

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro



(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum

15. Oktober 2015 (15.10.2015)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/155124 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E21D 9/00 (2006.01)

(74) Anwalt: DILG, HAEUSLER SCHINDELLEMMAN
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Leonrodstr. 58, 80636 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/057361

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für

(22) Internationales Anmeldedatum: 2. April 2015 (02.04.2015)

jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 105 014.2 8. April 2014 (08.04.2014) DE

(71) Anmelder: MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN
[AT/AT]; Franz-Josef-Str. 18, A-8700 Leoben (AT).
HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Schlehenweg 2, 77963 Schwabau (DE). B+G
BETONTECHNOLOGIE +
MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG AG [CH/CH];
Dorfstrasse 10, CH-3073 Gümligen (CH).

(72) Erfinder: BARWART, Stefan; Voerdenbergerstraße
7C6, A-8700 Leoben (AT). GALLER, Robert;
Baumschulgasse 6, A-8600 Bruck an der Mur (AT).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-PRECISION SENSORS FOR DETECTING A MECHANICAL LOAD OF A MINING TOOL OF A TUNNEL BORING MACHINE

(54) Bezeichnung : HOCHPRÄZISE SENSORIK ZUM ERMITTEN EINER MECHANISCHEN BELASTUNG EINES ABBAUWERKZEUGS EINER TUNNELBOHRMASCHINE

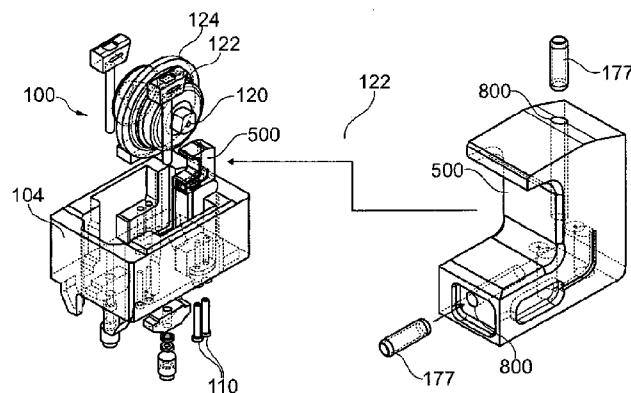


Fig. 8

(57) Abstract: A mining tool (100) for a drill head (150) of a tunnel boring machine (180) for mining in rock (102), wherein the mining tool (100) has a roller cutter fastening device (104), mountable on the drill head (150), for accommodating and mounting a rotatable roller cutter (106), the roller cutter (106) for mining in rock (102) is accommodated or in particular can be interchangeably accommodated rotatably in the roller cutter fastening device (104), and a sensor arrangement (112) for detecting a mechanical load of the mining tool (100), in particular of the roller cutter (106), wherein the sensor arrangement (112) is formed at least partially in the roller cutter fastening device (104) and/or on the sleeve (177) mounted on the roller cutter (106) with at least one load-sensitive element (108) mounted thereon.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
TG).

Abbauwerkzeug (100) für einen Bohrkopf (150) einer Tunnelbohrmaschine (180) zum Abbauen von Gebirge (102), wobei das Abbauwerkzeug (100) eine an dem Bohrkopf (150) montierbare Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) zum Aufnehmen und Lagern einer rotierfähigen Schneidrolle (106), die Schneidrolle (106), die zum Abbauen von Gebirge (102) rotierfähig in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) insbesondere auswechselbar aufnehmbar oder aufgenommen ist, und eine Sensoranordnung (112) zum Detektieren einer mechanischen Belastung des Abbauwerkzeugs (100), insbesondere der Schneidrolle (106), aufweist, wobei die Sensoranordnung (112) als zumindest teilweise in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) und/oder an der Schneidrolle (106) angebrachte Hülse (177) mit mindestens einem daran angebrachten lastsensitiven Element (108) ausgebildet ist.

**Hochpräzise Sensorik zum Ermitteln einer mechanischen
Belastung
eines Abbauwerkzeugs einer Tunnelbohrmaschine**

5

Die Erfindung betrifft ein Abbauwerkzeug, ein System zum Ermitteln einer mechanischen Belastung eines Abbauwerkzeugs, einen 10 Bohrkopf und eine Tunnelbohrmaschine.

Eine Tunnelbohrmaschine ist eine Maschine, die zum Bau von Tunnels eingesetzt wird. Bauteile einer Tunnelbohrmaschine sind ein Abbauschild mit Vorschub- und Verspanneinrichtungen, Einrichtungen für den Einbau von Stütz- und Ausbaumaßnahmen, Einrichtungen zum 15 Materialabtransport, eine Versorgungseinheit (Strom, Druckluft, Bewetterung, Wasser), und Transporteinrichtungen für Ausbruchsmaterial, Stützmittel und Ausbaumaterialien. Ein frontseitiger Bohrkopf einer Tunnelbohrmaschine ist mit Abbauwerkzeugen zum Lösen eines Gebirges versehen.

20 Bei einer Tunnelbohrmaschine ist es als Basis für eine präzise Steuerung der Bauteile oder Komponenten wichtig, die mechanische Belastung zu kennen, die auf an einem Bohrkopf gehaltete Abbauwerkzeuge einwirkt. Dies ist in vielen Fällen in schmutziger Umgebung, unter dem Einfluss starker mechanischer Belastungen und 25 somit unter rauen Bedingungen erforderlich.

DE 20 2012 103 593 U1 derselben Anmelderin Montanuniversität Leoben offenbart ein Abbauwerkzeug für einen Bohrkopf einer Tunnelbohrmaschine zum Abbauen von Gebirge, wobei das Abbauwerkzeug eine an dem Bohrkopf montierbare 30 Schneidrollenbefestigungseinrichtung zum Aufnehmen und Lagern einer Schneidrolle, die zum Abbauen von Gebirge an der Schneidrollenbefestigungseinrichtung auswechselbar aufnehmbar oder aufgenommen ist, und eine Sensoranordnung zum Detektieren einer mechanischen Belastung des Abbauwerkzeugs, insbesondere der

Schneidrolle, aufweist, wobei die Sensoranordnung an und/oder in und/oder als Teil der Schneidrollenbefestigungseinrichtung vorgesehen ist. Wenngleich dieses Abbauwerkzeug benutzerfreundlich und leistungsstark ist, kann es unter bestimmten Betriebsbedingungen

- 5 hinsichtlich der Detektionsgenauigkeit noch Raum für Verbesserungen lassen.

Weiterer gattungsferner Stand der Technik ist in DE 100 30 099 C2 offenbart.

- 10 Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine hochpräzise Sensorik zum Ermitteln einer mechanischen Belastung bereitzustellen, die auf an einem Bohrkopf gehaltene Abbauwerkzeuge einwirkt.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere

- 15 Ausführungsbeispiele sind in den abhängigen Ansprüchen gezeigt.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Abbauwerkzeug für einen Bohrkopf einer Tunnelbohrmaschine zum Abbauen von Gebirge geschaffen, wobei das Abbauwerkzeug eine an dem Bohrkopf montierbare Schneidrollenbefestigungseinrichtung

- 20 (insbesondere mit einem Aufnahmelager) zum Aufnehmen und Lagern einer Schneidrolle, die zum Abbauen von Gebirge in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (insbesondere in dem Aufnahmelager) - insbesondere auswechselbar - aufnehmbar oder aufgenommen ist (wobei die Schneidrolle vorzugsweise nicht aktiv

- 25 angetrieben wird, sondern einfach über das Gestein abgerollt wird), und eine Sensoranordnung (die mindestens ein lastsensitives Element, Verbindungsmittel zum Übertragen von Sensorsignalen an eine Auswerteeinheit, etc. aufweisen kann) zum Detektieren einer mechanischen Belastung des Abbauwerkzeugs, insbesondere der

- 30 Schneidrolle, aufweist, wobei die Sensoranordnung als eine zumindest teilweise in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung und/oder an der

Schneidrolle angebrachte Hülse mit mindestens einem daran angebrachten lastsensitiven Element ausgebildet ist.

- Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein System zum Ermitteln einer mechanischen Belastung
- 5 eines Abbauwerkzeugs (insbesondere einer Schneidrolle) eines Bohrkopfs einer Tunnelbohrmaschine zum Abbauen von Gebirge geschaffen, wobei das System das Abbauwerkzeug mit den oben beschriebenen Merkmalen aufweist, und wobei das System eine Auswerteeinheit (zum Beispiel einen Prozessor) aufweist, die eingerichtet ist, basierend auf Sensorsignalen
- 10 des mindestens einen lastsensitiven Elements eine Information (zum Beispiel Betrag und/oder Richtung von einer oder mehreren einwirkenden Kraftkomponenten) zu ermitteln, die für die mechanische Belastung indikativ ist, die auf die Schneidrolle des Abbauwerkzeugs einwirkt.

- Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden
- 15 Erfindung ist ein Bohrkopf für eine Tunnelbohrmaschine zum Abbauen von Gebirge bereitgestellt, wobei der Bohrkopf einen rotatorisch und translatorisch gegenüber einem Gebirge bewegbaren (zum Beispiel zylindrischen) Bohrkörper mit einer Mehrzahl von (insbesondere front- oder gebirgeseitigen) Abbauwerkzeughalterungen zum Haltern von
- 20 Abbauwerkzeugen, und eine Mehrzahl von Abbauwerkzeugen mit den oben beschriebenen Merkmalen aufweist, die in der Mehrzahl von Abbauwerkzeughalterungen insbesondere auswechselbar halterbar oder gehaltert sind.

- Gemäß noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden
- 25 Erfindung ist eine Tunnelbohrmaschine zum Abbauen von Gebirge geschaffen, die einen Bohrkopf mit den oben beschriebenen Merkmalen aufweist.

- Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel kann die Kraftmessung beim Tunnelbau, genauer gesagt während eines
- 30 Bohrbetriebs eines Bohrkopfs einer Tunnelbohrmaschine mittels Abbauwerkzeugen mit Schneidrollen, dadurch in extrem präziser Weise

vorgenommen werden, dass ein oder mehrere lastsensitive Elemente (wie zum Beispiel Dehnmessstreifen) in einer Hohlhülse integriert werden, die an einer beliebigen Stelle des Abbauwerkzeugs in einem korrespondierenden Hülsenloch in der

- 5 Schneidrollenbefestigungseinrichtung und/oder in der Schneidrolle montiert werden kann. Indem ein vorzugsweise beidseitig offener und somit zugänglicher Hohlkörper als Aufnahmefläche zum Aufnehmen lastsensitiver Elemente eingesetzt wird, ist nicht nur die Position der Lastmessung in dem Abbauwerkzeug frei wählbar (es braucht lediglich an
- 10 der gewünschten Stelle ein Hülsenloch gebildet zu werden, in das die Sensorhülse aufgenommen wird), sondern die Elastizität eines dünnwandigen Hohlhülsenkörpers kann zudem vorteilhaft verwendet werden, um die Empfindlichkeit der Messung gegenüber herkömmlichen Ansätzen gerade zu revolutionieren.
- 15 Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist eine modulare Messeinheit in Form einer Hülse geschaffen, die zur Bestimmung von äußeren Schnittkräften von Werkzeugen zum Lösen von Gestein ausgebildet ist. Die Hülse kann kraft-, stoff- und/oder formschlüssig direkt im Umfeld des Werkzeugs positioniert sein. Eine
- 20 solche Konfiguration hat den Vorteil, dass eine direkte Zuordnung des Messsignals zu den äußeren Belastungen möglich ist. Durch eine kombinierte Anordnung mehrerer solcher Sensoranordnungen aus Hülsen und lastsensitivem/n Element(en) ist eine Messung unterschiedlicher Kräfte und deren Richtungen an annähernd beliebigen Positionen
- 25 möglich. Versuche mit dem in Hülsenbauform (anstelle von Bolzenbauform) konstruierten und für die Anwendung an mehreren strategischen Positionen optimiert ausgerichteten und platzierten Sensoren zeigen großartige Performance bezogen auf Linearität (ca. 3-5% und besser), Hysterese (sehr klein) und Offsetverhalten.

Im Weiteren werden zusätzliche exemplarische Ausführungsbeispiele des Abbauwerkzeugs, des Systems, des Bohrkopfs und der Tunnelbohrmaschine beschrieben.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die

- 5 Schneidrollenbefestigungseinrichtung eine Schneidrollenaufnahme und mindestens ein Befestigungselement zum Befestigen der Schneidrolle an der Schneidrollenaufnahme und/oder zum Befestigen der Schneidrollenaufnahme an dem Bohrkopf aufweisen, wobei das mindestens eine lastsensitives Element der Sensoranordnung
 - 10 (insbesondere funktionell und räumlich) getrennt von dem mindestens einen Befestigungselement vorgesehen ist. Indem die Positionierung von lastsensitiven Elementen einer Sensoranordnung eines Abbauwerkzeugs von Befestigungselementen wie Schrauben oder Bolzen losgelöst wird, wird eine Unabhängigkeit der Lastmessung von vorgegebenen Positionen
 - 15 von Befestigungselementen erreicht. Versuche haben gezeigt, dass durch die gezielte Auswahl einer Position der Sensorhülse bzw. auch der Orientierung der Sensorhülse relativ zu der Schneidrolle eine signifikante Erhöhung der Empfindlichkeit erreicht werden kann.
- Befestigungselemente müssen naturgemäß eine hohe mechanische
- 20 Stabilität und Robustheit und somit auch eine massive Ausgestaltung haben, um ihre Befestigungsfunktion wahrnehmen zu können. Dagegen kann die Sensorhülse, die bedarfsweise (zum Beispiel bei Verschleiß) ausgetauscht werden kann, bewusst als dünnwandiger Körper ausgebildet werden, der selber (zum Beispiel in Form einer Auslenkung
 - 25 oder Verformung) externen Belastungen folgt, wie sie am Bohrkopf einer Tunnelbohrmaschine auftreten.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann zumindest ein Teil der Hülse als (insbesondere gewindefreier) Hohlzylinder (zum Beispiel als Rohrstück), weiter insbesondere als hohler Kreiszylinder, ausgebildet

- 30 sein. Zum Beispiel kann ein solcher Hohlzylinder ein axiales Durchgangsloch aufweisen, wobei dann eine Montage lastsensitiver

Elemente an der großflächigen Innenwandung möglich ist. Eine solche Sensormontage ist nicht nur montagetechnisch einfach, sondern schützt die Sensoren während des Betriebs auch vor Zerstörung, ohne dass dabei hinsichtlich der Nachweisgenauigkeit Kompromisse eingegangen werden

- 5 müssen. Gemäß einer zu der Durchgangslocharchitektur alternativen Ausgestaltung ist es auch möglich, in dem im Wesentlichen hohlzylindrischen Hülsenkörper einseitig oder beidseitig axiale Sacklöcher zu bilden, das oder die zu planen Montageflächen im Inneren der Sensorhülse führen, an denen das oder die lastsensitiven Elemente dann
- 10 mit geringem Montageaufwand anbringbar sind. Mit einer kreiszylindrischen äußeren Mantelfläche der Sensorhülse ist ein Einbringen der Sensorhülse in ein kreisrundes (Bohr-)Loch an der gewünschten Messposition des Abbauwerkzeugs möglich.

- Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann zumindest eines des
- 15 mindestens einen lastsensitiven Elements an einer Innenfläche einer Hülsenwandung angebracht sein. Die Innenwandung der Sensorhülse ist ein geeigneter Ort zum Montieren der Sensoren, zum Beispiel mittels Anklebens oder Einpressens in eine Wandungsnut. An der Innenwandung der Sensorhülse sind die lastsensitiven Elemente vor einer Beschädigung,
 - 20 insbesondere beim Einschlagen oder Eindrehen in ein Hülsenaufnahmeloch in dem Abbauwerkzeug geschützt, ohne während des Bohrvorgangs hierbei an Messgenauigkeit einzubüßen. Das gezielte Anbringen lastsensitiver Elemente an bestimmten axialen und/oder radialen Positionen der Innenwandung erlaubt somit auch die Aufnahme
 - 25 richtungsabhängiger Belastungsinformation.

- Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann eine Mehrzahl von lastsensitiven Elementen zueinander radial winkelversetzt an der Innenfläche der Hülsenwandung angebracht sein. Das zueinander winkelversetzte Anbringen mehrerer lastsensitiver Elemente entlang
- 30 eines Umfangs der Innenwandung der Sensorhülse erlaubt die Detektion richtungsabhängiger Kraftinformation. Eine solche Geometrie ist

insbesondere für eine Vollbrückenschaltung, die eine Temperaturunabhängigkeit der Messergebnisse gewährleisten kann (wenn zum Beispiel vier zu einer Vollbrücke verschaltete lastsensitive Elemente auf derselben Temperatur befindlich sind), vorteilhaft. Ferner

5 ist die Größe typischer Sensorhülsen (zum Beispiel Länge zwischen 10 mm und 100 mm, insbesondere zwischen 20 mm und 60 mm, Durchmesser zwischen 3 mm und 30 mm, insbesondere zwischen 6 mm und 20 mm) ausreichend, um mehrere lastsensitive Elemente in Form von präzisen und fehlerrobusten Dehnmessstreifen winkelversetzt

10 zueinander anzuordnen. Alternativ oder ergänzend ist auch ein axiales Anordnen mehrerer lastsensitiver Elemente an der Innenwandung der Sensorhülse möglich.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Hülsenwandung so dünnwandig ausgebildet sein (zum Beispiel höchstens 2 mm, 15 insbesondere höchstens 1 mm, dick), dass die Hülsenwandung unter dem Einfluss einer mechanischen Belastung beim Bohrbetrieb unter Einwirkung auf das lastsensitive Element elastisch verformbar ist. Die Sensorhülse kann zum Beispiel ein Metall wie Edelstahl mit einer Dicke von zwischen 0,05 mm und 2 mm, insbesondere 0,1 mm bis 0,2 mm, 20 aufweisen. Somit kann die dünnwandige Sensorhülse selbst als sensorische Komponente mit dem oder den lastsensitiven Elementen zusammenwirken, da auch die Sensorhülse unter der Belastung beim Bohrbetrieb der Tunnelbohrmaschine elastisch verformt und in gewissem Umfang bewegt wird, was wiederum auf die lastsensitiven Elemente 25 übertragen wird. Die Sensorhülse ist dann somit nicht bloß Träger für die lastsensitiven Elemente, sondern selbst Sensorkomponente. Gerade daraus resultiert die besonders hohe Empfindlichkeit des erfindungsgemäßen Abbauwerkzeugs.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann zumindest eines des 30 mindestens einen lastsensitiven Elements an einem insbesondere ebenen Plättchen der Hülse angebracht sein, das in einem hohlzylindrischen

Abschnitt der Hülse angeordnet und an dem hohlzylindrischen Abschnitt angebracht ist. Gemäß dieser Ausgestaltung kann ein mit der Wandung der Sensorhülse einstückig ausgebildetes oder darin eingepresstes getrenntes Plättchen vorgesehen sein, das zur Aufnahme von einem oder

5 mehreren lastsensitiven Elementen dient. Zum Beispiel kann das Plättchen so an einer solchen Stelle einer hohlzylindrischen Wandung angeordnet sein, dass dieses mittig zwischen einander gegenüberliegenden axialen Enden der Sensorhülse angeordnet ist. Auf diesem Plättchen können die lastsensitiven Elemente montiert werden, so

10 dass diese zwar schützend im Inneren der Sensorhülse, aber dennoch hochempfindlich auf Belastungen beim Bohrbetrieb einer Tunnelbohrmaschine angebracht sind. Experimente haben gezeigt, dass eine derartige Anordnung lastsensitiver Elemente nicht nur zu einer geringen Hysterese und einer extrem hohen Empfindlichkeit führen,

15 sondern auch zu einer Langlebigkeit der mit lastsensitiven Elementen versehenen Sensorhülse-Plättchen-Anordnung. Das Plättchen kann umfänglich durchgehend direkt an die hohlzylindrische Wandung der Sensorhülse angeschlossen sein bzw. daran angrenzen, um eine ungehinderte Krafteinleitung hin zu einem oder mehreren lastsensitiven

20 Elementen an dem Plättchen zu ermöglichen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann eine Mehrzahl von lastsensitiven Elementen zueinander radial winkelversetzt an dem Plättchen angebracht sein. Zum Beispiel können vier lastsensitive Elemente im Abstand von jeweils 90° zueinander auf dem Plättchen montiert sein, so dass deren Fluchtlinien ein Kreuz bilden. Alternativ oder ergänzend können, zum Beispiel durch das Vorsehen mehrerer Plättchen im Inneren der Sensorhülse, auch an axial unterschiedlichen Positionen lastsensitive Elemente angebracht sein, um die Ortsauflösung der aufgenommenen Lastdaten weiter zu verfeinern.

30 Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann das Plättchen als Membran ausgebildet sein. Bei der Ausgestaltung des Plättchens als schwingfähige

oder bewegliche Membran, welche bei dem Bohrbetrieb den Schwingungen infolge der äußereren Lasteinprägung folgt, ist die Empfindlichkeit der Sensoranordnung besonders hoch.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel können zwei lastsensitive

- 5 Elemente zueinander radial winkelversetzt an einer Innenfläche einer Hülsewandung angebracht sein und zwei weitere lastsensitive Elemente von der Innenfläche getrennt vorgesehen sein. Bei einer solchen Konfiguration, die zum Beispiel in Figur 2 gezeigt ist, können die zwei an der Innenwandung angebrachten lastsensitiven Elemente in erster Linie
- 10 die Kraftmessung vornehmen, wohingegen die anderen beiden lastsensitiven Elemente (die zum Beispiel lose im Inneren der Hülse angebracht sein können) zur Temperaturkompensation im Wege einer Brückenschaltung vorgesehen werden können.

Gemäß einem anderen, besonders bevorzugten

- 15 Ausführungsbeispiel können vier lastsensitive Elemente an einem insbesondere ebenen Plättchen der Hülse um eine Hülse nachse radial verteilt angebracht sein, wobei das Plättchen in einem hohlzylindrischen Abschnitt der Hülse angeordnet und an dem hohlzylindrischen Abschnitt angebracht ist. Gemäß einer solchen Ausgestaltung, die zum Beispiel in
 - 20 Figur 3 gezeigt ist, sind alle vier lastsensitiven Elemente einer Vollbrückenschaltung an dem Plättchen (vorzugsweise an einer gemeinsamen Hauptfläche des Plättchens, weiter vorzugsweise in im Wesentlichen x- oder kreuzförmigem Muster) montiert, wobei zwei der lastsensitiven Elemente entlang einer ersten Richtung und die beiden
 - 25 anderen lastsensitiven Elemente entlang einer dazu vorzugsweise orthogonalen zweiten Richtung ausgerichtet sind. Eine solche Konfiguration zeigt besonders gute Eigenschaften hinsichtlich Nachweisgenauigkeit, Linearität, Hystereseverhalten und mechanischer Robustheit.
- 30 Gemäß einem Ausführungsbeispiel können vier lastsensitive Elemente zueinander radial winkelversetzt an einer Innenfläche einer

Hülsenwandung angebracht sein. Ein derartiges Ausführungsbeispiel ist in Figur 4 gezeigt und ermöglicht ebenfalls eine fehlerrobuste Messung wirkender Kräfte durch eine symmetrische Anbringung der lastsensitiven Elemente an der Innenwandung der Sensorhülse. Die resultierende

- 5 Abschirmung der lastsensitiven Elemente gegenüber der Umgebung ist unter den harschen und rauen Bedingungen des Bohrbetriebs besonders vorteilhaft.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann das Abbauwerkzeug zumindest eine weitere zumindest teilweise in der

- 10 Schneidrollenbefestigungseinrichtung und/oder an der Schneidrolle angebrachte weitere Hülse mit mindestens einem daran angebrachten lastsensitiven Element aufweisen, wobei die Hülse und die weitere Hülse an unterschiedlichen Positionen des Abbauwerkzeugs und zueinander winkelig, insbesondere orthogonal, angeordnet sein können. Vorteilhaft 15 ist es also möglich, mehrere Sensorhülsen an dem Abbauwerkzeug vorzusehen, die komplementäre bzw. sich ergänzende oder die Detektionsgenauigkeit erhöhende Informationen liefern können. Insbesondere das zueinander winkelige, vorzugsweise orthogonale Anbringen zweier Sensorhülsen zueinander (das heißt das Anordnen der 20 Hülsenachsen mit einem 90°-Winkel zueinander) liefert nicht nur komplementäre Informationen, sondern erlaubt auch die Erfassung unterschiedlicher Kraftkomponenten, wie zum Beispiel Rollkraft, Normalkraft und Achsenkraft der Schneidrollenanordnung.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Hülse in einem

- 25 Schneidrollenhalterungsblock der Schneidrollenbefestigungseinrichtung angeordnet sein. Ein solcher Schneidrollenhalterungsblock dient zur Lagerung der Schneidrolle in dem Abbauwerkzeug und kann wiederum selbst zum Montieren in dem Bohrkopf ausgebildet sein. Ein solcher Schneidrollenhalterungsblock bietet die Möglichkeit, ein oder mehrere 30 Hülsenaufnahmelöcher zum Aufnehmen von einer oder mehreren Sensorhülsen auszubilden. Außerdem kann ein

Schneidrollenhalterungsblock beim Auswechseln der schnell verschleißenden Schneidrolle durchgehend am Bohrkopf montiert bleiben, so dass keine aufwendige Demontage und Neumontage von Sensorkabeln beim bloßen Austauschen der Schneidrolle nötig ist.

- 5 Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Hülse an einer Schneidrollenlagerung, insbesondere einem C-Stück, der Schneidrollenbefestigungseinrichtung angeordnet sein. Das C-Stück der Schneidrollenhalterung ist ein Lagerstück, der im Querschnitt im Wesentlichen eine C-Form aufweist. Ein solches C-Stück ist besonders
 - 10 nahe der Schneidrolle selbst angeordnet und ist daher, wie Finite-Elemente-Simulationen gezeigt haben, besonders sensitiv auf einwirkende Lasten bzw. liefert besonders präzise Sensordaten zur hochempfindlichen Bestimmung der auf das Abbauwerkzeug einwirkenden Kräfte während des Bohrbetriebs.
 - 15 Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Hülse als Teil einer Schneidrollenachse angeordnet sein. Die hülsenartige Geometrie der Sensorhülse ist dazu prädestiniert, in eine Achsbohrung der Schneidrolle selbst eingesetzt zu werden, um an dieser Position höchstgenaue Kraftdaten erfassen zu können. Beim Auswechseln der Schneidrolle kann
 - 20 die Hülse einfach aus der Hülsenachse herausgenommen bzw. herausgeschoben werden und in eine neue Schneidrolle eingesetzt werden. Dadurch ist auch die Neumontage der Sensorhülse beim Austausch einer Schneidrolle (zum Beispiel infolge Verschleiß) mit einfachen Mitteln möglich.
 - 25 Es ist alternativ oder ergänzend auch möglich, die Sensorhülse an einer anderen Stelle der Schneidrolle zu implementieren, zum Beispiel in einem Bohrloch in einem massiven Abschnitt eines Schneidrings der Schneidrolle.
- Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann das Abbauwerkzeug
- 30 zumindest eine Sensorleitung zum Führen von Sensorsignalen aufweisen, wobei die mindestens eine Sensorleitung sich ausgehend von dem

mindestens einen lastsensitiven Element zumindest abschnittsweise durch ein Lumen der Hülse hindurch erstreckt. Die hülsenartige Ausgestaltung der Sensoranordnung mit einer Zugangsöffnung oder zwei Zugangsöffnungen ermöglicht es, mit geringem Aufwand Kabelzu- und -

5 ableitungen zu den lastsensitiven Elementen in der Sensorhülse zu führen und diese gleichzeitig mechanisch vor der Umgebung zu schützen. Dies stellt einen signifikanten Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung dar, da es unter den rauen Bedingungen, wie sie während des Betriebs einer Tunnelbohrmaschine herrschen, auch im Langzeitbetrieb eine

10 zuverlässige Bereitstellung elektrischer Signale von den lastsensitiven Elementen garantiert.

Alternativ zu einer kabelgebundenen Signal- und/oder Energiezuführung ist auch eine drahtlose Kommunikation des oder der lastsensitiven Elemente mit einer Auswerte- oder Steuereinrichtung

15 möglich, zum Beispiel mittels Einsetzens von Transpondern wie zum Beispiel RFID-Tags.

Unter einer Schneidrolle wird im Rahmen dieser Anmeldung insbesondere ein rotierbarer Körper verstanden, der zum schneidenden Entfernen von Gestein ausgebildet ist. Bevorzugt ist die Schneidrolle eine

20 Diske, die auch als Rollenmeißel bezeichnet werden kann. Der äußere Ring einer Diske kann als Schneidring bezeichnet werden. Eine Diske wird nicht aktiv angetrieben, sondern sie rollt an der Ortsbrust ab. Ein anderes exemplarisches Ausführungsbeispiel einer Schneidrolle ist eine Warzenmeißel, die ein rotierfähiger Körper mit warzenartigen

25 Überständen ist, und die zum Beispiel zum Abtragen von sehr hartem Gestein eingesetzt wird (zum Beispiel zum Platinabbau).

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann das mindestens eine lastsensitive Element als Dehnmessstreifen ausgebildet sein. Ein Dehnmessstreifen ist eine Messeinrichtung zur Erfassung von dehnenden

30 Verformungen, die schon bei geringen Verformungen ihren elektrischen Widerstand ändert und somit als Dehnungssensor eingesetzt werden

kann. Zum Beispiel kann ein Dehmessstreifen in die Hülse geklebt oder anderweitig daran fixiert werden, so dass er sich unter Belastung im Betrieb des Abbauwerkzeugs verformen kann. Diese Verformung oder Dehnung führt dann zur Veränderung des Widerstands des

- 5 Dehmessstreifens. Ein entsprechendes elektrisches Signal kann als Sensorsignal erfasst und ausgewertet werden. Ein Dehmessstreifen ist ein kostengünstiges lastsensitives Element, das für die Anforderungen in einem Bohrkopf besonders gut geeignet ist, da es mit den dort herrschenden rauen Bedingungen kompatibel ist. Eine Alternative zum
- 10 Implementieren von Dehmessstreifen als lastsensitive Elemente kann als lastsensitives Element auch ein Piezosensor eingesetzt werden.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann das Abbauwerkzeug als Wedge-Lock-Abbauwerkzeug oder als Steckachsen-Abbauwerkzeug ausgebildet sein. Dem Fachmann ist bekannt, dass diese beiden Arten

- 15 von Abbauwerkzeugen bei Tunnelbohrmaschinen häufig zum Einsatz kommen. Ein Beispiel für ein Steckachsen-Abbauwerkzeug wird auch „conical saddle system“ genannt. Steckachsen-Abbauwerkzeuge werden zum Beispiel von der Firma Aker Wirth eingesetzt. Wedge-Lock-Abbauwerkzeuge werden zum Beispiel von der Firma Herrenknecht oder
- 20 der Firma Robbins eingesetzt.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann zwischen der Hülse und dem mindestens einen daran angebrachten lastsensitiven Element im Hülseninneren ein Hohlraum verbleiben. Zum Beispiel kann das nach Implementieren des oder der lastsensitiven Elemente freibleibende

- 25 Hohlvolumen des Hohlraums mindestens 10%, insbesondere mindestens 30%, weiter insbesondere mindestens 50% des Gesamtvolumens des Sensorhülse (d.h. Hohlvolumen plus Festkörpervolumen) sein. Durch das Beibehalten eines Hohlraum im Hülseninneren nach Montage des mindestens einen lastsensitiven Elements an der Hülse ist vorteilhaft eine
- 30 gewisse Ausgleichsbewegung der Hülse und/oder des lastsensitiven Elements unter Einwirkung von in Bohrbetrieb wirkenden Kräften

möglich. Ferner erlaubt das Beibehalten eines Hohlvolumens ein bequemes Implementieren von Kabelverbindungen und ein loses Anbringen einzelner lastsensitiver Elemente (zum Beispiel zum Ausbilden einer temperaturinvarianten Vollbrücke) im Hülseninneren und erhöht

5 somit die Designfreiheit beim Konfigurieren der Sensoranordnung.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Hülse mit der Schneidrollenbefestigungseinrichtung und/oder der Schneidrolle einstückig, insbesondere einstoffig, ausgebildet sein. Zum Beispiel kann die Hülse in eine Bohrung in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung

10 bzw. der Schneidrolle eingeschweißt oder eingelötet werden oder die Hülse in anderer Weise untrennbar oder sogar integral mit der Schneidrollenbefestigungseinrichtung bzw. der Schneidrolle ausgebildet werden.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Sensoranordnung vier,

15 insbesondere genau vier, lastsensitive Elemente aufweisen, wobei die Auswerteeinheit eingerichtet sein kann, basierend auf Sensorsignalen der vier lastsensitiven Elemente eine Information zu ermitteln, die für eine Anpresskraft, eine Seitenkraft und eine Rollkraft indikativ ist, die auf die Schneidrolle einwirken. Eine solche Ausgestaltung hat den Vorteil, dass

20 die vier lastsensitiven Elemente teilweise redundante Sensorinformationen erfassen, die für die drei Messgrößen Anpresskraft, Seitenkraft und Rollkraft nicht nur indikativ ist, sondern deren Ermittlung sogar überbestimmt ermöglicht. Dadurch kann, was unter den rauen Bedingungen einer Tunnelbohrmaschine von besonderem Vorteil ist, eine

25 hohe Präzision der Messdaten erreicht werden.

Im Folgenden werden exemplarische Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung mit Verweis auf die folgenden Abbildungen detailliert beschrieben.

Figur 1 zeigt eine Tunnelbohrmaschine mit einem Bohrkopf, der mit einer Mehrzahl von Abbauwerkzeugen gemäß exemplarischen Ausführungsbeispielen der Erfindung bestückt ist.

- Figur 2 bis Figur 4 zeigen jeweils eine räumliche Ansicht einer
- 5 Sensorhülse, eine entsprechende Brückenschaltung als elektrisches Ersatzschaltbild und eine Draufsicht der Sensorhülse bzw. eines Sensorplättchens an der Sensorhülse von Sensoranordnungen von Abbauwerkzeugen gemäß exemplarischen Ausführungsbeispielen der Erfindung.
- 10 Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch ein Abbauwerkzeug gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung und zeigt insbesondere eine geeignete Position einer erfindungsgemäßen Sensorhülse in Kombination mit Befestigungselementen zum Befestigen einer Schneidrolle an einer Schneidrollenbefestigungseinrichtung eines
- 15 Abbauwerkzeugs gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Figur 6 zeigt das Ergebnis einer Finite-Elemente-Analyse hinsichtlich der Sensitivität einer Sensorhülse an unterschiedlicher Positionen an einem Abbauwerkzeug gemäß einem exemplarischen
- 20 Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Figur 7 zeigt eine räumliche Ansicht eines Abbauwerkzeugs gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei zwei Sensorhülsen zueinander orthogonal angeordnet und in einem C-Stück einer Schneidrollenbefestigungseinrichtung angeordnet sind.
- 25 Figur 8 zeigt eine Explosionsdarstellung eines Abbauwerkzeugs gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung und veranschaulicht insbesondere Montagepositionen und Montagerichtungen von zwei Sensorhülsen.
- Figur 9 zeigt ein Diagramm, das für die in Figur 2 bis Figur 4
- 30 gezeigten Ausführungsbeispiele von Sensorhülsen gemäß exemplarischen

Ausführungsbeispielen der Erfindung eine Analyse der Linearität des Verhaltens sowie des Hystereseverhaltens und der Empfindlichkeit zeigt.

Figur 10 ist ein Diagramm, das die signifikant verbesserte Nachweisempfindlichkeit erfindungsgemäßer Sensorhülsen gegenüber 5 einer in einem Befestigungselement integrierten Sensoranordnung zeigt.

Figur 11 zeigt eine Schneidrolle eines Abbauwerkzeugs gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung mit an der Schneidrollenachse montierter Sensorhülse gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

10 Figur 12 zeigt eine schematische Ansicht einer in einer Schneidrollenbefestigungseinrichtung montierten Schneidrolle und drei auf diese während des Bohrbetriebs einwirkende Kraftkomponenten.

Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen 15 Abbildungen sind mit gleichen Bezugsziffern versehen.

Figur 1 zeigt eine Tunnelbohrmaschine 180 zum Abbauen eines Gebirges 102, in das bereits ein Bohrloch 182 eingebracht worden ist. Das Bohren erfolgt derart, dass das Bohrloch 182 gemäß Figur 1 nach rechts hin sukzessive erweitert wird. Dem Fachmann ist bekannt, dass 20 eine Tunnelbohrmaschine 180 eine Vielzahl von Komponenten aufweist. Aus Gründen der Anschaulichkeit ist in Figur 1 aber lediglich ein Bohrkopf 150 mit einer Vielzahl von (zum Beispiel 50 bis 100) Abbauwerkzeugen 100 gezeigt. Genauer ausgedrückt, weist der Bohrkopf 150 einen mittels einer Antriebseinrichtung 184 rotatorisch und translatorisch gegenüber 25 dem Gebirge 102 bewegbaren Bohrkörper 152 auf, an dessen vorderseitiger oder gebirgeseitiger Stirnseite eine Vielzahl von Abbauwerkzeughalterungen oder -aufnahmen 154 angebracht sind. Diese sind über die kreisförmige Stirnfläche des Bohrkörpers 152 hinweg verteilt, was in der Querschnittsansicht von Figur 1 nur teilweise zu 30 erkennen ist. Jede der Abbauwerkzeughalterungen 154 ist zum Haltern eines jeweiligen Abbauwerkzeugs 100 eingerichtet. Anders ausgedrückt

kann ein Abbauwerkzeug 100 in jeder der Abbauwerkzeughalterungen 154 montiert werden.

- Jedes der Abbauwerkzeuge 100 weist eine an dem Bohrkopf 150 montierbare Diskenbefestigungseinrichtung 104 mit einem
- 5 Aufnahmelager zum Aufnehmen und Lagern einer rotierfähigen Diske 106 auf, die ebenfalls Teil des Abbauwerkzeugs 100 ist.

Jede Diskenbefestigungseinrichtung 104 hat eine Diskenaufnahme 194, die als eine Art Topf ausgestaltet sein kann, der speziell dafür konfiguriert ist, eine Diske 106 als auswechselbares Modul aufzunehmen.

- 10 Befestigungsschrauben 110 bilden eine weitere Komponenten der Diskenbefestigungseinrichtung 104. Jedes der Abbauwerkzeuge 100 weist demzufolge mehrere der Befestigungsschrauben 110 auf, mit denen die Diske 106 samt Lager 126 und die Diskenaufnahme 194 an den Bohrkopf 150 befestigt sind. Die Diske 106 hat eine Achse 120, einen Diskenkörper 15
- 15 122, einen Schneidring 124 mit einer umfänglichen Schneidkante und ein Lager 126.

Wenn eine Diske 106 an einer jeweiligen Diskenbefestigungseinrichtung 104 montiert ist, kann eine umfängliche Schneidkante 124 der jeweiligen Diske 106 im rotierendem Zustand zum

- 20 Abbauen des Gebirges 102 an Letzteres angreifen. Die Diske 106 ist in dem Aufnahmelager der Diskenbefestigungseinrichtung 104, bzw. genauer gesagt in der Diskenaufnahme 194, auswechselbar aufgenommen.

- Jedes Abbauwerkzeug 100 enthält eine Sensoranordnung 112 zum
- 25 Detektieren einer mechanischen Belastung des zugehörigen Abbauwerkzeugs 100, präziser ausgedrückt der Diske 106. Dieser mechanischen Belastung ist die Diske 106 während des Abbauens des Gebirges 102 durch die Diske 106 ausgesetzt. Gemäß dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Sensoranordnung 112 als in der
- 30 Diskenbefestigungseinrichtung 104 (und in einem alternativen Ausführungsbeispiel alternativ oder ergänzend an der Diske 106)

angebrachte Hülse 177 mit einem daran angebrachten lastsensitiven Element 108 in Form eines Dehnmessstreifens ausgebildet ist. In der Hülse 177 ist also ein Dehnmessstreifen als lastsensitives Element 108 integriert. Mittels eines Verbindungskabels bzw. einer Sensorleitung 171

5 kann ein elektrisches Sensorsignal von dem lastsensitiven Element 108 an eine Auswerteeinheit 128 übermittelt werden. Exemplare Ausgestaltungen der Sensoranordnung 112 gemäß Figur 1 sind in Figur 2 bis Figur 4 gezeigt.

Die Auswerteeinheit 128, die Teil eines Prozessors oder einer

10 Steuerung der Tunnelbohrmaschine 180 sein kann, nimmt die Sensordaten auf, die das lastsensitive Element 108 misst und ermittelt daraus die mechanische Belastung, welche auf die zugehörige Diske 106 einwirkt.

Figur 2 zeigt eine auch als Sensorhülse bezeichnete Hülse 177 für

15 ein Abbauwerkzeug 100 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Gemäß Figur 2 ist die Hülse 177 als hohlkreiszylindrischer Körper mit einem durchgehenden axialen Durchgangsloch ausgebildet, wobei an einer Innenwandung 175 der Hülse 177 radial um 90° zueinander

20 versetzt zwei Dehnmessstreifen als lastsensitive Elemente 108 angeklebt sind. Diese beiden lastsensitiven Elemente 108 dienen zur Aufnahme von Lastsignalen während des Betriebs der Tunnelbohrmaschine 180, wenn das zugehörige Abbauwerkzeug 100 an dem Bohrkopf 150 montiert ist. Beim Betrieb einer Tunnelbohrmaschine kommt 180 es zu einer starken

25 Erwärmung der Abbauwerkzeuge 100, insbesondere im Bereich der Disken 106. Um die Sensoranordnung 112 von derartigen Temperatureinflüssen unabhängig zu machen, sind die beiden an der Innenwandung 175 der Hülse 177 angebrachten (zum Beispiel angeklebten) lastsensitiven Elemente 108, die in Figur 2 mit „1“ und „3“

30 bezeichnet sind, mit zwei weiteren gleichartigen lastsensitiven Elementen 108 (in der räumlichen Darstellung von Figur 2 nicht gezeigt, aber in dem

Ersatzschaltbild mit „R2“ und „R4“ bezeichnet und in der Draufsicht rechts von der Innenwandung 175 getrennt gezeichnet) zu einer Brückenschaltung verschaltet. Diese anderen beiden lastsensitiven Elemente 108 dienen dabei der Aufnahme von Referenzdaten, die kraft- 5 bzw. belastungsunabhängig eine Temperaturkompensation ermöglichen sollen.

Figur 3 zeigt eine Hülse 177 einer Sensoranordnung 112 gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gemäß dieser Ausgestaltung ist im Inneren der hohlkreiszylindrischen 10 Innenwandung 175 ein membranartiges und elastisches ebenes Plättchen 173 vorgesehen (zum Beispiel eingepresst oder gemeinsam mit dem Hohlzylinder aus einem gemeinsamen Rohling herausgearbeitet), an dem in radialer Richtung um jeweils 90° zueinander versetzt vier lastsensitive Elemente 108 annähernd X- oder kreuzförmig montiert sind. Diese 15 können wiederum als Dehnmessstreifen ausgeführt sein. Das Plättchen 173 kann insbesondere einstückig und einstoffig mit dem der Innenwandung 175 zugeordneten hohlkreiszylindrischen Körper der Hülse 177 ausgebildet sein, zum Beispiel indem in einem vollzylindrischen Körper (zum Beispiel aus Edelstahl) beidseitig Sacklöcher gebildet 20 werden, die voneinander in axialer Richtung durch das Plättchen 173 getrennt sind. Gemäß einer anderen Ausgestaltung kann das Plättchen 173 als separate Komponente in das Innere einer hohlkreiszylindrischen Hülse 175 eingepresst werden. Auch gemäß Figur 3 können die vier 25 lastsensitiven Elemente 108 zwecks Temperaturkompensation zu einer Vollbrückenschaltung verschaltet werden. Bei der Konfiguration gemäß Figur 3 sind die lastsensitiven Elemente 108 an sensorisch empfindlicher und mechanisch stabiler Position im Inneren der Hülse 177 angeordnet und somit bei hoher Nachweisgenauigkeit sicher vor Zerstörung bei der Montage oder während dem Betrieb der Tunnelbohrmaschine 180 30 geschützt.

Gemäß **Figur 4** ist eine Hülse 177 gezeigt, bei der vier lastsensitive Elemente 108 allesamt an der Innenwandung 175 der hohlkreiszylindrischen Hülse 177 angebracht sind. Auch hier sind die vier lastsensitiven Elemente 108 zu einer Brückenschaltung kombiniert.

- 5 Wiederum dienen zwei der vier lastsensitiven Elemente 108 zur eigentlichen Aufnahme von Messsignalen, wohingegen die anderen beiden lastsensitiven Elemente 108 zur Temperaturkompensation mittels Vollbrückenverschaltung ausgebildet sind.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt eines Abbauwerkzeugs 110 für 10 einen Bohrkopf 150 einer Tunnelbohrmaschine 180 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Insbesondere ist in Figur 5 gezeigt, dass die Diskenbefestigungseinrichtung 104 hier aus einem Diskenbefestigungsblock 504 zum Bohrkopfmontage und einem C-Stück 500 zum Aufnehmen und Montieren einer Diskenachse 502 einer 15 Diske 106 gebildet ist. Figur 5 zeigt zudem eine Befestigungsschraube 110, die der Montage der Komponenten aneinander dienen. In etwa parallel zu der Befestigungsschraube 506 und in etwa senkrecht zu der Diskenachse 502 erstreckt sich eine Hülse 177 einer Sensoranordnung 112 des Abbauwerkzeugs 100, wobei die Hülse 177 in ein 20 Hülsenaufnahmeloch eingepresst oder eingedreht oder eingeschlagen ist, das in der Diskenbefestigungseinrichtung 104 gebildet ist. Figur 5 zeigt, dass aufgrund der massiven Ausbildung der Diskenbefestigungseinrichtung 104 ein hohes Maß an Wahlfreiheit für 25 einen Abbauwerkzeugdesigner besteht, die Position und Orientierung der Hülse 177 vorzugeben. Insbesondere die Unabhängigkeit der Hülse 177 von der Befestigungsschraube 110 erhöht diese Designfreiheit. Ferner ist durch das Vorsehen der Hülse 177 als dünnwandiges elastisches Element eine Mitwirkung der Hülse 177 selbst bei dem Detektieren der Lastdaten möglich, so dass die Hülse 177 selbst Teil des lastsensitiven Systems ist 30 und somit synergistisch mit den lastsensitiven Elementen 108 (nicht gezeigt in Figur 5) zusammenwirkt.

Figur 6 zeigt das Ergebnis einer Finite-Elemente-Analyse, die an einer Diskenbefestigungseinrichtung 104 eines Abbauwerkzeugs 100 durchgeführt worden ist. Anhand Figur 6 ist erkennbar, dass in bestimmten Bereichen der Diskenbefestigungseinrichtung 104 eine 5 besonders hohe Empfindlichkeit bzw. Kraftspitzen festzustellen sind, welche die Messgenauigkeit erhöhen, wenn an diesen Stellen eine Sensoranordnung 112 implementiert wird. Da erfindungsgemäß eine Sensoranordnung 112 unabhängig von einem (an vorgegebenen Positionen anzubringenden) Befestigungselement 110 vorgesehen und 10 positioniert werden kann, ist dadurch eine besonders hohe Genauigkeit einer erfassten Last erreichbar.

Figur 7 zeigt eine räumliche Ansicht eines Abbauwerkzeugs 100 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 sind zwei zueinander im 15 Wesentlichen orthogonal orientierte Hülsen 177 einer Sensoranordnung 112 ins Innere des C-Stücks 500 der Diskenbefestigungseinrichtung 104 eingeführt. Die Achsen der Hülsen 177 erstrecken sich dabei jeweils orthogonal zu einer Diskenrotationsachse. Es hat sich gezeigt, dass mit dieser Konfiguration besonders empfindliche Sensordaten aufgenommen 20 werden können. Auch die Position der Befestigungsschrauben 110 ist in Figur 7 gezeigt.

Figur 8 zeigt nochmals eine Explosionsdarstellung der in Figur 7 gezeigten Anordnung und zeigt insbesondere, wie die Hülsen 177 in jeweils gebohrte Hülsenaufnahmelöcher 800 eingeführt werden können. 25 Das hohle Lumen der Hülsen 177 erlaubt nicht nur ein Durchführen von elektrischen Kabeln zum elektrischen Versorgen der lastsensitiven Elemente 108 mit Energie und/oder Signalen bzw. zum Signalabnehmen von den lastsensitiven Elementen 108, sondern trägt auch zur Elastizität der Hülse 177 selbst bei, was für die Genauigkeit der sensorischen 30 Messung vorteilhaft ist. Ferner kann das beidseitig offene hohle Lumen

der Hülse 177 zum Eingreifen eines Werkzeugs verwendet werden, wenn die Hülse 177 (zum Beispiel mittels Verschleiß) ausgetauscht werden soll.

- Figur 9** zeigt ein Diagramm 900, dem die Empfindlichkeit der in Figur 2 bis Figur 4 gezeigten Sensoranordnungen 112 entnommen werden können. Das Diagramm 900 weist eine Abszisse 902 auf, entlang der ein aufgenommenes Messsignal aufgetragen ist. Entlang einer Ordinate 904 ist eine auf das jeweilige lastsensitive Element 108 einwirkende Kraft F aufgetragen. Eine Kurve 906 korrespondiert zu der Sensoranordnung 112 gemäß Figur 2, eine Kurve 908 korrespondiert zu der Sensoranordnung 112 gemäß Figur 3 und eine Kurve 910 korrespondiert zu der Sensoranordnung 112 gemäß Figur 4. Zunächst ist zu erkennen, dass bei allen Ausführungsformen die Hysterese, das heißt die von den jeweiligen Kurvenkomponenten eingeschlossene Fläche besonders klein ist. Am besten ist das Hystereseverhalten mit der Konfiguration gemäß Figur 3. Ferner ist eine gute Linearität eines in Reaktion auf eine angelegte Kraft erhaltenen Messsignals zu erkennen, die insbesondere bei den Sensoranordnungen gemäß Figur 2 und Figur 3 hervorragend ist. Schließlich ist die Empfindlichkeit der Messung sehr hoch, insbesondere bei den Sensoranordnungen gemäß Figur 2 und Figur 3. Figur 9 zeigt, dass insbesondere die Sensoranordnung 112 gemäß Figur 3 höchste Empfindlichkeit bei geringem Hystereseverhalten und hoher Linearität ermöglicht.

- Figur 10** zeigt ein Diagramm 1000, das wiederum die Abszissen 902 und die Ordinate 904 hat. Gegenübergestellt ist eine erste Kurvenschar, die erfindungsgemäß Sensoranordnungen 112 mit an einer Hülse 177 angebrachten lastsensitiven Elementen 108 zeigt (Kurve 1002 bezieht sich auf ein Design entsprechend Figur 3, wohingegen sich Kurve 1004 auf ein Design entsprechend Figur 4 bezieht). Vergleichsweise sind Messdaten für drei herkömmliche Sensoranordnungen gezeigt, in der 30 lastsensitive Elemente in ein Befestigungselement integriert worden sind (Kurvenschar 1006). Figur 10 zeigt eindrucksvoll, dass mit den

erfindungsgemäßen Sensoranordnungen 112 (Kurven 1002, 1004) erheblich höhere Empfindlichkeiten erreicht werden können als mit einer Integration der lastsensitiven Elemente in ein Befestigungselement, zum Beispiel eine Befestigungsschraube oder einen Befestigungsbolzen

5 (Kurvenschar 1006).

Figur 11 zeigt eine Draufsicht einer Diske 106 eines Abbauwerkzeugs 100 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gemäß dem in Figur 11 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Hülse 177 durch die Diskenachse hindurchgeführt (zum Beispiel 10 eingepresst) und nimmt daher an hochsensibler Position Sensordaten auf. Gemäß der gezeigten Ausführungsform sind zwei lastsensitive Elemente 108 entlang eines Umfangs der Diskenachse 502 angeordnet.

Figur 12 zeigt schematisch eine Diske 106, die an einer Diskenbefestigungseinrichtung 104 aufgenommen ist. Beim Bohrbetrieb 15 wirkt die Normalkraft F_N auf die Diske 106 ein, die darüber hinaus einer Rollkraft F_R ausgesetzt ist, mit welcher die Diske 106 um die Achse 120 abrollt, während sie Gestein abträgt. Auch eine Seitenkraft F_s wirkt auf die Diske 106 ein. Mit einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung 112 ist 20 das Erfassen jeder einzelnen der Kraftkomponenten F_N , F_R und F_s möglich, und dies mit höchster Präzision.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass „aufweisend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele 25 beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Abbauwerkzeug (100) für einen Bohrkopf (150) einer Tunnelbohrmaschine (180) zum Abbauen von Gebirge (102), wobei das
5 Abbauwerkzeug (100) aufweist:
 1. eine an dem Bohrkopf (150) montierbare Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) zum Aufnehmen und Lagern einer rotierfähigen Schneidrolle (106);
 1. die Schneidrolle (106), die zum Abbauen von Gebirge (102)
 - 10 rotierfähig in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104), insbesondere auswechselbar, aufnehmbar oder aufgenommen ist;
 1. eine Sensoranordnung (112) zum Detektieren einer mechanischen Belastung des Abbauwerkzeugs (100), insbesondere der Schneidrolle (106), wobei die Sensoranordnung (112) als zumindest teilweise in der
 - 15 Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) und/oder an der Schneidrolle (106) angebrachte Hülse (177) mit mindestens einem daran angebrachten lastsensitiven Element (108) ausgebildet ist.
2. Abbauwerkzeug (100) gemäß Anspruch 1, wobei die
20 Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) eine Schneidrollenaufnahme (194) und mindestens ein Befestigungselement (110) zum Befestigen der Schneidrolle (106) an der Schneidrollenaufnahme (194) und/oder zum Befestigen der Schneidrollenaufnahme (194) an dem Bohrkopf (150) aufweist, wobei das mindestens eine lastsensitive Element (108) der
25 Sensoranordnung (112) getrennt von dem mindestens einen Befestigungselement (110) vorgesehen ist.
3. Abbauwerkzeug (100) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei zumindest ein Teil der Hülse (177) als Hohlzylinder, insbesondere als hohler
30 Kreiszylinder, ausgebildet ist.

4. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zumindest eines des mindestens einen lastsensitiven Elements (108) an einer Innenfläche einer Hülsenwandung (175) angebracht ist, insbesondere mehrere lastsensitive Elemente (108) getrennt voneinander
5 an einer Innenfläche einer Hülsenwandung (175) angebracht sind.
5. Abbauwerkzeug (100) gemäß Anspruch 4, wobei eine Mehrzahl von lastsensitiven Elementen (108) zueinander radial winkelversetzt an der Innenfläche der Hülsenwandung (175) angebracht ist.
- 10 6. Abbauwerkzeug (100) gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei die Hülsenwandung (175) so dünnwandig ausgebildet ist, dass die Hülsenwandung (175) unter dem Einfluss einer mechanischen Belastung beim Bohrbetrieb unter Einwirkung auf das lastsensitive Element (108)
15 elastisch verformbar ist.
- 20 7. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zumindest eines des mindestens einen lastsensitiven Elements (108) an einem insbesondere ebenen Plättchen (173) der Hülse (177) angebracht ist, das in einem hohlzylindrischen Abschnitt der Hülse (177) angeordnet und an dem hohlzylindrischen Abschnitt angebracht ist.
- 25 8. Abbauwerkzeug (100) gemäß Anspruch 7, wobei eine Mehrzahl von lastsensitiven Elementen (108) zueinander radial winkelversetzt an dem Plättchen (173) angebracht ist.
9. Abbauwerkzeug (100) gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei das Plättchen (173) als Membran ausgebildet ist.
- 30 10. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zwei lastsensitive Elemente (108) zueinander radial winkelversetzt an

einer Innenfläche einer Hülsenwandung (175) angebracht sind und zwei weitere lastsensitive Elemente (108) von der Innenfläche getrennt vorgesehen sind.

- 5 11. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei vier lastsensitive Elemente (108) an einem insbesondere ebenen Plättchen (173) der Hülse (177) um eine Hülsenachse radial verteilt angebracht sind, wobei das Plättchen (173) in einem hohlzylindrischen Abschnitt der Hülse (177) angeordnet und an dem hohlzylindrischen 10 Abschnitt angebracht ist.
12. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei vier lastsensitive Elemente (108) zueinander radial winkelversetzt an einer Innenfläche einer Hülsenwandung (175) angebracht sind.
- 15 13. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, aufweisend zumindest eine weitere zumindest teilweise in der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) und/oder an der Schneidrolle (106) angebrachte weitere Hülse (177) mit mindestens einem daran 20 angebrachten lastsensitiven Element (108), wobei die Hülse (177) und die weitere Hülse (177) zueinander winkelig, insbesondere orthogonal, angeordnet sind.
- 25 14. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Hülse (177) in einem Schneidrollenhalterungsblock der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) angeordnet ist.
- 30 15. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Hülse (177) an einer Schneidrollenlagerung (500), insbesondere einem C-Stück, der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) angeordnet ist.

16. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Hülse (177) als Teil einer Schneidrollenachse (502) angeordnet ist.
- 5 17. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, aufweisend zumindest eine Sensorleitung (171) zum Führen von Sensorsignalen, wobei die mindestens eine Sensorleitung (171) sich ausgehend von dem mindestens einen lastsensitiven Element (108) zumindest abschnittsweise durch ein Lumen der Hülse (177) hindurch erstreckt.
- 10
18. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei das mindestens eine lastsensitive Element (108) als Dehnmessstreifen oder Piezoelement, insbesondere in Vollbrücken-Konfiguration, ausgebildet ist.
- 15
19. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Schneidrolle (106) eine Achse (120), einen Schneidring (124) mit einer umfänglichen Schneidkante und ein Lager (126) aufweist.
- 20
20. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, ausgebildet als Wedge-Lock-Abbauwerkzeug (2600) oder als Steckachsen-Abbauwerkzeug (200).
- 25 21. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20, wobei die Schneidrolle als Diske (106) oder als Warzenmeißel ausgebildet ist.
- 30
22. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei zwischen der Hülse (177) und dem mindestens einen daran angebrachten lastsensitiven Element (108) im Hülseninneren ein Hohlraum verbleibt.

23. Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, wobei die Hülse (177) mit der Schneidrollenbefestigungseinrichtung (104) und/oder der Schneidrolle (106) einstückig, insbesondere einstoffig, ausgebildet ist.

5

24. System zum Ermitteln einer mechanischen Belastung eines Abbauwerkzeugs (100), insbesondere einer Schneidrolle (106) eines Abbauwerkzeugs (100), eines Bohrkopfs (150) einer Tunnelbohrmaschine (180) zum Abbauen von Gebirge (102), wobei das System aufweist:

10 das Abbauwerkzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23; eine Auswerteeinheit (128), die eingerichtet ist, basierend auf Sensorsignalen des mindestens einen lastsensitiven Elements (108) eine Information zu ermitteln, die für die mechanische Belastung indikativ ist, die auf das Abbauwerkzeug (100), insbesondere auf die Schneidrolle
15 (106) des Abbauwerkzeugs (100), einwirkt.

25. System gemäß Anspruch 24,

 wobei die Sensoranordnung (112) vier, insbesondere genau vier, lastsensitive Elemente (108) aufweist;

20 wobei die Auswerteeinheit (128) eingerichtet ist, basierend auf Sensorsignalen der vier lastsensitiven Elemente (108) eine Information zu ermitteln, die für eine Anpresskraft (F_N), eine Seitenkraft (F_S) und/oder eine Rollkraft (F_R) indikativ ist, die auf die Schneidrolle (106) einwirkt oder einwirken.

25

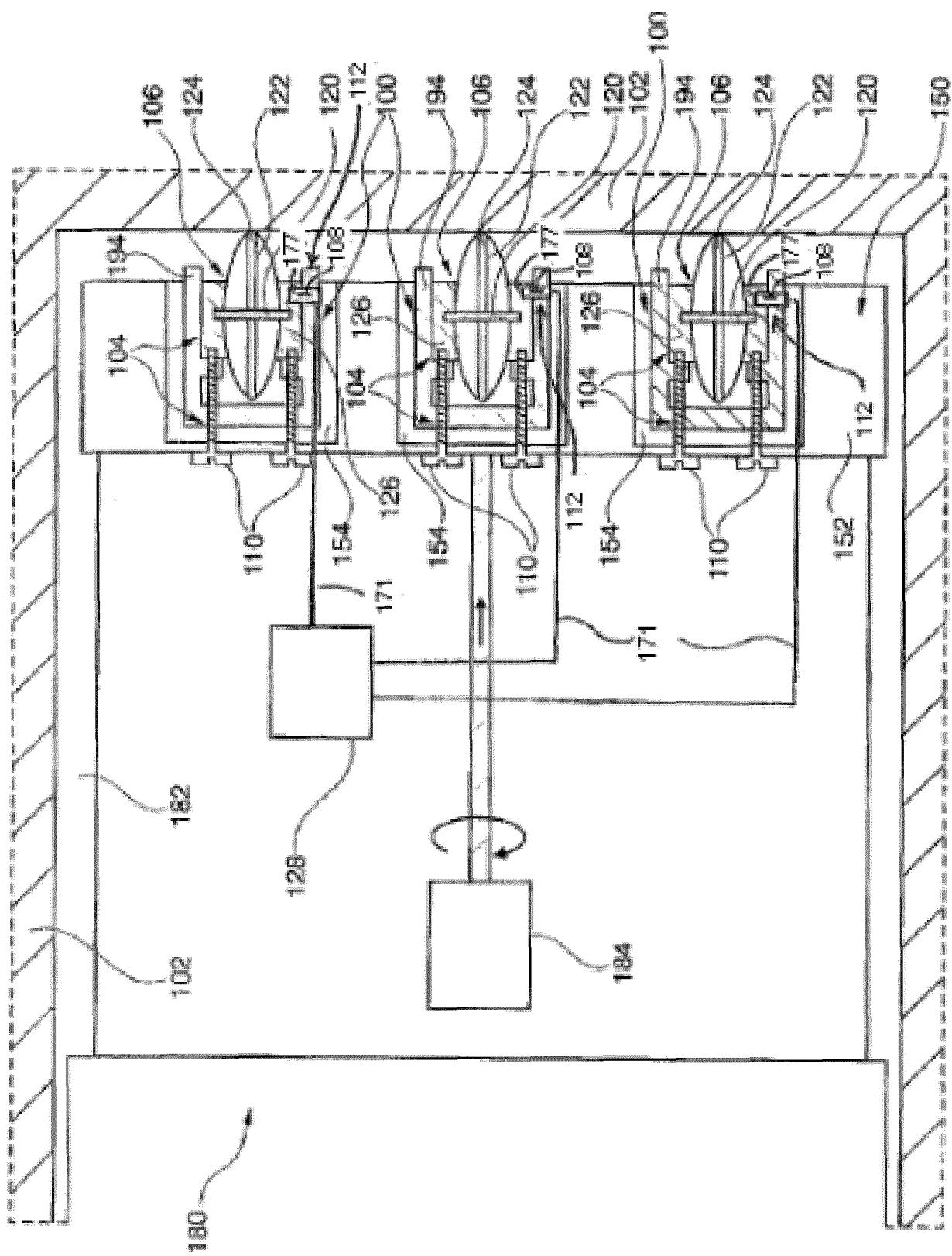
26. Bohrkopf (150) für eine Tunnelbohrmaschine (180) zum Abbauen von Gebirge (102), wobei der Bohrkopf (150) aufweist:

 einen rotatorisch und translatorisch gegenüber einem Gebirge (102) bewegbaren Bohrkörper (152) mit einer Mehrzahl von

30 Abbauwerkzeughalterungen (154) zum Haltern von Abbauwerkzeugen (100);

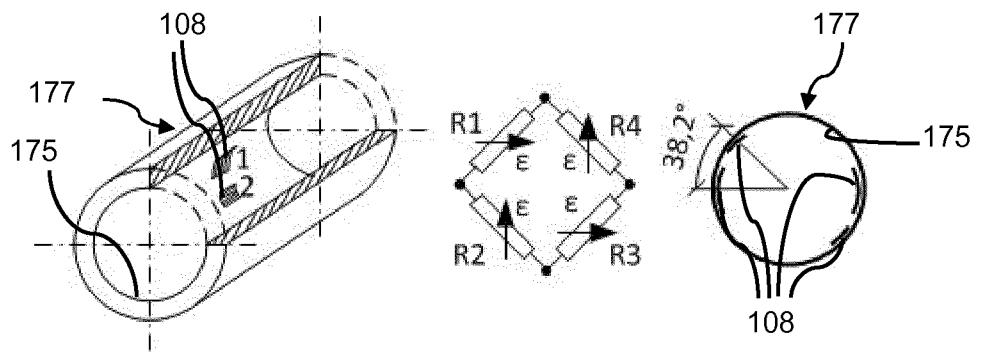
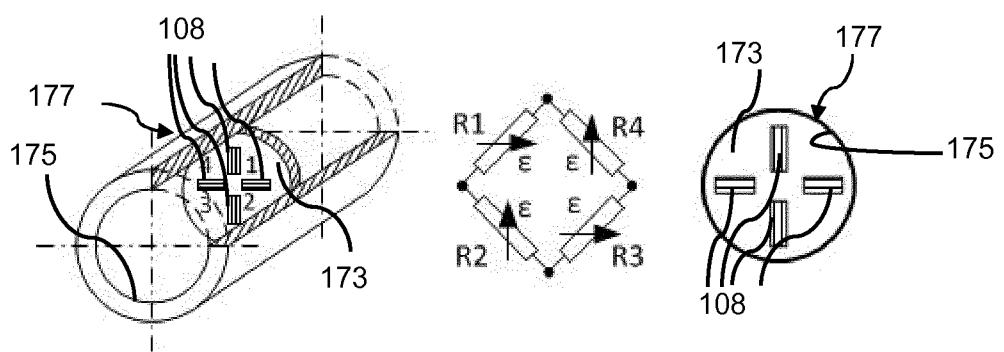
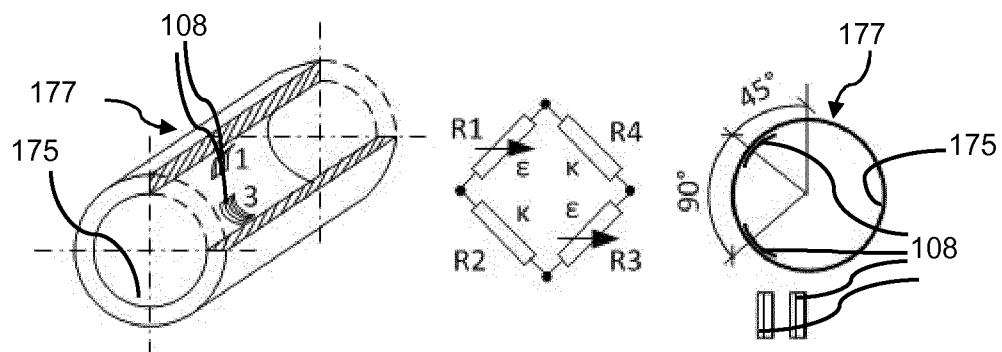
eine Mehrzahl von Abbauwerkzeugen (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23, die in der Mehrzahl von Abbauwerkzeughalterungen (154), insbesondere auswechselbar, halterbar oder gehaltert sind.

- 5 27. Tunnelbohrmaschine (180) zum Abbauen von Gebirge (102), aufweisend einen Bohrkopf (150) gemäß Anspruch 26.



10

2/6



3/6

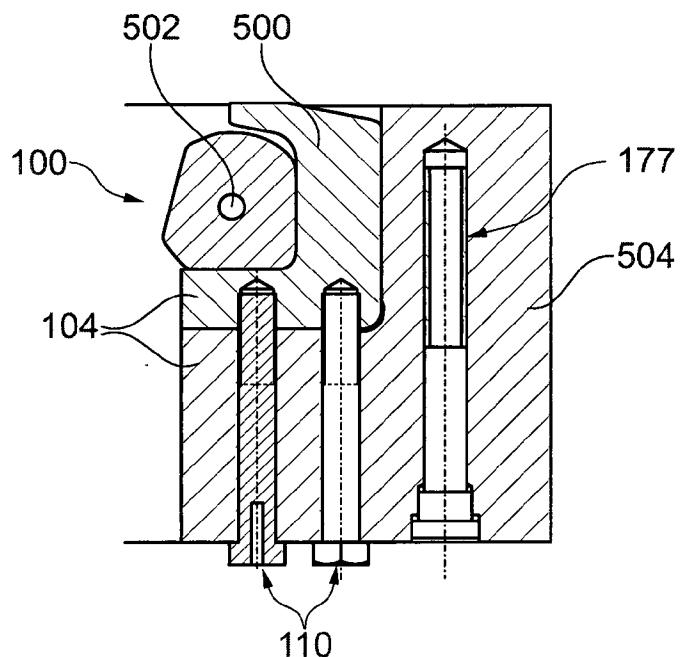


Fig. 5

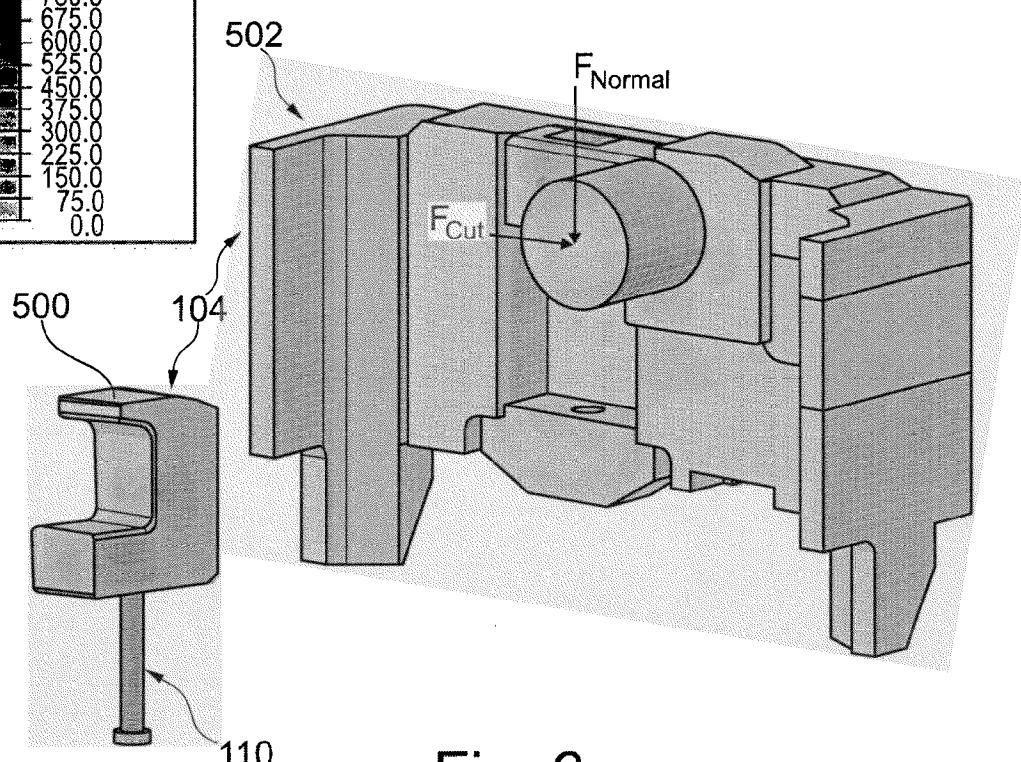
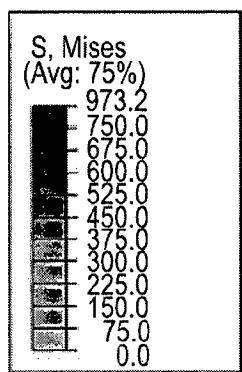


Fig. 6

4/6

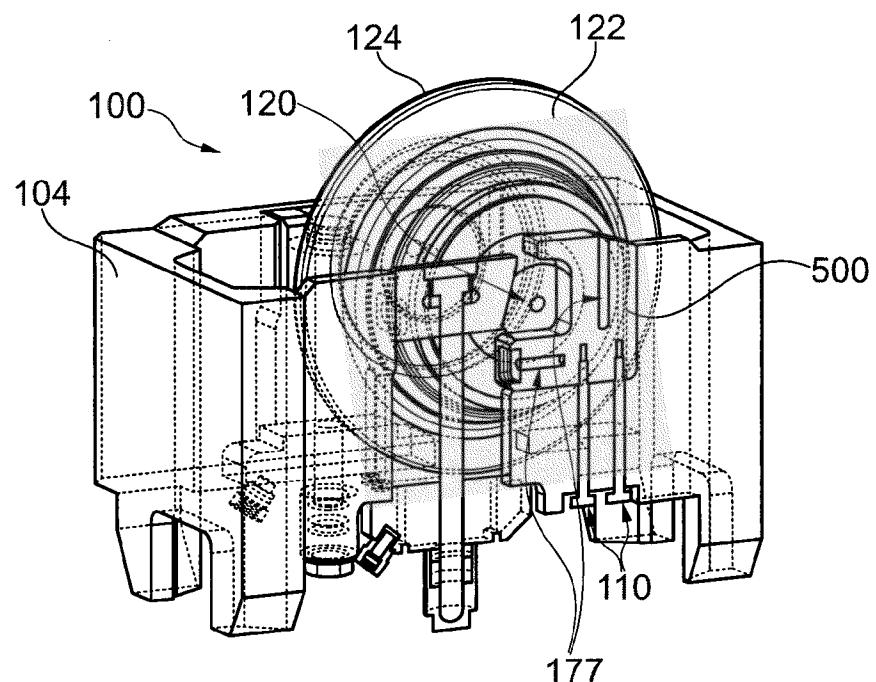


Fig. 7

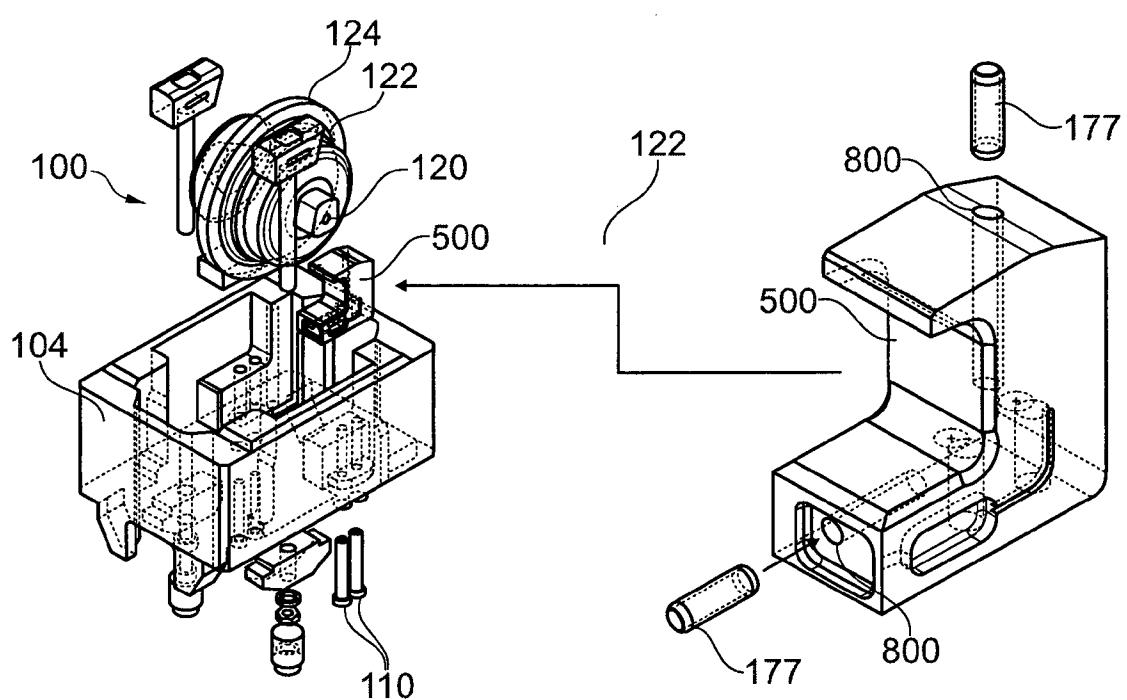


Fig. 8

5/6

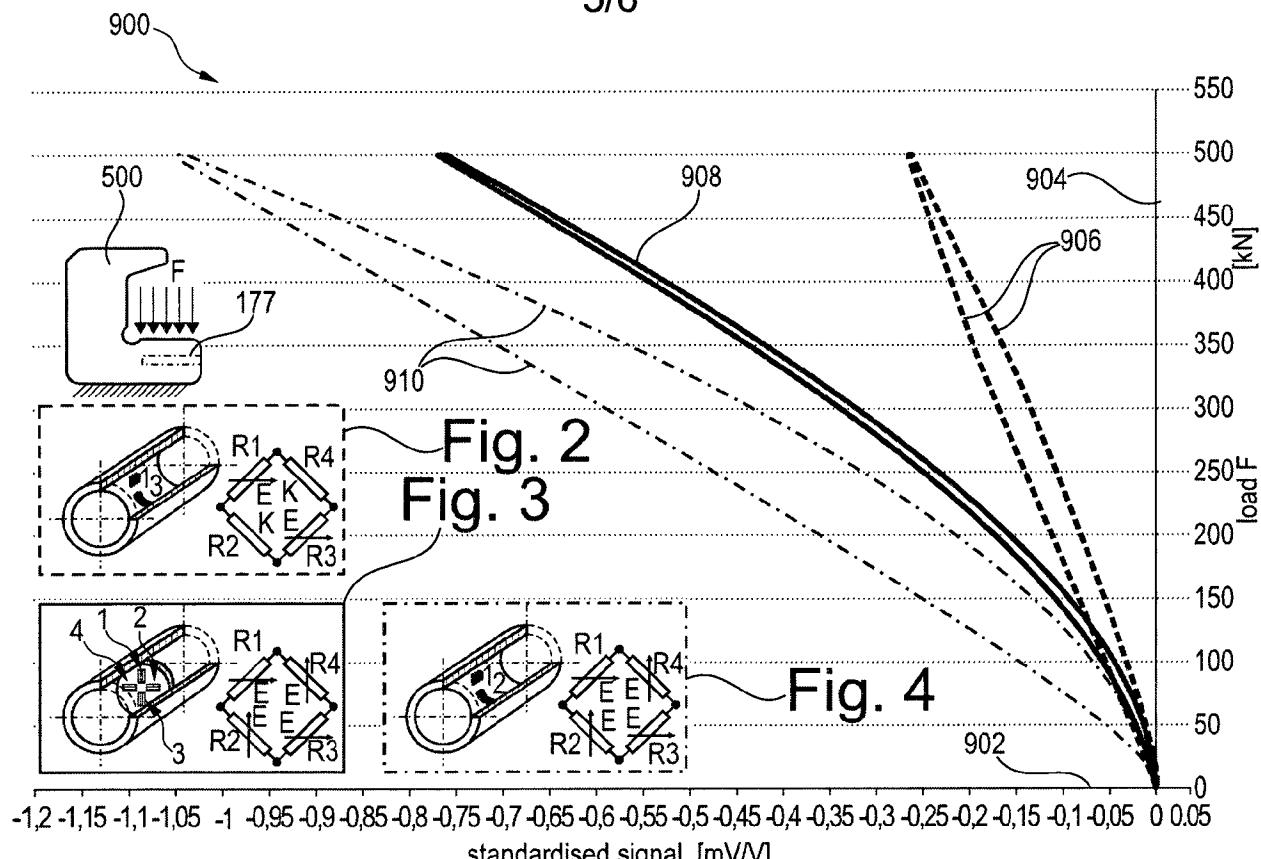
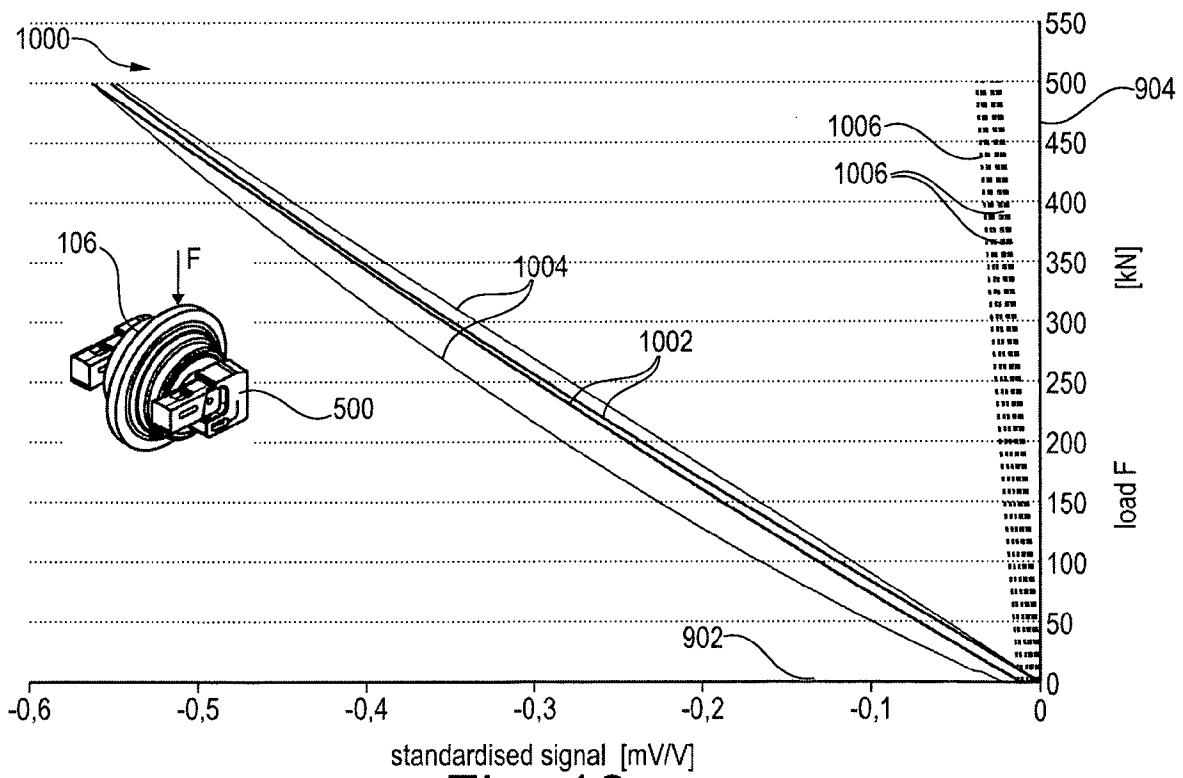


Fig. 9

Fig. 10
ERSATZBLATT (REGEL 26)

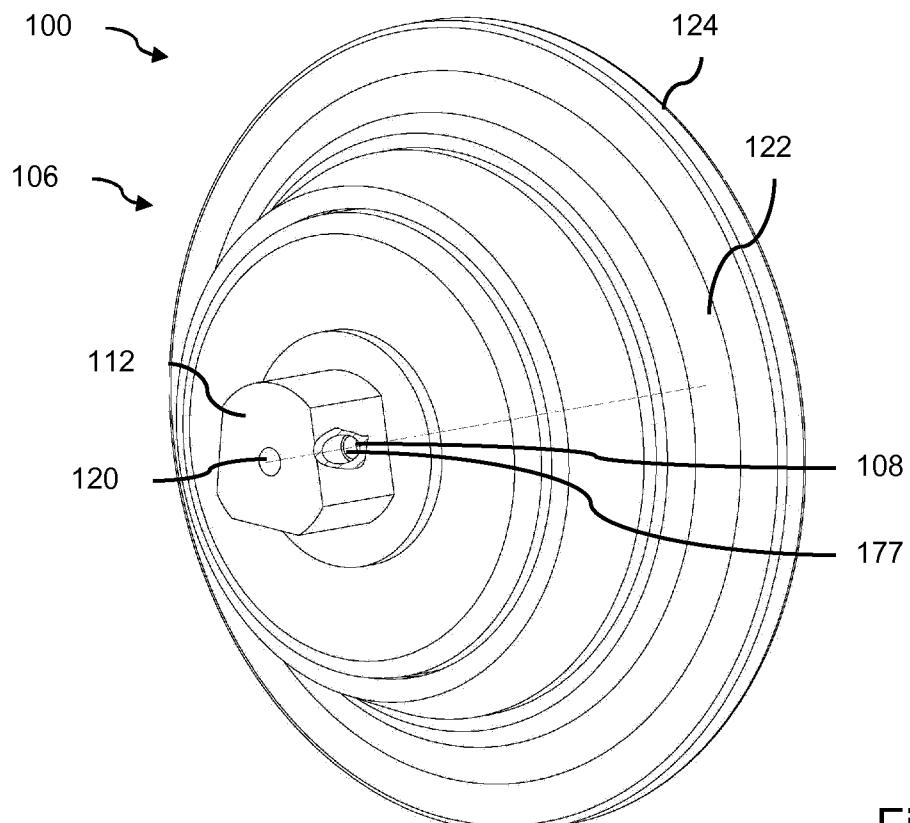


Fig.11

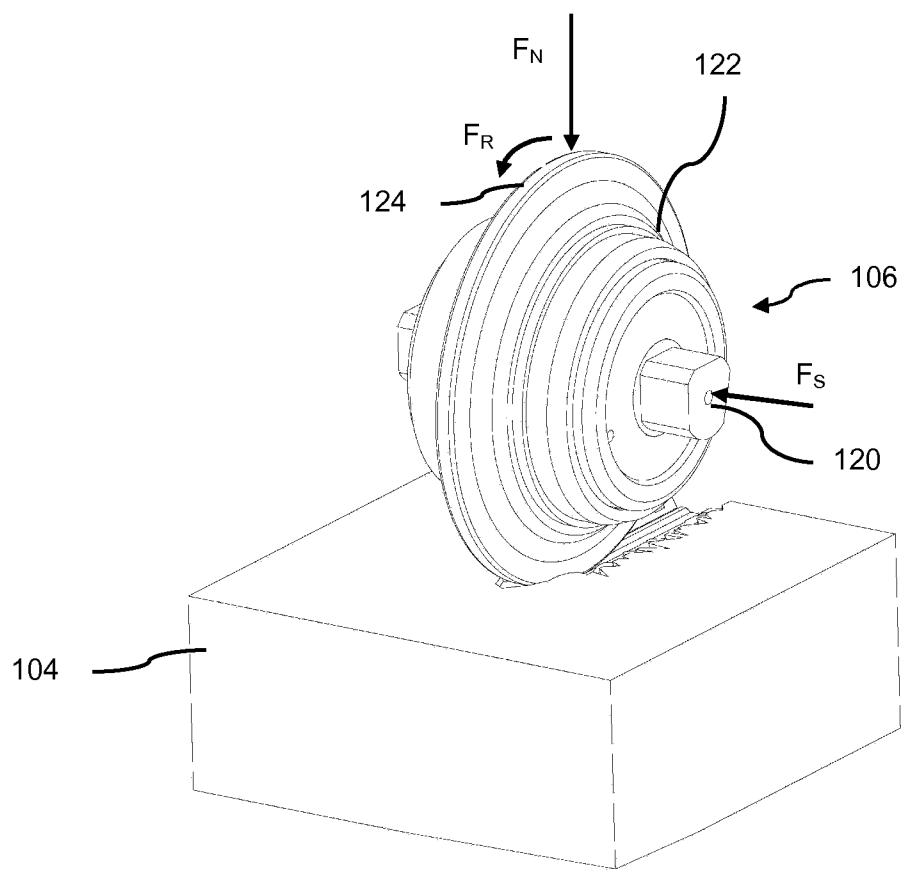


Fig.12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/057361

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E21D9/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E21D E21C G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 20 2012 103593 U1 (MONTANUNIVERSITAET LEOBEN [AT]) 15 November 2012 (2012-11-15) cited in the application the whole document -----	1, 3-6, 17-21, 23-27
Y	WO 03/087537 A1 (STARLOY CORP [JP]; OISHI INTERNAT SYSCOM CO LTD [JP]; MOTONAMI YOSHIHI) 23 October 2003 (2003-10-23) the whole document -----	1-14, 16-27
Y	DE 100 30 099 C2 (BUNDESREP DEUTSCHLAND [DE]) 20 June 2002 (2002-06-20) cited in the application the whole document -----	1-14, 16-27
Y	GB 1 518 359 A (STAINSTALL LTD) 19 July 1978 (1978-07-19) the whole document -----	1-14, 16-27
		-/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 June 2015	08/07/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ott, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2015/057361

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 344 496 A2 (MANNESMANN KIENZLE GMBH [DE]) 6 December 1989 (1989-12-06) the whole document -----	1-14, 16-27
Y	WO 91/18184 A1 (Z C MINES PTY LTD [AU]) 28 November 1991 (1991-11-28) page 17, line 7 - line 15 -----	16
A	US 2009/297273 A1 (LINDBERGH LEIF R [US] ET AL) 3 December 2009 (2009-12-03) paragraph [0031] -----	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/057361

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
DE 202012103593 U1	15-11-2012	NONE			
WO 03087537	A1	23-10-2003	AU 2003227498 A1	27-10-2003	
			JP 3919172 B2	23-05-2007	
			JP 2003307095 A	31-10-2003	
			WO 03087537 A1	23-10-2003	
DE 10030099	C2	20-06-2002	AT 262165 T	15-04-2004	
			AU 1549202 A	02-01-2002	
			DE 10030099 A1	03-01-2002	
			DE 10192551 D2	21-08-2003	
			EP 1292809 A2	19-03-2003	
			ES 2214447 T3	16-09-2004	
			US 2004025596 A1	12-02-2004	
			WO 0198742 A2	27-12-2001	
GB 1518359	A	19-07-1978	NONE		
EP 0344496	A2	06-12-1989	DE 3818175 C1	23-11-1989	
			EP 0344496 A2	06-12-1989	
			ES 2045247 T3	16-01-1994	
WO 9118184	A1	28-11-1991	CA 2083181 A1	18-11-1991	
			EP 0528917 A1	03-03-1993	
			JP H07503293 A	06-04-1995	
			US 5205612 A	27-04-1993	
			US 5308151 A	03-05-1994	
			US 5310249 A	10-05-1994	
			WO 9118184 A1	28-11-1991	
			ZA 9103761 A	31-03-1993	
US 2009297273	A1	03-12-2009	AU 2009260436 A1	23-12-2009	
			CA 2723432 A1	23-12-2009	
			CN 102046920 A	04-05-2011	
			EP 2304177 A2	06-04-2011	
			HK 1152733 A1	31-10-2014	
			JP 5189680 B2	24-04-2013	
			JP 2011522140 A	28-07-2011	
			KR 20110011678 A	08-02-2011	
			US 2009297273 A1	03-12-2009	
			WO 2009155110 A2	23-12-2009	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/057361

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. E21D9/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

E21D E21C G01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 20 2012 103593 U1 (MONTANUNIVERSITAET LEOBEN [AT]) 15. November 2012 (2012-11-15) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1, 3-6, 17-21, 23-27
Y	WO 03/087537 A1 (STARLOY CORP [JP]; OISHI INTERNAT SYSCOM CO LTD [JP]; MOTONAMI YOSHIHI) 23. Oktober 2003 (2003-10-23) das ganze Dokument -----	1-14, 16-27
Y	DE 100 30 099 C2 (BUNDESREP DEUTSCHLAND [DE]) 20. Juni 2002 (2002-06-20) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----- -/-	1-14, 16-27



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30. Juni 2015

08/07/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ott, Stéphane

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2015/057361

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 1 518 359 A (STRAINSTALL LTD) 19. Juli 1978 (1978-07-19) das ganze Dokument -----	1-14, 16-27
Y	EP 0 344 496 A2 (MANNESMANN KIENZLE GMBH [DE]) 6. Dezember 1989 (1989-12-06) das ganze Dokument -----	1-14, 16-27
Y	WO 91/18184 A1 (Z C MINES PTY LTD [AU]) 28. November 1991 (1991-11-28) Seite 17, Zeile 7 - Zeile 15 -----	16
A	US 2009/297273 A1 (LINDBERGH LEIF R [US] ET AL) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) Absatz [0031] -----	1-27

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/057361

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 202012103593 U1		15-11-2012		KEINE		
WO 03087537	A1	23-10-2003		AU 2003227498 A1 JP 3919172 B2 JP 2003307095 A WO 03087537 A1		27-10-2003 23-05-2007 31-10-2003 23-10-2003
DE 10030099	C2	20-06-2002		AT 262165 T AU 1549202 A DE 10030099 A1 DE 10192551 D2 EP 1292809 A2 ES 2214447 T3 US 2004025596 A1 WO 0198742 A2		15-04-2004 02-01-2002 03-01-2002 21-08-2003 19-03-2003 16-09-2004 12-02-2004 27-12-2001
GB 1518359	A	19-07-1978		KEINE		
EP 0344496	A2	06-12-1989		DE 3818175 C1 EP 0344496 A2 ES 2045247 T3		23-11-1989 06-12-1989 16-01-1994
WO 9118184	A1	28-11-1991		CA 2083181 A1 EP 0528917 A1 JP H07503293 A US 5205612 A US 5308151 A US 5310249 A WO 9118184 A1 ZA 9103761 A		18-11-1991 03-03-1993 06-04-1995 27-04-1993 03-05-1994 10-05-1994 28-11-1991 31-03-1993
US 2009297273	A1	03-12-2009		AU 2009260436 A1 CA 2723432 A1 CN 102046920 A EP 2304177 A2 HK 1152733 A1 JP 5189680 B2 JP 2011522140 A KR 20110011678 A US 2009297273 A1 WO 2009155110 A2		23-12-2009 23-12-2009 04-05-2011 06-04-2011 31-10-2014 24-04-2013 28-07-2011 08-02-2011 03-12-2009 23-12-2009