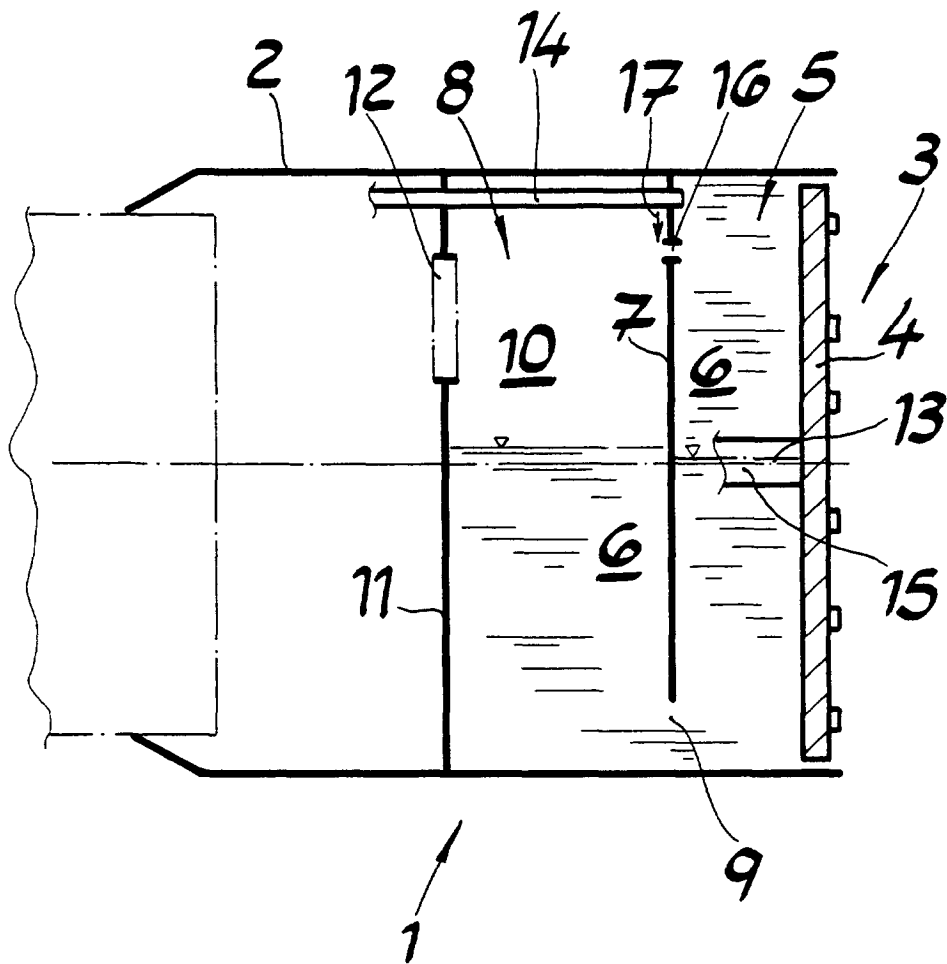
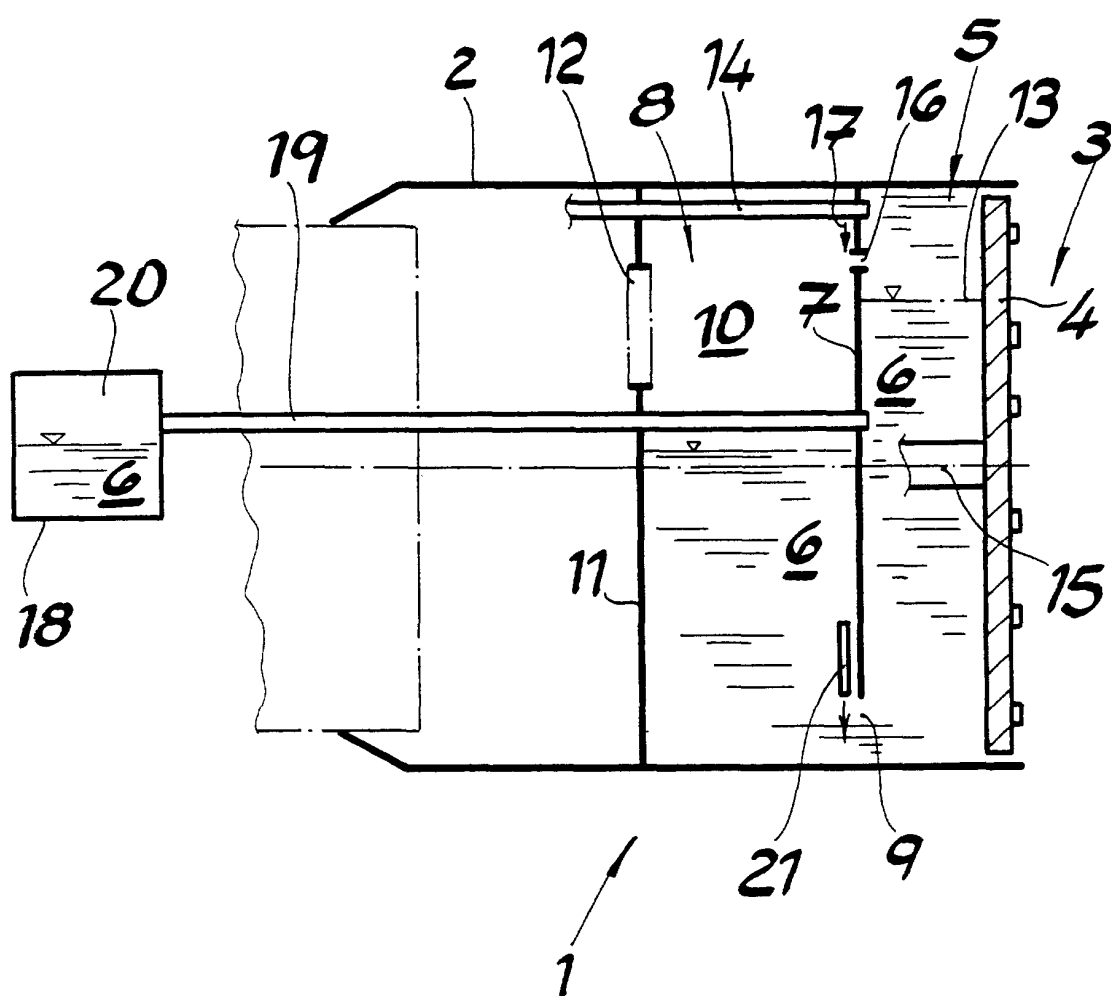


Fig.2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 10 6004

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 106 163 A (FUJIWARA TOSHIO ET AL) 21. April 1992 (1992-04-21) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,7	E21D9/08 E21D9/00
A	GB 2 161 520 A (ZUEBLIN AG) 15. Januar 1986 (1986-01-15) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 12, 26. Dezember 1996 (1996-12-26) & JP 08 218771 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 27. August 1996 (1996-08-27) * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 113 (M-1094), 18. März 1991 (1991-03-18) & JP 03 005591 A (MAEDA CORP), 11. Januar 1991 (1991-01-11) * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			E21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4. Juli 2001	Prüfer Fonseca Fernandez, H
KATEGORIE DER GENANNTE 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 Patentdokument, 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)

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

EP 01 10 6004

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

04-07-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5106163 A	21-04-1992	JP 2591285 B	19-03-1997
		JP 4110642 A	13-04-1992
		JP 2056693 C	23-05-1996
		JP 3132596 A	05-06-1991
		JP 7086307 B	20-09-1995
		JP 2056695 C	23-05-1996
		JP 3137395 A	11-06-1991
		JP 7086308 B	20-09-1995
		DE 4032305 A	18-04-1991
		FR 2653163 A	19-04-1991
GB 2161520 A	15-01-1986	DE 3419158 A	28-11-1985
JP 08218771 A	27-08-1996	JP 3117380 B	11-12-2000
JP 03005591 A	11-01-1991	JP 2696396 B	14-01-1998

EPO FORM P0461

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