

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine modulare Tunnelschalungsvorrichtung zur Betonauskleidung von Tunnelwänden. Bislang erfolgte die Betonauskleidung von Tunnelwänden durch Tunnelschalungsvorrichtungen, die vor Ort aufgebaut und wieder abgebaut werden müssen. Der Auf- und Abbau der Vorrichtung erfolgt individuell an jeder Baustelle und nimmt erhebliche Zeit in Anspruch, die die Gesamtkosten eines Tunnelprojekts beträchtlich erhöhen.

[0002] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Tunnelschalungsvorrichtung zu schaffen, die einen schnelleren Auf- und Abbau und auch einen einfacheren Transport der Tunnelschalungsvorrichtung zwischen verschiedenen Baustellen ermöglicht.

[0003] Diese Aufgabe wird durch eine modulare Tunnelschalungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 und eine mobile Schalungsanordnung gemäß Anspruch 16 und eine Tunnelbetoniereinrichtung nach Anspruch 17 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der zugeordneten abhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind auch in der Beschreibung und in den Figuren offenbart.

[0004] Erfindungsgemäß ist die Tunnelschalungsvorrichtung modular aufgebaut und umfasst wenigstens zwei Module, welche in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung hintereinander angeordnet und miteinander lösbar verbindbar sind, wobei die wenigstens zwei Module jeweils einen Rahmenteil aufweisen, und die Rahmentteile der miteinander verbundenen Module einen Rahmen der Tunnelschalungsvorrichtung bilden. Zudem hat die Tunnelschalungsvorrichtung wenigstens zwei mit ihrem Rahmen verbindbare in Längsrichtung der Tunnelschalungsanordnung voneinander beabstandete Tragstrukturen zur Abstützung des Rahmens an einem Tunnelboden. Diese Tragstrukturen sind vorzugsweise an den in Längsrichtung voneinander entfernten äußeren Rahmenteilen angeordnet, so dass der Rahmen an seinen Längsenden sicher durch die Tragstrukturen auf dem Tunnelboden getragen ist.

[0005] Zudem trägt der Rahmen an wenigstens zwei in Längsrichtung voneinander beabstandeten Positionen jeweils wenigstens zwei Stützzylinder, die vorzugsweise zumindest teilweise als hydraulisch längenverstellbare Stützzylinder ausgebildet sind, welche mit in Längsrichtung verlaufenden Längsträgern verbindbar sind. Diese tragen wiederum Tunnelschalungselemente der Tunnelschalungsvorrichtung, welche die Tunnelschalung bilden.

[0006] Erfindungsgemäß wird somit durch wenigstens zwei Module, vorzugsweise durch wenigstens drei in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung miteinander verbundene Module eine Tunnelschalungsvorrichtung gebildet, deren Länge durch die Anzahl der verwendeten Module einstellbar ist. Dies hat den Vorteil, dass die Länge der Tunnelschalungsvorrichtung durch die Anzahl der gewählten Zwischenmodule individuell

beliebig einstellbar ist. Es ist anzumerken, dass die Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung mit der Tunnelrichtung übereinstimmt.

[0007] Optional kann auch es vorgesehen sein, dass die Breite jedes Moduls, zum Beispiel durch Adapterstücke oder durch einen hydraulischen Stellmechanismus, variierbar ist, so dass nicht nur die Länge der Tunnelschalungsvorrichtung in Tunnellängsrichtung, sondern auch die Breite der Tunnelschalungsvorrichtung entsprechend der Breite der Module einstellbar ist. Die Arbeitsbreite der Module kann einfach auch durch eine entsprechende Verstellung der Tragstrukturen und der längenverstellbaren hydraulischen Stützzylinder so variiert werden, so dass sowohl schmale als auch breite Tunnelformen geschalt werden können. Die Tunnelform wird dabei durch eine entsprechende Einstellung der Länge der Stützzylinder eingestellt, die vorzugsweise hydraulisch teleskopierbar sind. Durch eine entsprechende Variierung der Standbreite der Tragstrukturen, die vorzugsweise sowohl in ihrem Abstand in Querrichtung als auch in ihrer Höhe einstellbar sind, kann eine angepasste Standicherheit auch bei breiten Tunnels erzielt werden. Die vertikalen Stützzylinder müssen nicht hydraulisch längenverstellbar sein, da die Höheneinstellung der Tunnelschalungsvorrichtung auch über die Tragstruktur realisiert werden kann.

[0008] Durch die Tatsache, dass die gesamte Tunnelschalungsvorrichtung modular aufgebaut ist, lässt sie sich vergleichsweise einfach, das heißt durch übliche Transportfahrzeuge, wie Sattelschlepper-LKWs oder Sattelaufleger von Güterzügen, transportieren. Wenn zum Beispiel die Länge eines Moduls in Tunnelrichtung zwischen 1 und 4 m liegt und die Breite zwischen 3 m und 10 m, so können herkömmliche Sattelschlepper für den Transport der Module verwendet werden, weil die maximalen Breiten- und Längenbestimmungen für die Transporte nicht überschritten werden.

[0009] Vorzugsweise umfassen die Module zwei Endmodule, welche in Längsrichtung die beiden Enden der Tunnelschalungsvorrichtung bilden, und wenigstens ein zwischen den Endmodulen anzuordnendes Zwischenmodul, welches form- und/oder kraftschlüssig mit wenigstens einem der beiden Endmodule verbindbar ist. Die Endmodule können so zielgerichtet auf die Tragfunktion ausgebildet werden, z.B. zur Befestigung der Tragstrukturen, während die Zwischenmodule für die Abstützung der Tunnelschalung durch die Stützzylinder und die Längsträger ausgebildet sind. Dies verteilt die unterschiedlichen notwendigen Funktionen der Tunnelschalungsvorrichtung wie Tragfunktion und Stützfunktion der Tunnelschalung auf unterschiedliche Modularten, was ökonomischer und leistungsfähiger ist, als wenn ein Modul alle diese Funktionen erfüllen muss.

[0010] Vorzugsweise ist die Tragstruktur höhenverstellbar und ist insbesondere durch hydraulisch teleskopierbare Tragbeine gebildet ist. Die Tunnelschalungsvorrichtung kann somit an unterschiedliche Tunnelhöhen angepasst werden. Vorzugsweise ist auch der Abstand

der Tragbeine quer zur Tunnelrichtung einstellbar, so dass die Tragstruktur an unterschiedliche Tunnelbreiten anpassbar ist. Die vertikalen Stützzylinder brauchen bei einer Höhenverstellbarkeit der Tragstrukturen nicht notwendigerweise als hydraulisch längenverstellbare Stützzylinder ausgebildet sein, da dann die Höhenanpassung über die Tragstrukturen realisiert werden kann. Die Höhenverstellbarkeit hat auch den Vorteil, dass die Tunnel-schalungsvorrichtung mit verringerter Höhe, d.h. abgesenkt in den Tunnel einfahren kann, so dass die Tunnel-schalung nicht mit bereits verschalteten Tunnelabschnitten kollidiert.

[0011] Die beiden Stützzylinder sind vorzugsweise jeweils an dem Rahmenteil von wenigstens zwei Modulen getragen. So können die Stützzylinder beispielsweise an dem Rahmenteil jedes Zwischenmoduls ausgebildet sein, so dass eine der Anzahl an Zwischenmodulen entsprechende Anzahl an Stützzylindern zur Abstützung der Längsträger vorgesehen ist, welche wiederum die Tunnel-schalungselemente gegen die Tunnelwand abstützen.

[0012] Vorzugsweise trägt das Rahmenteil jedes Moduls, vorzugsweise nur der Zwischenmodule wenigstens sechs Stützzylinder, wovon zwei zumindest in etwa vertikal nach oben ragen, und vier in horizontale Richtung oder schräg nach oben oder unten gerichtet sind. Auf diese Weise werden die kreisbogenförmigen Tunnel-schalungselemente über den Umfang wenigstens an sechs Punkten der Tunnelwand abgestützt, wodurch eine sichere Abstützung der Tunnel-schalungselemente zur Bildung der Tunnel-schalung möglich ist.

[0013] Vorzugsweise ist an dem Rahmen, insbesondere an dem Rahmen der beiden Endmodule wenigstens eine Arbeitsplattform montiert, die bewegbar, insbesondere über eine hydraulische Hebevorrichtung höhenverstellbar und/oder seitlich verstellbar an dem Rahmen getragen ist. Auf diese Weise kann die korrekte Ausbildung der Tunnel-schalung an allen Stellen überprüft werden. Zudem hilft diese wenigstens eine bewegbare Arbeitsplattform bei der Positionierung der Tunnel-schalungselemente und bei Wartungs- oder Montagearbeiten. Die Hebeeinrichtungen sind vorzugsweise über eine/die gemeinsame Steuerungsanordnung der Tunnel-schalungsvorrichtung oder separat über Steuerungen der Arbeitsplattformen ansteuerbar.

[0014] Vorzugsweise sind an dem Rahmen jedes Endmoduls zwei Arbeitsplattformen auf den beiden Seiten der Tunnel-schalungsvorrichtung angeordnet, so dass sich mit diesen beiden Arbeitsplattformen die gesamte Überspannung der Tunnel-schalung anfahren lässt.

[0015] Vorzugsweise sind die Stützzylinder mit Lastsensoren verbunden, so dass man die durch jeden Stützzylinder abgefangene Last an einer zentralen Steuerungsanordnung überwachen kann und gegebenenfalls durch die entsprechende Ansteuerung der Stützzylinder Druckspitzen abbauen kann. Hierbei ist vorzugsweise natürlich jeder Stützzylinder mit einem Lastsensor versehen. Das Abbauen der Druckspitzen erfolgt durch

Steuerung der Betoniergeschwindigkeit.

[0016] Vorzugsweise ist wenigstens einer der wenigstens zwei Stützzylinder schwenkbar an dem Rahmen beziehungsweise dem Rahmenteil eines Moduls angelenkt, so dass die Abstützungspunkte für die Tunnel-schalungselemente den örtlichen Gegebenheiten entsprechend angepasst werden können. Alternativ oder zusätzlich kann die Stützstrebe mit den Stützzylindern über einen Schwenkmechanismus verbunden sein, so dass die Längsträger die Tunnel-schalungselemente optimal hintergreifen können, auch wenn die Abstützung durch die Stützzylinder nicht exakt senkrecht von unten erfolgt.

[0017] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung haben die Längsträger insbesondere an ihren Enden hydraulisch betätigte Stempel zur Abstützung an der Tunnelwand beziehungsweise der Tunneldecke. Hierdurch sind die Längsträger absolut unbeweglich zwischen den Tragstrukturen des Rahmens der Tunnelvorrichtung und den Stempeln fixiert, die hydraulisch angesteuert fest an den Tunnelwänden beziehungsweise der Tunneldecke anliegen. Beim hinterfüllen der Tunnel-schalungselemente mit Beton kommt es also zu keiner räumlichen Veränderung der Lage der Tunnel-schalungselemente, weil diese absolut ortsfest eingespannt sind.

[0018] Vorzugsweise ist jede Tragstruktur durch jeweils zwei Tragbeine gebildet, die mit dem Rahmen, vorzugsweise mit den in Längsrichtung äußersten Rahmen-teilen der Endmodule beziehungsweise Zwischenmodule, lösbar verbindbar sind. So können beispielsweise nur die Endmodule die Befestigungsstrukturen für die Tragstrukturen bzw. Tragbeine aufweisen, was zum einen sicherstellt, dass die Tragstrukturen an den beiden Enden der Tunnel-schalungsvorrichtung angeordnet sind, und damit die dazwischen angeordnete Tunnel-schalungsvorrichtung sicher abstützen. Zum anderen können so die Zwischenmodule nur jene Strukturen aufweisen, die zur Abstützung der Tunnel-schalung erforderlich sind, das heißt die hydraulischen Stützzylinder. Wie bereits ausgeführt, sind diese Beine sowohl höhenverstellbar als auch in ihrem Abstand verstellbar.

[0019] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung tragen nur die Rahmentteile der Zwischenmodule die hydraulischen Stützzylinder und die Rahmentteile der Endmodule jeweils wenigstens eine Arbeitsplattform und die Tragstrukturen, wobei die Arbeitsplattform die Tragstrukturen stirnseitig überragt.

[0020] Um einen einfachen Aufbau der Tunnel-schalungsvorrichtung zu gewährleisten, hat jedes Modul, vorzugsweise jedes End- und Zwischenmodul, integrierte Anschlüsse für Pneumatik und/oder Hydraulik und/oder Elektrik.

[0021] Die hydraulischen Stützzylinder sind mit den Längsträgern über wenigstens einen Bolzen, insbesondere einen konischen Bolzen, verbunden, um so die feste Verbindung von hydraulischem Stützzylinder und Stützstrebe sicherzustellen.

[0022] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung hat die Tunnel-schalungsvorrichtung ein Steue-

rungsmodul mit einer Steuerungsanordnung für die Tunnelschalungsvorrichtung, die vorzugsweise mit dem Rahmen verbindbar ist. Das Steuerungsmodul kann zum Beispiel durch eine Kabine der Tunnelschalungsvorrichtung oder einen Schaltkasten gebildet sein, in der die Steuerungsanordnung angeordnet ist, um dort zum einen einfach bedient zu werden und zum anderen um diese vor dem Schmutz und der Feuchtigkeit in dem Tunnel zu schützen. Diese Steuerungsanordnung hat dann alle notwendigen Schnittstellen für die Hydraulik, Elektrik und Pneumatik aller Module und ist in der Lage, die Kraftmessdaten von den Lastsensoren der Stützzylinder zu erhalten und die Einstellung und Betätigung der Stützzylinder zentral für die gesamte Tunnelschalungsvorrichtung durchzuführen.

[0023] Vorzugsweise ist über eine hydraulische Hebeeinrichtung an den Rahmenteilern der Endmodule und/oder Zwischenmodule eine Arbeitsplattform abgestützt, die mittels der Hebeeinrichtung gegenüber allen Rahmenteilern angehoben werden kann. Die Arbeitsplattform erstreckt sich vorzugsweise über die gesamte Länge der Tunnelschalungsvorrichtung. Beim Absenken mittels der Hebeeinrichtung kann die Arbeitsplattform auf die Rahmenteilern abgesenkt werden.

[0024] Die Erfindung betrifft ebenfalls eine mobile Schalungsanordnung mit einer Tunnelschalungsvorrichtung, wie sie oben beschrieben ist, und mit wenigstens drei Transportfahrzeugen, wobei jedes Transportfahrzeug jeweils einen Auflieger aufweist zur Aufnahme wenigstens eines Moduls, und der weiteren Komponenten wie Tragstrukturen, Arbeitsplattformen, Längsträger, Steuerungsmodul etc.. Zum Transport einer Tunnelschalungsvorrichtung mit ist somit eine Anzahl von Transportfahrzeugen notwendig, die mit der Anzahl der Module korreliert. Dies hat den Vorteil, dass eine Tunnelschalungsanordnung sehr unterschiedlicher Länge durch eine entsprechende Anzahl von Transportfahrzeugen auf einfache Weise transportiert werden kann. Vorzugsweise haben die beiden Endmodule und jedes Zwischenmodul insbesondere in seinen Eck- oder Kantenbereichen Befestigungselemente zum Festlegen auf dem Auflieger. Auf einem Auflieger können z.B. ein oder zwei Module transportiert werden.

[0025] Wenigstens ein Auflieger eines Transportfahrzeugs enthält vorzugsweise Befestigungselemente für die Aufnahme der Tragstrukturen und vorzugsweise enthält ein Auflieger eines weiteren Transportfahrzeugs Befestigungselemente für die Längsträger.

[0026] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung enthält eines der Transportfahrzeuge einen Auflieger für das Steuerungsmodul, vorzugsweise eine Kabine oder ein Schaltkasten, in welcher/m die zentrale Steuerungsanordnung angeordnet ist, wobei die zentrale Steuerungsanordnung für die Ansteuerung der Elektrik, Hydraulik und gegebenenfalls Pneumatik der Tunnelschalungsvorrichtung ausgebildet ist. Das vorzugsweise als Kabine ausgebildete Steuermodul mit der zentralen Steuerungsanordnung ist vorzugsweise

mit dem Rahmen der Tunnelschalungsvorrichtung verbindbar, z.B. im Bereich einer Arbeitsplattform.

[0027] Wie vorstehend schon ausgeführt wurde, kann als Transportfahrzeug ein herkömmlicher Lkw-Sattel-schlepper oder ein Sattelaufleger eines Güterzuges dienen. Die Tunnelschalungsvorrichtung beliebiger Länge kann somit durch eine entsprechende Anzahl an Waggons oder Lkws auf einfache Weise auch über lange Strecken transportiert werden. Dies erleichtert einen universellen Einsatz auch an sehr abgelegenen Orten.

[0028] Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Tunnelbetoniereinrichtung umfassend eine Tunnelschalungsvorrichtung der obigen Art und wenigstens eine Betonpumpe, die von der/einer Steuerungsanordnung zur Ansteuerung der Stützzylinder der Tunnelbetoniereinrichtung angesteuert ist, wobei wenigstens eine Förderleitung der Betonpumpe mit dem Zwischenraum zwischen den Tunnelschalungselementen und der Tunnelwand verbunden ist. Die Betonpumpen sind vorzugsweise in Abhängigkeit von den Signalen von Lastsensoren steuerbar, die in Verbindung mit den Stützzylindern angeordnet sind. Auf diese Weise kann ein Tunnel ziemlich beliebiger Querschnittsform und Länge effizient verschalt werden, wobei die Steuerung der Betonpumpen dynamisch dem Füllungsgrad des Zwischenraums zwischen Tunnelschalung und Tunnelwand Rechnung trägt.

[0029] Vorzugsweise ist die Länge der hydraulischen Stützzylinder um wenigstens den Faktor 1,5 in der Länge verstellbar, vorzugsweise wenigstens um den Faktor 2, was durch mehrere Teleskopstufen möglich ist.

[0030] Es ist für den Fachmann offensichtlich, dass die oben beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden können.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend schematisch in der beiliegenden Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer aus zwei Endmodulen und sieben Zwischenmodulen zusammengesetzten Tunnelschalungsvorrichtung,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung,
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der Tunnelschalungsvorrichtung aus Fig. 1 von schräg unten,
- Fig. 4 eine Seitenansicht auf die Tunnelschalung, die von den Stützzylindern und den Längsträgern zur Tunnelwand hin positioniert wird, und
- Fig. 5 bis 7 perspektivische Ansichten einer mobilen Schalungsanordnung mit neun Transportfahrzeugen,
- Fig. 8 eine stirnseitige Ansicht der Tunnelschalungsvorrichtung von einem Längsende;
- Fig. 9 eine Ansicht gemäß Fig. 8 mit dem mög-

- Fig. 10 lichen Arbeitsbereich der Tunnelschalungsvorrichtung,
eine Ansicht gemäß Fig. 8 mit einer Einstellung für flache und breitere Tunnels, und
- Fig.11 eine Ansicht gemäß Fig. 8 mit einer Einstellung für schmalere höhere Tunnels.

[0032] Die erfindungsgemäße modulare Tunnelschalungsvorrichtung 10 wird nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 3 beschrieben. Die modulare Tunnelschalungsvorrichtung 10 besteht aus zwei Endmodulen 12a, 12b und sieben sich zwischen den beiden Endmodulen 12a,b erstreckenden Zwischenmodulen 14a-14g, die miteinander fest verbunden sind. Jedes Endmodul 12a, 12b enthält ein Rahmenteil 16a, das mit den Rahmenteil 16b der Zwischenmodule 14a-g form- und/oder kraftschlüssig verbunden ist, sowie auch die Rahmenteil 16b der Zwischenmodule 14a-g untereinander vorzugsweise in der gleichen Weise form- und/oder kraftschlüssig zu einem gemeinsamen Rahmen 20 der Tunnelschalungsvorrichtung 10 verbunden sind. Die Rahmenteil 16a der Endmodule 12a,b sind dabei mit Tragstrukturen 18 in Form von jeweils zwei Tragbeinen verbindbar, die den durch die Rahmenteil 16a,b aller Module 12a,b, 14a-g gebildeten Rahmen 20 der gesamten Tunnelschalungsvorrichtung 10 sicher auf dem Tunnelboden abstützen. Am unteren Ende jedes Tragbeins 18 ist ein Standfuß 19 mit Rollen angeordnet, der im Zuge der Tunnelverschalung entlang eines Weges oder von Schienen in Längsrichtung des Tunnels verfahrbar ist. Die Verbindung zwischen den Modulen 12a,b und 14a-g bzw. zwischen deren Rahmenteil 16a,b ist lösbar, so dass die einzelnen Module separat zur Baustelle transportierbar sind. Die Tragbeine 18 sind über einen hydraulischen Teleskopmechanismus 23 höhenverstellbar, während sie über einen horizontalen Teleskopmechanismus 21 oder durch einsetzbare Adapterstücke in ihrem gegenseitigen Abstand in Querrichtung (horizontal quer zur Tunnelrichtung) einstellbar sind.

[0033] Über eine hydraulische Hebeeinrichtung 24 sind an den Rahmenteil 16a der Endmodule 12a,b jeweils zwei Arbeitsplattformen 22a,b bzw. 22c,d abgestützt, die mittels der Hebeeinrichtungen 24 gegenüber den Rahmenteil 16a der Endmodule 12a,b angehoben und auch seitlich bewegt werden können, so dass über diese Arbeitsplattformen 22a-d Inspektionen oder Montagearbeiten an den Tunnelschalungselementen, an den Längsträgern und den Stützzylindern durchgeführt werden können. Der Rahmen 20 erstreckt sich zumindest annähernd über die gesamte Länge der Tunnelschalungsvorrichtung 10. An dem Rahmen 20 sind vorzugsweise für jedes Zwischenmodul 14a-g zwei vertikale hydraulische Stützzylinder 26a,b befestigt, so dass mit dem Anheben des Rahmens 20 über die hydraulischen Teleskopmechanismen 23 der Tragbeine 18 für die Höhenverstellung auch die vertikalen Stützzylinder 26a,b mit angehoben werden. Auf diese Weise können mit der

Tunnelschalungsvorrichtung 10 Tunnels unterschiedlicher Höhe verschalt und ausbetoniert werden. die vertikalen Stützzylinder brauchen daher nicht einmal hydraulisch und längenverstellbar sein.

[0034] Jedes Rahmenteil 16b der Zwischenmodule 14a-g trägt jeweils zwei schräg nach unten weisende Stützzylinder 28a,b als auch zwei sich horizontal erstreckende Stützzylinder 30a,b, die sich bezogen auf die Tunnelmitte symmetrisch auf die einander abgewandten Tunnelseiten hin erstrecken. Die freien Enden der Stützzylinder 26a,b, 28a,b, 30a,b sind jeweils mit Längsträgern 32a-f verbunden, die wiederum kreisbogenförmige Tunnelschalungselemente 33 tragen (Fig. 4), welche in ihrer Gesamtheit die Tunnelschalung 37 bilden. Die dargestellte Tunnelschalungsvorrichtung 10 steuert somit sechs Stützzylinder bzw. -streben 32a-f an, die sich über den gesamten Innenumfang der zu betonierenden Tunnelwand erstrecken, d.h. in der Regel über einen Bereich von 150 bis 270 Grad (siehe Fig. 2 und 4). Die Tunnelschalungselemente 33 können am Tunnelboden 35 über separate Stützkörper 36 abgestützt sein. Alternativ dazu können die schräg nach unten weisenden Stützzylinder 32a und 32f die unterste Abstützung der die durch die Gesamtheit der Tunnelschalungselemente 33 zusammengesetzten Tunnelschalung 37 bilden, wird. Die Abstützung der Tunnelschalung 37 durch die Stützelemente 26a, 28a, 30a und durch die Stützzylinder 32a, 32b, 32c ist in Fig. 4 verdeutlicht. Es ist in dieser Darstellung auch ersichtlich, dass die vertikalen Stützzylinder 26a,b nicht exakt vertikal ausgerichtet sein müssen, ebenso wenig wie die horizontalen Stützzylinder 30a,b nicht exakt horizontal ausgerichtet sein müssen. Diese können in ihrem Befestigungswinkel an den Rahmenteil 16a der Zwischenmodule 14a-g zumindest in einem geringen Bereich von beispielsweise +/- 15 Grad justierbar sein, während die schräg nach unten weisenden Stützzylinder vorzugsweise in einem größeren Winkelbereich von z.B. 45 Grad einstellbar sein können. Die Stützstreben 26a,b sind vorzugsweise starr, d.h. nicht schwenkbar an dem Rahmen 20 befestigt, so dass die Tunnelschalung sich ihrer Winkelposition festgelegt ist, und die Tunnelschalung 37 somit nicht während der Fahrt der Tunnelschalungsvorrichtung kippen kann.

[0035] Es erübrigt sich zu sagen, dass vorzugsweise alle Stützzylinder 26a,b, 28a,b, 30a,b mit Lastsensoren 38 versehen sind, welche über Datenleitungen 40 mit der zentralen Steuerungsanordnung 44 eines Steuerungsmoduls 42 der Tunnelschalungsvorrichtung 10 verbindbar sind. Die Steuerungsanordnung wertet die Daten der Lastsensoren 38 aus und steuert die Stützzylinder vorzugsweise auch in Abhängigkeit von den erfassten Daten an, um die Tunnelschalung 37 optimal zu positionieren und Betonpumpen zur Verfüllung des Raumes zwischen Tunnelwand und Tunnelschalung 37 derart zu betätigen, dass zu keinen Lastüberhöhungen auf die Stützzylinder oder die Tunnelschalungselemente 33 kommt. An der Tunnelschalungsvorrichtung 10 sind sechs Längsträger 32a-f durch jeweils sieben hydraulische Stützzylinder

26a,b, 28a,b, 30a,b getragen, die mit den sieben einzelnen Zwischenmodulen 14a-g verbunden sind. Auf diese Weise können die Kräfte der Tunnelschalung 37 effektiv durch die Tunnelschalungsvorrichtung 10 abgefangen werden, wobei die Krafteinleitung im Fahrzustand letztendlich über die Tragstrukturen 18 in den Tunnelboden 35 erfolgt. Die beiden Enden jeder Stützstrebe 32a-f sind mit hydraulisch betätigbaren Stempeln 34 versehen, die derart angesteuert werden, dass sie sich an den Tunnelwänden abstützen, womit alle Längsträger 32a-f zwischen diesen und den Tragstrukturen 18 in ihrer Lage fest definiert sind, was zu reproduzierbaren Schalungsergebnissen führt.

[0036] Das Steuerungsmodul 42 enthält vorzugsweise eine Kabine 46, vorzugsweise mit wenigstens einem Fenster 48, in welcher die Steuerungsanordnung 44 positioniert ist. Auf diese Weise ist sie wirksam gegen den Schmutz und die Feuchtigkeit der Baustelle geschützt. Das Steuerungsmodul 42 kann an beliebiger Stelle an der Tunnelschalungsvorrichtung 10 positioniert sein. Vorzugsweise ist es mit der Tragstruktur 18 oder mit einem Rahmenteil 16a,b eines End- oder Zwischenmoduls 12a,b, 14a-g verbindbar. Die Steuerungsanordnung ist mit der Hydraulik zur Betätigung aller Stützzylinder und mit Betonpumpen zum Verfüllen des Hohlraums zwischen Tunnelwand und Tunnelschalung 37 verbunden, um den Tunnelschalungsvorgang optimal zu steuern.

[0037] Den Endmodulen 16a, 16b sind vorzugsweise Arbeitsplattformen 25a,b zugeordnet, welche die Tragstrukturen beziehungsweise Tragbeine 18 stirnseitig überragen, so dass die Enden der Tunnelschalung 37 und die gesamte Tunnelschalungsvorrichtung gut überblickt werden können.

[0038] Wie die Fig. 5 bis 7 verdeutlichen, kann die in den Fig. 1 bis 4 gezeigte Tunnelschalungsvorrichtung effektiv transportiert werden, im vorliegenden Fall durch neun Transportfahrzeuge 50a-i in Form von Sattel-schleppern. So trägt das linke Transportfahrzeug 50a zum Beispiel die Längsträger 32a-f der Transportvorrichtung, während die beiden rechts davon angeordneten Transportfahrzeuge 38b und 38c Teile der Arbeitsplattform 22 tragen. Das nächst rechte Transportfahrzeug 50d trägt die beiden Endmodule 12a,b und die Transportfahrzeuge 50e, 50g, 50h und 50i tragen die sieben Zwischenmodule, während das vierte Transportfahrzeug 50f von rechts die vier Tragbeine 18 der Tunnelschalungsvorrichtung 10 tragen.

[0039] Auf das mittlere Transportfahrzeug 50e kann neben einem Zwischenmodul 14 noch das Steuerungsmodul 42 transportiert werden, d.h. eine Kabine 46 mit der Steuerungsanordnung 44 der Tunnelschalungsvorrichtung 10, so dass tatsächlich alle wesentlichen Komponenten der Tunnelschalungsanordnung 10 auf den Transportfahrzeugen 50a-i transportiert und vor Ort auf einfache Weise montierbar sind. Es kann wahlweise noch ein zusätzliches Transportfahrzeug für elektrische, hydraulische und pneumatische Infrastrukturelemente, wie Leitungen, Hydraulikzylinder, Stützzylinder und der-

gleichen, vorgesehen sein. Wenigstens ein Transportfahrzeug kann einen Kran zum Zusammenbau der Module 12, 14 und der Tragstruktur 18 und aller anderen Komponenten aufweisen.

[0040] Fig. 8 zeigt die komplette Tunnelschalungsvorrichtung 10 im Querschnitt mit dem auf den Tragbeinen 18 getragenen Rahmen 20, mit den an dem Rahmen 20 angeordneten Stützzylindern 26a,b, 28a,b und 30a,b, den an den Stützzylindern getragenen und sich in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung 10 (= Tunnelrichtung) erstreckenden Längsträgern 32a-f, den dazwischen aufgespannten Tunnelschalungselementen 33, die zusammen die Tunnelschalung bilden.

[0041] Fig. 9 zeigt den möglichen Arbeitsbereich 52 der Tunnelschalungsvorrichtung, d.h. welche Tunnelquerschnitte mit der Tunnelschalungsvorrichtung 10 abgedeckt werden können, durch Einstellung der Länge der Stützzylinder 26a,b, 28a,b und 30a,b, durch Verstellung der vertikalen Teleskopmechanismen 23 für die Höhenverstellung der Tragbeine 18, durch die Einstellung des horizontalen Teleskopmechanismus 21 oder das Einbauen von Adapterstücken für den wechselseitigen Abstand der Tragbeine 18. Die vertikalen Längsträger 26a,b können auch nicht längenverstellbar sein, wobei die Höhenanpassung dann allein über den vertikalen Teleskopmechanismus 23 für die Tragbeine 18 erfolgt.

[0042] Diese Einstellbarkeit ist in Fig. 10 gezeigt für eine flache Tunnelröhre. Der vertikale Teleskopmechanismus 23 für die Tragbeine 18 ist hier wenig ausgefahren, so dass eine geringe Stützhöhe resultiert. Dafür sind Adapterstück 21 in die Tragbeine 18 eingesetzt, die für einen größeren Abstand der beiden Tragbeine 18 in Querrichtung oder Breitenrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung 10 sorgen. Zudem sind die schrag nach unten verlaufenden hydraulischen Stützzylinder 28a,b und die horizontalen Stützzylinder 30a,b weit ausgefahren, so dass eine geringe Höhe aber eine große Breite der aus den Tunnelschalungselementen 33 gebildeten Tunnelschalung 37 resultiert.

[0043] Fig. 11 zeigt die Einstellung der entsprechenden Komponenten für eine eiförmige schmalere Tunnelwand.

[0044] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern kann innerhalb des Schutzbereichs der nachfolgenden Ansprüche beliebig variiert werden.

Bezugszeichenliste:

[0045]

10	Tunnelschalungsvorrichtung
12a,b	Endmodule
14a-g	Zwischenmodule
16a	Rahmenteil der Endmodule
16b	Rahmenteil der Zwischenmodule
18	Tragstrukturen - Tragbeine
19	mit Rollen versehene Standfüße der Tragbeine

20	aus den Rahmenteilern der End- und Zwischenmodule gebildeter Rahmen der Tunnelschalungsvorrichtung	
21	horizontaler hydraulischer Teleskopmechanismus oder Adapterstücke zur Breitenanpassung, d.h. zur Anpassung des gegenseitigen Abstandes der Tragbeine in Querrichtung	5
22a-d	höhenverstellbare Arbeitsplattformen, jeweils zwei an jedem Endmodul	
23	vertikaler hydraulischer Teleskopmechanismus zur Höhenverstellung der Tragstruktur bzw. Tragbeine	10
24	hydraulische Hebeeinrichtung für die Arbeitsplattformen, insbesondere angeordnet an den Rahmenteilern der Endmodule	15
26a,b	vertikale Stützzylinder, insbesondere hydraulisch oder nicht längenverstellbare Stützstreben, vorzugsweise in einem festen Winkel an dem Rahmen befestigt	
28a,b	schräg nach unten gerichtete Stützzylinder, insbesondere hydraulisch	20
30a,b	horizontale Stützzylinder, insbesondere hydraulisch	
32a-f	in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung verlaufende Längsträger zur Abstützung der Tunnelschalungselemente	25
33	kreisbogenförmige Tunnelschalungselemente	
34	hydraulisch betätigbare Stempel an den Längsträgern zur Abstützung an der Tunnelwand-Abstützstempel	30
35	Tunnelboden	
36	Bodenstützelement	
37	Tunnelschalung	
38	Lastsensoren	
40	Datenverbindung	35
42	Steuerungsmodul	
44	Steuerungsanordnung	
46	Kabine	
48	Fenster	
50a-i	Transportfahrzeuge - Sattelschlepper LKWs mit Auflieger	40
52	Arbeitsbereich der Tunnelschalungsvorrichtung im Tunnelquerschnitt	

Patentansprüche

1. Modulare Tunnelschalungsvorrichtung (10), umfassend:

- wenigstens zwei Module (12a,b, 14a-g), welche in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung (10) hintereinander angeordnet und miteinander lösbar verbindbar sind,
- wobei die wenigstens zwei Module (12a,b, 14a-g) jeweils einen Rahmenteil (16a,b) aufweisen, und die Rahmentteile (16a,b) der miteinander verbundenen Module (12a,b, 14a-g) einen Rah-

men (20) der Tunnelschalungsvorrichtung (10) bilden,

- wenigstens zwei mit dem Rahmen (20) der Tunnelschalungsvorrichtung (10) verbindbare in Längsrichtung der Tunnelschalungsanordnung voneinander beabstandete Tragstrukturen (18) zur Abstützung des Rahmens an einem Tunnelboden (35),

wobei der Rahmen (20) an wenigstens zwei in Längsrichtung voneinander beabstandeten Positionen jeweils wenigstens zwei Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) trägt, welche Stützzylinder mit in Längsrichtung verlaufenden Längsträgern (32a-f) verbindbar sind, welche Längsträger (32a-f) Tunnelschalungselemente (33) der Tunnelschalungsvorrichtung (10) tragen.

2. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Module (12a,b, 14a-g) zwei Endmodule (12a,b) umfassen, welche in Längsrichtung der Tunnelschalungsvorrichtung (10) die beiden Enden der Tunnelschalungsvorrichtung (10) bilden, und wenigstens ein zwischen den Endmodulen (12a,b) anzuordnendes Zwischenmodul (14a-g), welches form- und/oder kraftschlüssig mit wenigstens einem der beiden Endmodule (12a,b) verbindbar ist.

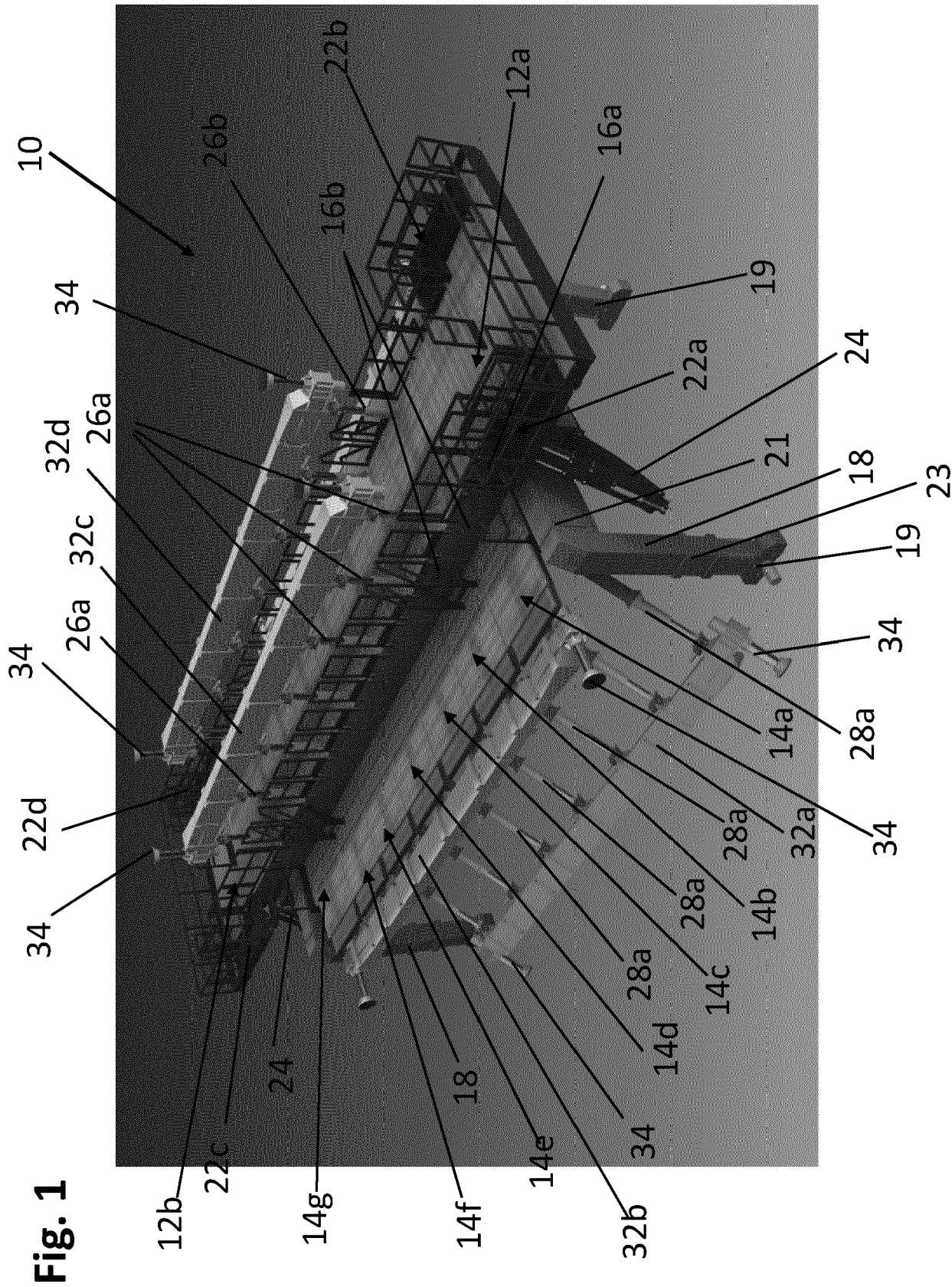
3. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragstruktur (18) höhenverstellbar ist, insbesondere durch hydraulisch teleskopierbare Tragbeine gebildet ist.

4. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) jeweils an dem Rahmenteil (16a,b) von wenigstens zwei Modulen, insbesondere Zwischenmodulen (14a-g) getragen sind.

5. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rahmenteil (16a,b) wenigstens zweier Module (14a-g) wenigstens sechs Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) trägt, wovon zwei vertikal nach oben ragen, und vier in horizontale Richtung oder schräg nach oben oder unten gerichtet sind.

6. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der wenigstens zwei Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) schwenkbar an dem Rahmen (20) bzw. Rahmenteil (16a,b) angelenkt ist und/oder dass die Längsträger (32a-f) mit den Stützzylindern (26a,b, 28a,b, 30a,b) jeweils über ein Gelenk miteinander verbunden sind.

7. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge des Zwischen- und/oder Endmoduls (12a,b, 14a-g) in Längsrichtung zwischen 1 m und 4 m liegt und die Breite zwischen 3 m und 10 m. 5
8. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsträger (32a-f) hydraulisch betätigte Stempel (34) zur Abstützung an der Tunnelwand/Tunneldecke aufweisen. 10
9. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Tragstruktur (18) durch jeweils zwei insbesondere höhenverstellbare und/oder breitenverstellbare Tragbeine gebildet sind, die mit dem Rahmen, vorzugsweise mit den in Längsrichtung äußersten Rahmenteilern (16a,b) lösbar verbindbar sind. 20
10. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Rahmen (20) wenigstens eine Arbeitsplattform (22) montiert ist, die bewegbar, insbesondere über eine Hebevorrichtung (24) höhenverstellbar und/oder seitlich verstellbar an dem Rahmen (20) getragen ist. 25
11. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur die Rahmenteilern (16b) der Zwischenmodule (14a-g) die hydraulischen Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) tragen und dass die Rahmenteilern (16a) der Endmodule (12a,b) die jeweils wenigstens eine Arbeitsplattform (22) tragen, die vorzugsweise die Tragstrukturen (18) stirnseitig überragt. 30
12. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes End- und/oder Zwischenmodul (14a-g) integrierte Anschlüsse für Luft und/oder Hydraulik und/oder Elektrik aufweist. 35
13. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Lastsensoren (38) für die auf die Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) wirkenden Kräfte aufweist, die mit einer Steuerungsanordnung (44) für die Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) verbunden (40) sind. 40
14. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Steuerungsmodul (42) mit einer Steuerungsanordnung (44) für die Tunnelschalungsvorrichtung (10), insbesondere für die hydraulischen Stützzylinder aufweist, die vorzugsweise mit dem Rahmen (20) verbindbar ist. 45
15. Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Steuerungsanordnung für die Elektrik und Hydraulik der Tunnelschalungsvorrichtung (10) vorzugsweise in einer Kabine (46) oder einem Steuerungsschrank angeordnet ist, die/der insbesondere mit dem Rahmen (20) der Tunnelschalungsvorrichtung (10) verbindbar ist. 50
16. Mobile Schalungsanordnung mit einer Tunnelschalungsvorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche und wenigstens drei Transportfahrzeugen (50a-i) zur Aufnahme der Module und Tragstrukturen, welche Transportfahrzeuge (50a-i) insbesondere durch einen Sattelschlepper oder einen Sattelaufleger eines Güterzuges gebildet sind. 55
17. Tunnelbetoniereinrichtung umfassend eine Tunnelschalungsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und, und wenigstens eine Betonpumpe, die von der Steuerungsanordnung zur Ansteuerung der Stützzylinder (26a,b, 28a,b, 30a,b) der Tunnelbetoniereinrichtung angesteuert ist, wobei wenigstens eine Förderleitung der Betonpumpe mit dem Zwischenraum zwischen den Tunnelschalungselementen (37) und der Tunnelwand verbunden ist, wobei die Betonpumpen vorzugsweise in Abhängigkeit der Signale von Lastsensoren (38) steuerbar sind, die in Verbindung mit den Stützzylindern (26a,b, 28a,b, 30a,b) angeordnet sind.



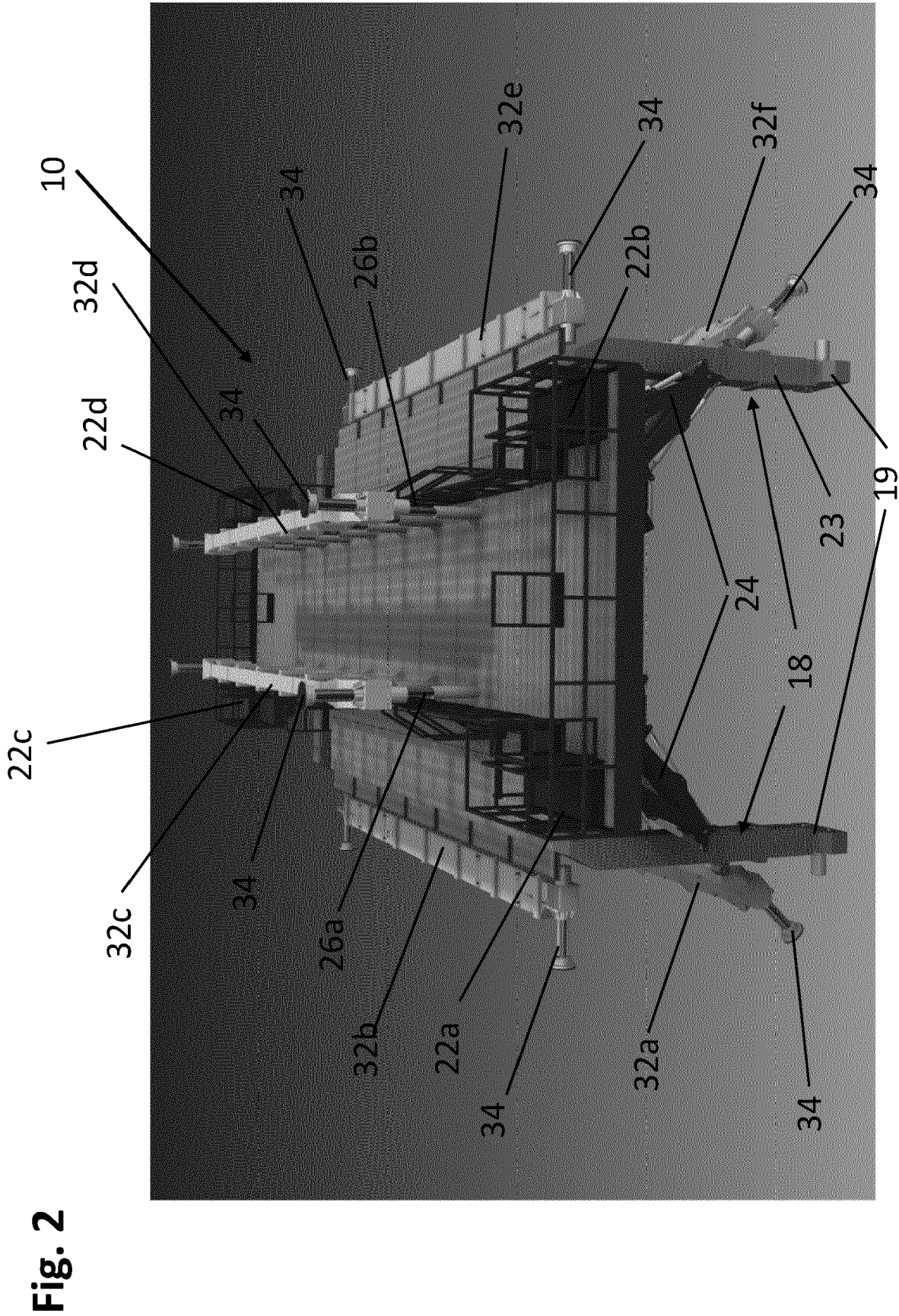


Fig. 3

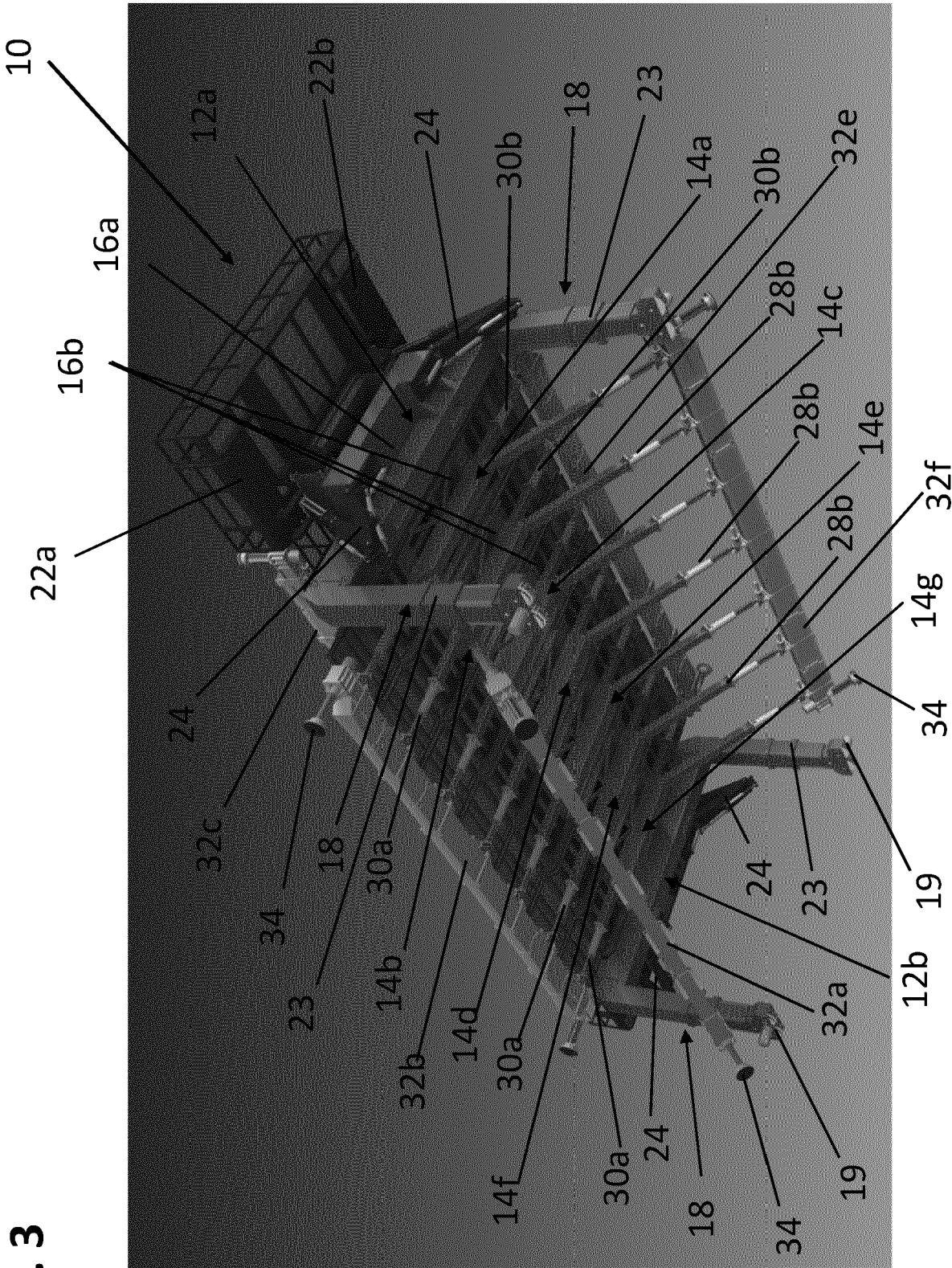


Fig. 4

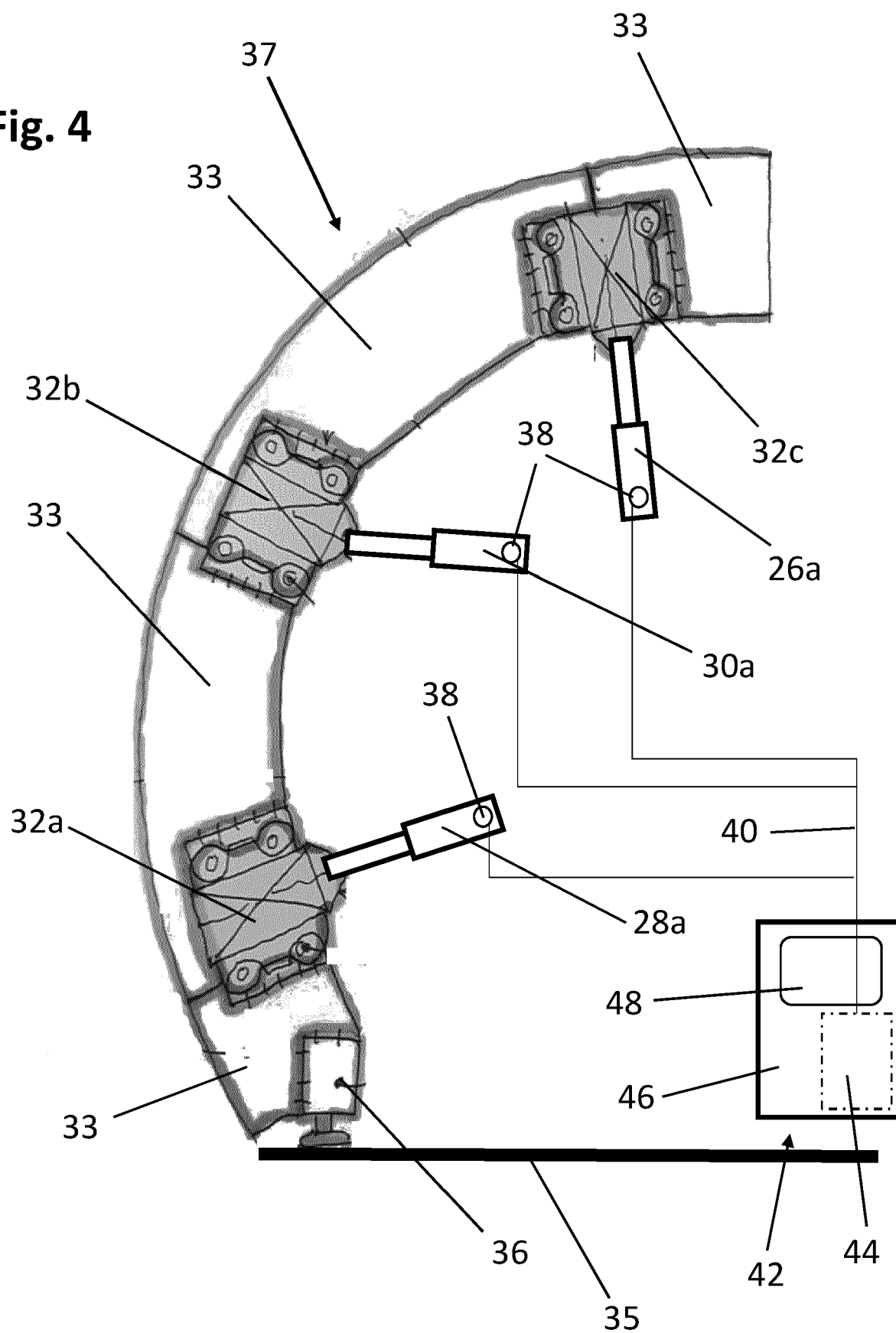
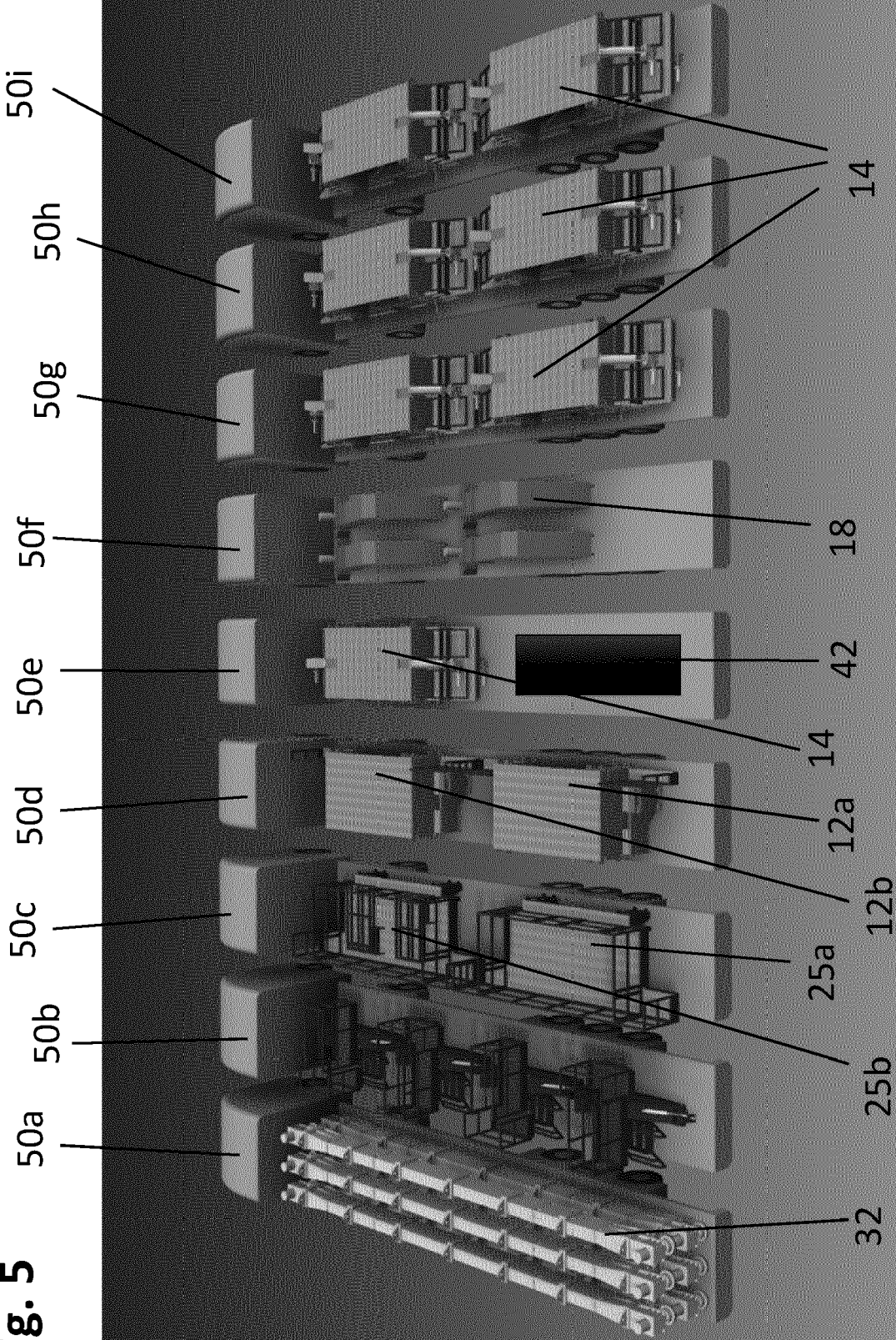


Fig. 5



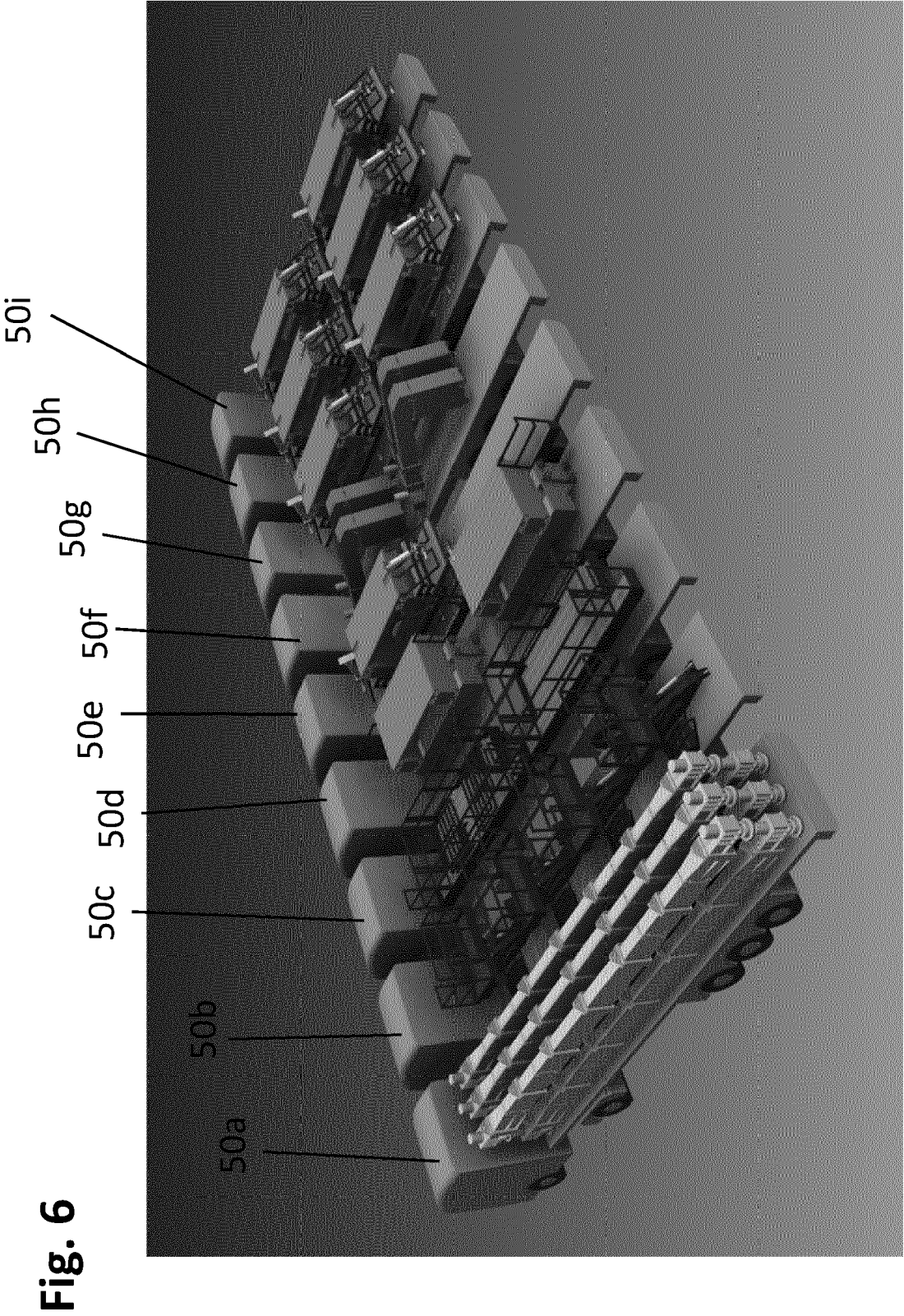


Fig. 7

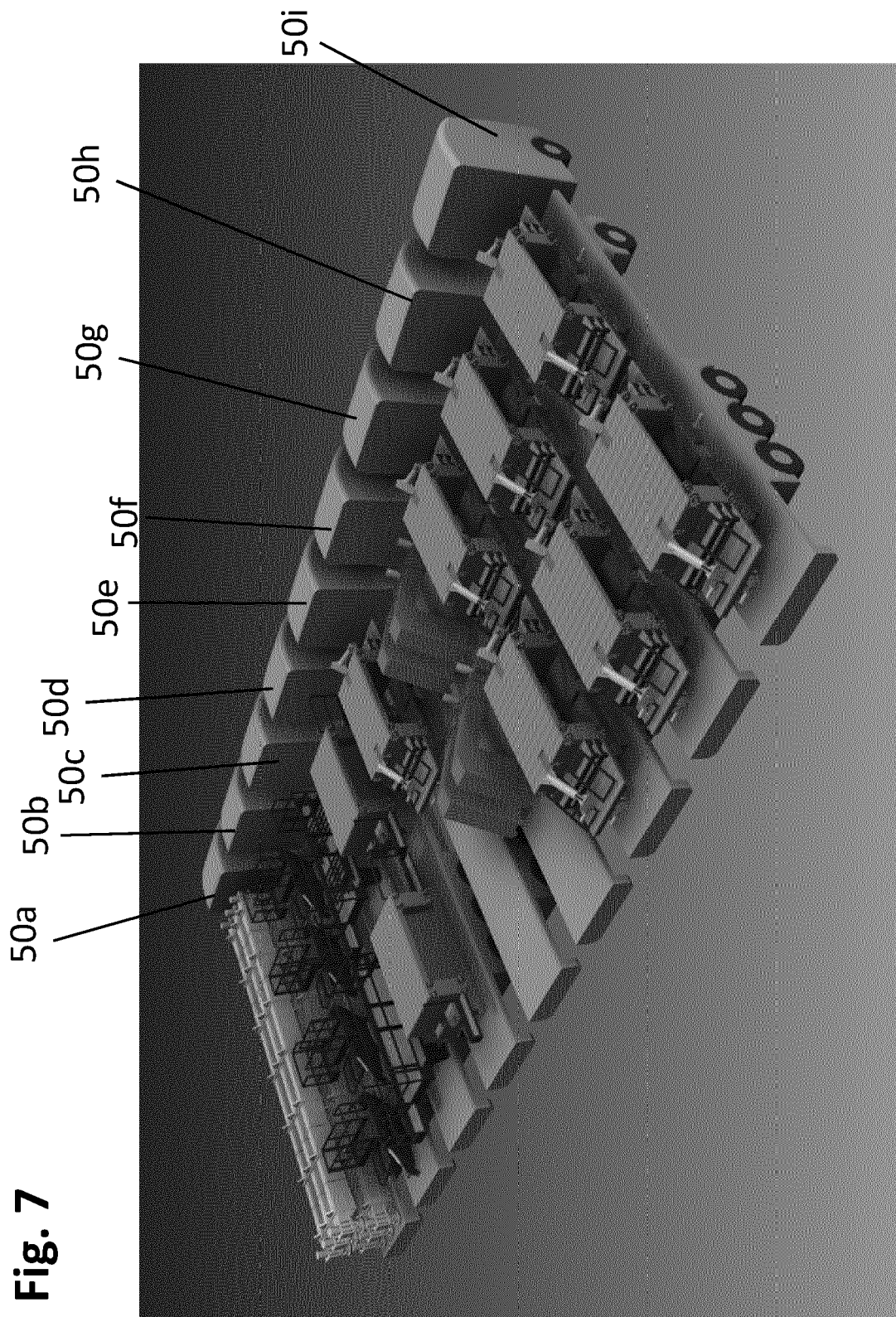


Fig. 8

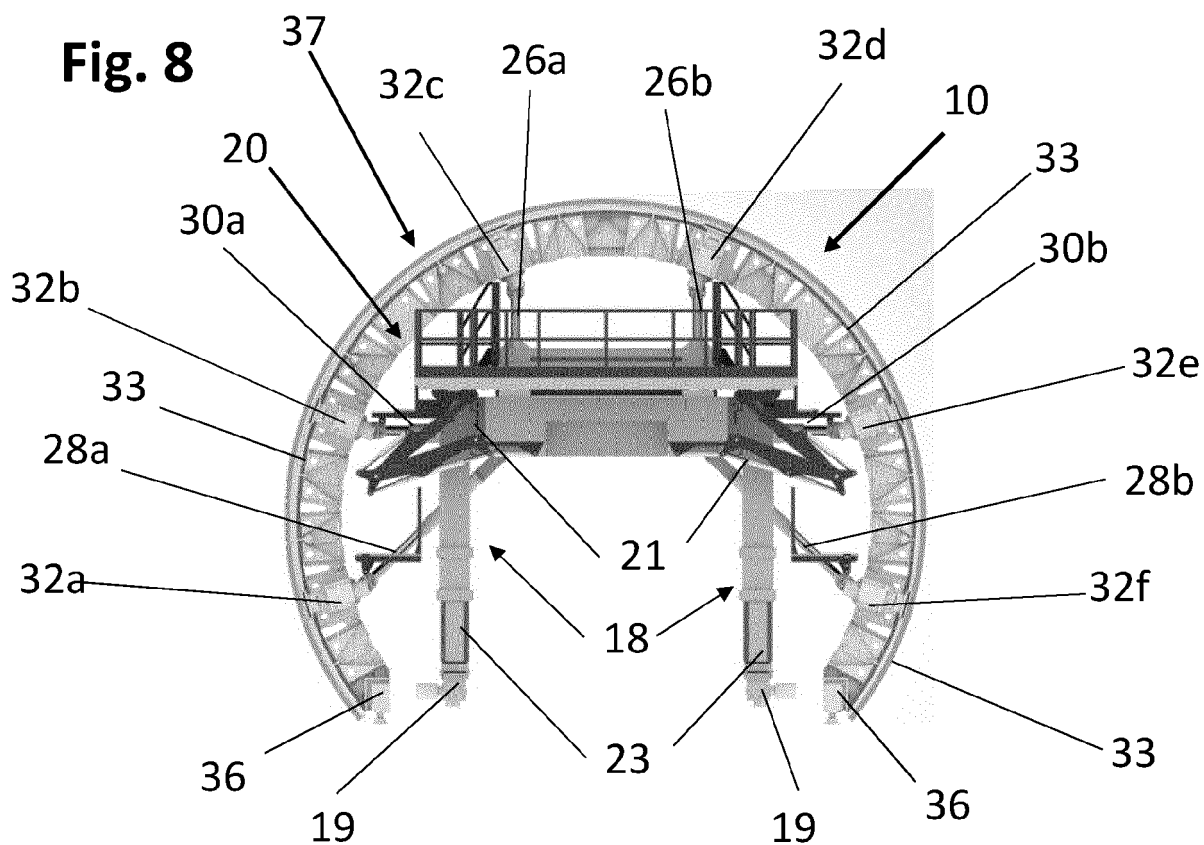


Fig. 9

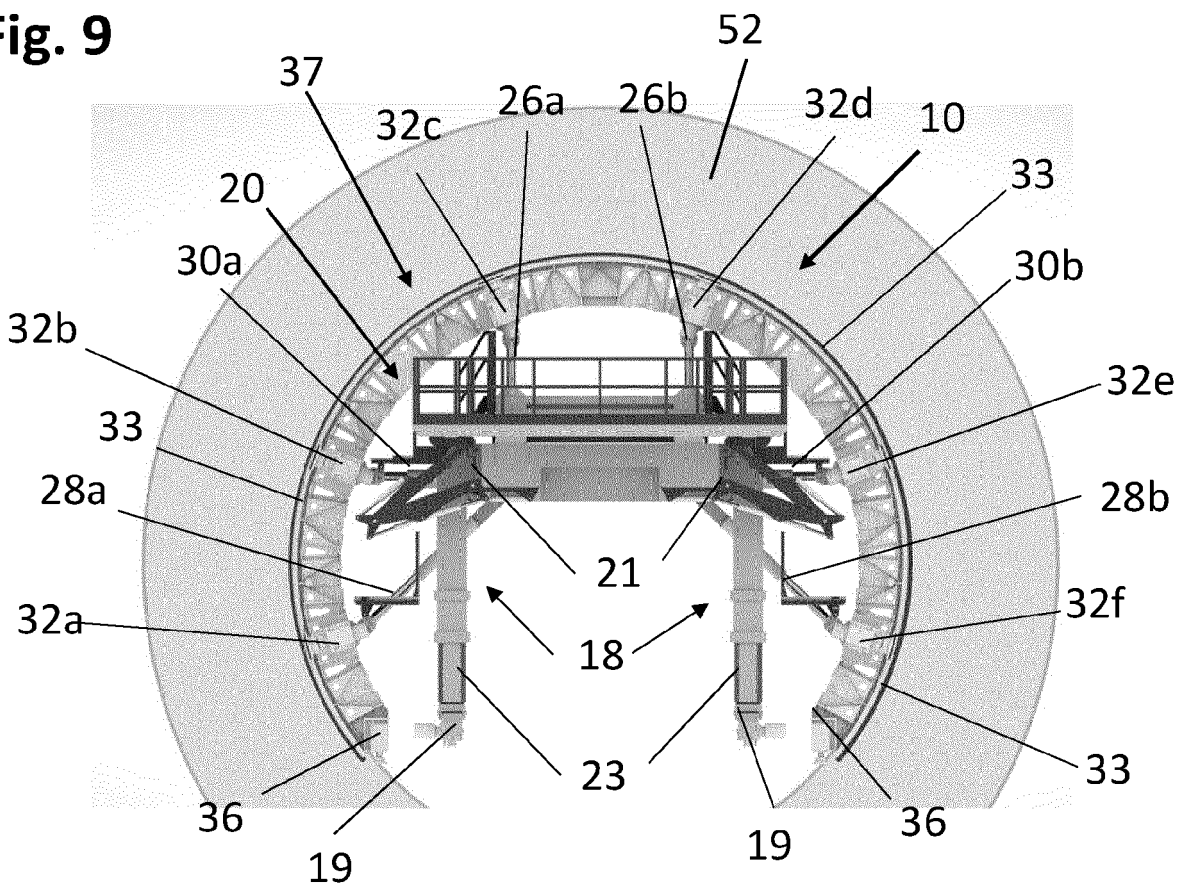


Fig. 10

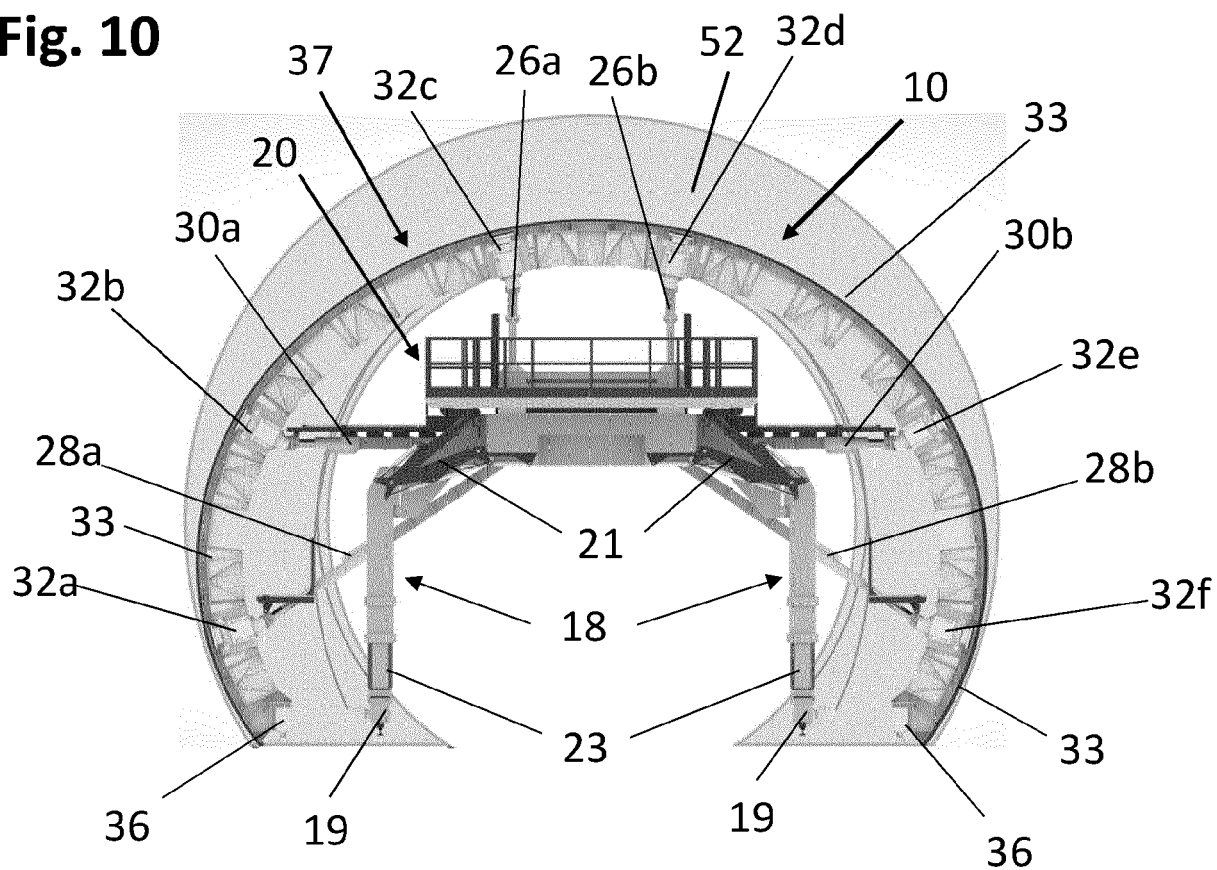
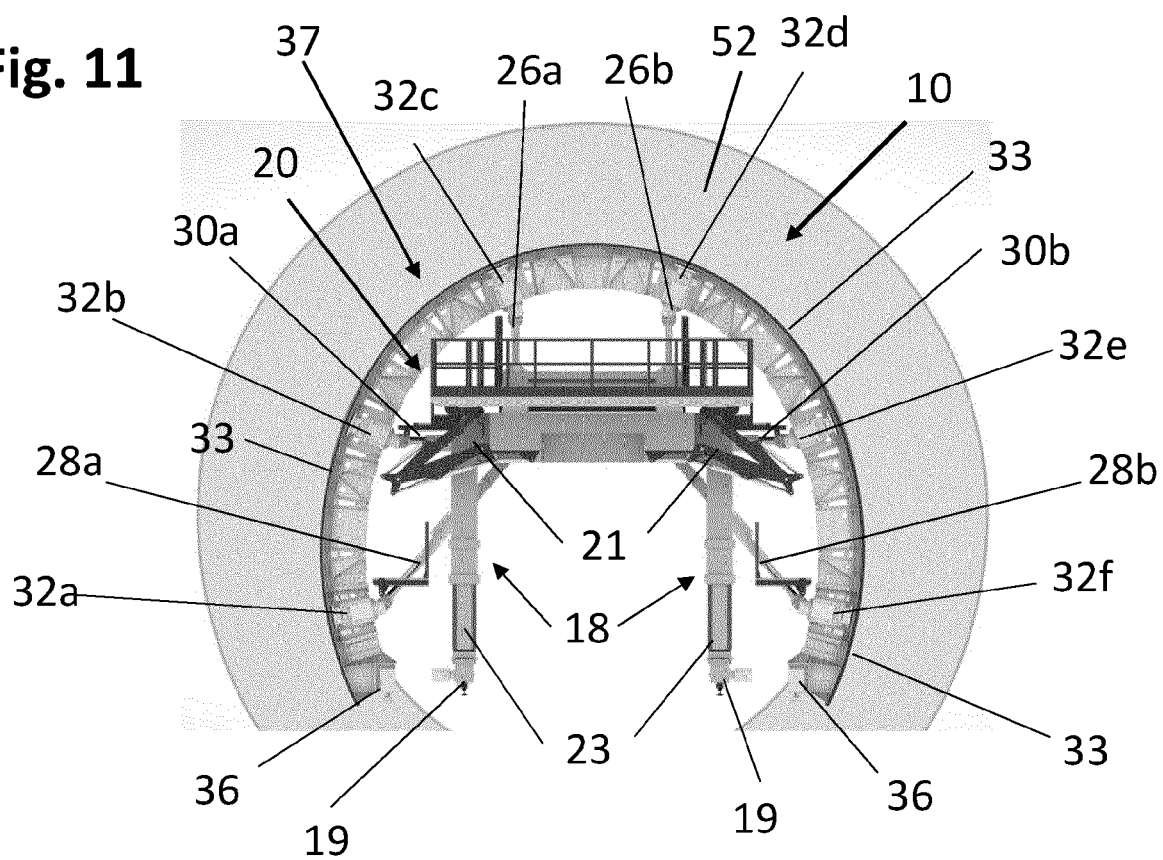


Fig. 11





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 0523

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	CN 106 640 131 B (NO 63926 UNIT PLA; TAIYUAN RONGSHENG TECH CO LTD) 18. Januar 2019 (2019-01-18) * das ganze Dokument *	1-17	INV. E21D11/10
A	CN 105 422 137 A (CHINA RAILWAY NO 4 ENG GROUP; 1ST ENG CO LTD OF CTEC GROUP) 23. März 2016 (2016-03-23) * das ganze Dokument *	1-17	
A	KR 2019 0140266 A (SEO JIN MACHINERY CO LTD [KR]) 19. Dezember 2019 (2019-12-19) * das ganze Dokument *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Mai 2022	Prüfer Ott, Stéphane
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 22 15 0523

5 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.

31-05-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 106640131 B	18-01-2019	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
15	CN 105422137 A	23-03-2016	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	KR 20190140266 A	19-12-2019	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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