



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2023 Patentblatt 2023/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02D 7/00 (2006.01) E02D 11/00 (2006.01)
E02D 17/13 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22163043.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 11/00; E02D 7/00; E02D 17/13

(22) Anmeldetag: **18.03.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **OSTERLAND, Matthias**
86529 Schrobenhausen (DE)
• **VOIGT, Marco**
86529 Schrobenhausen (DE)
• **HAAS, Rupert**
86492 Egling an der Paar (DE)

(71) Anmelder: **BAUER Maschinen GmbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte**
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Irmgardstraße 3
81479 München (DE)

(54) **ELEKTRISCH BETRIEBENE TIEFBAUMASCHINE UND VERFAHREN HIERFÜR**

(57) Die Erfindung betrifft eine elektrisch betriebene Tiefbaumaschine mit einem mobilen Trägergerät, mindestens einem Tiefbauwerkzeug, mindestens einem Elektromotor, welcher sowohl zum Antreiben einer Betätigungseinheit in einem Antriebsmodus als auch zum Erzeugen von elektrischer Energie in einem Rekuperationsmodus ausgebildet ist, mindestens einer internen aufladbaren Batterieeinheit zum Speichern von elektrischer Energie und zum Versorgen des mindestens einen Elektromotors mit elektrischer Energie, einer Zuführeinrichtung zum Zuführen elektrischer Energie von einer externen Energiequelle zum elektrischen Betreiben der Tiefbaumaschine und einer Schaltungsanordnung, durch welche der mindestens eine Elektromotor, die mindestens eine Batterieeinheit und die Zuführeinrichtung miteinander leitungsverbunden sind. Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schaltungsanordnung einen Zwischenkreis mit spannungsgeführter Leistungsregelung aufweist und dass die Leistungsregelung dezentral ausgeführt ist, wobei jeweils dem mindestens einen Elektromotor, der mindestens eine Batterieeinheit und der Zuführeinrichtung eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet ist, welche jeweils abhängig von einer Spannung im Zwischenkreis eine Zuführung oder Abgabe von elektrischer Energie aus beziehungsweise in den Zwischenkreis regelt.

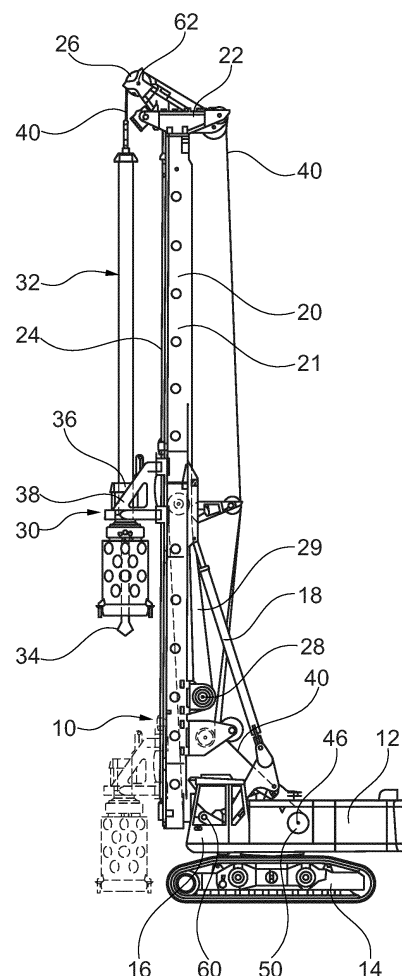


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrisch betriebene Tiefbaumaschine mit einem mobilen Trägergerät, mindestens einem Tiefbauwerkzeug, mindestens einem Elektromotor, welcher sowohl zum Antreiben einer Betätigungseinheit in einem Antriebsmodus als auch zum Erzeugen von elektrischer Energie in einem Rekuperationsmodus ausgebildet ist, mindestens einer internen aufladbaren Batterieeinheit zum Speichern von elektrischer Energie und zum Versorgen des mindestens einen Elektromotors mit elektrischer Energie, einer Zuführeinrichtung zum Zuführen elektrischer Energie von einer externen Energiequelle zum elektrischen Betreiben der Tiefbaumaschine und einer Schaltungsanordnung, durch welche der mindestens eine Elektromotor, die mindestens eine Batterieeinheit und die Zuführeinrichtung miteinander leitungsverbunden sind, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum elektrischen Betreiben einer Tiefbaumaschine mit einem mobilen Trägergerät, mindestens einem Tiefbauwerkzeug, mindestens einem Elektromotor, welcher sowohl zum Antreiben einer Betätigungseinheit in einem Antriebsmodus als auch zum Erzeugen von elektrischer Energie in einem Rekuperationsmodus ausgebildet ist, mindestens einer internen aufladbaren Batterieeinheit zum Speichern von elektrischer Energie und zum Versorgen des mindestens einen Elektromotors mit elektrischer Energie, einer Zuführeinrichtung zum Zuführen elektrischer Energie von einer externen Energiequelle und einer Schaltungsanordnung, durch welche der mindestens eine Elektromotor, die mindestens eine Batterieeinheit und die Zuführeinrichtung miteinander leitungsverbunden sind, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0003] Rein elektrisch angetriebene Tiefbaumaschinen sind seit längerem bekannt und werden insbesondere an Arbeitsorten eingesetzt, an denen Lärm, Erschütterungen und Abgase unerwünscht sind, wie sie beispielsweise bei mit Verbrennungsmotor betriebenen Tiefbaumaschinen verstärkt auftreten. Aufgrund des hohen Energiebedarfs derartiger elektrisch betriebener Tiefbaumaschine weisen diese eine Zuführeinrichtung zum Zuführen elektrischer Energie von einer externen elektrischen Energiequelle, welche auch als Stromquelle bezeichnet wird, auf, insbesondere einem elektrischen Stromnetz. Hierfür ist das Vorsehen einer entsprechenden elektrischen Leitung erforderlich.

[0004] Weiterhin sind elektrisch betriebene Tiefbaumaschinen auch mit einer wiederaufladbaren Batterieeinheit versehen, welche insbesondere dazu dient, die mobile Tiefbaumaschine bei einem Bewegen oder Verfahren, bei welchen häufig eine Trennung der elektrischen Leitungsverbindung erfolgt, mit ausreichender elektrischer Energie zu versorgen.

[0005] Die Speicherung von elektrischer Energie in einer internen Batterieeinheit erlaubt zudem, bei Energie-

Verbrauchsspitzen der Tiefbaumaschine, welche nicht vollständig durch die normale Energiezuführung über die Zuführeinrichtung aus dem angeschlossenen externen Stromnetz aufgebracht werden kann, dass zusätzlich elektrische Energie aus der internen Batterieeinheit zur Deckung des Spitzenenergiebedarfs abgerufen werden kann.

[0006] Weiter ist es bekannt, an einer Tiefbaumaschine vorgesehene Elektromotore so auszubilden, dass diese auch rekuperativ zur Rückgewinnung von Energie betrieben werden können. Insbesondere beim Betrieb von Seilwinden, mit welchen Lasten, beispielsweise vertikal oder schräg, gehoben und gesenkt werden können, kann bei einem Absenken mittels eines Elektromotors im Rekuperationsmodus Lageenergie der Last in elektrische Energie rückgewandelt werden. Hierdurch sinkt der Energiebedarf der Tiefbaumaschine und der Betrieb wird insgesamt wirtschaftlicher und umweltfreundlicher.

[0007] Für einen effizienten Betrieb der Tiefbaumaschine ist dabei eine bedarfsgerechte Steuerung und Verteilung der Energie an der Tiefbaumaschine von wesentlicher Bedeutung. Grundsätzlich ist es üblich, wie bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen, insbesondere bei Kraftfahrzeugen mit rekuperativ betreibbaren Elektromotoren, eine Energieverteilung durch eine zentrale Steuerung zu leisten. Einem zentralen Rechner werden etwa über entsprechende Sensoren Werte zum Energiebedarf der einzelnen elektrischen Verbraucher übermittelt, wobei der Rechner dann eine Energiebereitstellung über die Zuführeinrichtung und die Batterieeinheit steuert.

[0008] Im Betrieb einer Tiefbaumaschine können große Lastwechsel auftreten, welche zu kurzfristig erhöhtem Energieverbrauch beziehungsweise zu kurzfristig anfallenden Energiemengen führen, welche rekuperativ erzeugt werden.

[0009] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine elektrisch betriebene Tiefbaumaschine und ein Verfahren zum Betreiben hierfür anzugeben, mit welchen ein besonders wirtschaftlicher und effizienter Betrieb der Tiefbaumaschine ermöglicht wird.

[0010] Die Aufgabe wird zum einen durch eine Tiefbaumaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Die erfindungsgemäße Tiefbaumaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung einen Zwischenkreis mit spannungsgeführter Leistungsregelung aufweist und dass die Leistungsregelung dezentral ausgeführt ist, wobei jeweils dem mindestens einen Elektromotor, der mindestens einen Batterieeinheit und der Zuführeinrichtung eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet ist, welche jeweils abhängig von einer Spannung im Zwischenkreis eine Zuführung oder Abgabe von elektrischer Energie aus dem beziehungsweise in den Zwischenkreis regelt. Der Zwischenkreis kann ein elektrischer Leiter, insbesondere eine

Stromschiene sein.

[0012] Eine Grundidee der Erfindung besteht darin, bei einer Leistungsregelung oder einem Powermanagement von einer zentralen Steuerung abzugehen. Dies wird dadurch erreicht, dass eine Schaltungsanordnung mit einem Zwischenkreis mit spannungsgeführter Leistungsregelung vorgesehen ist. Dem mindestens einen Elektromotor, der mindestens einen Batterieeinheit und der Zuführeinrichtung wird dabei eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet. Diese Regelkomponente wird nicht von einer zentralen Steuerung angesteuert. Vielmehr werden durch die einzelnen eigenständigen Regelkomponenten abhängig von einer im Zwischenkreis gemessenen Spannung von jeder Regelkomponente eigenständig Energie dem Zwischenkreis zugeführt oder Energie aus dem Zwischenkreis abgeführt. Durch diese dezentrale Leistungsregelung kann das System insgesamt sehr schnell auf Lastwechsel mit einem sprunghaften Anstieg oder Abfall des Energiebedarfs reagieren. Auch kurzfristig anstehende größere Mengen an rekuperativ erzeugter Energie können so auf elektrische Verbraucher, die interne Batterieeinheit oder nötigenfalls, sofern die Möglichkeit hierzu besteht, an das externe Stromnetz abgegeben werden.

[0013] Grundsätzlich können die jeweiligen Regelkomponenten an einer geeigneten Position vorgesehen sein. Besonders bevorzugt ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass die Regelkomponenten zwischen dem Zwischenkreis und dem jeweils zugeordneten Elektromotor, der zugeordneten Batterieeinheit beziehungsweise der zugeordneten Zuführeinrichtung zwischengeschaltet sind. Die Regelkomponenten können unmittelbar oder über ein entsprechendes Messelement Werte zur aktuellen Spannung im Zwischenkreis erhalten. Jede Regelkomponente ist dabei mit einer Regel- oder Steuerungslogik versehen, durch welche vorgegeben ist, bei einem bestimmten Spannungswert oder bei einem bestimmten zeitlichen Verlauf der Spannungswerte im Zwischenkreis Energie dem Zwischenkreis zuzuführen beziehungsweise aus dem Zwischenkreis abzuführen, um so etwa Elektromotore oder andere elektrische Verbraucher bedarfsgerecht mit der benötigten Energie zu versorgen oder nötigenfalls in einem Rekuperationsbetrieb erzeugte Energie der Batterieeinheit zum Speichern zuzuleiten.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass eine Überschussenergie-Verbrauchseinheit, insbesondere ein Bremschopper und/oder ein elektrischer Verbraucher mit einer eigenständigen Regelkomponente vorgesehen und mit dem Zwischenkreis leitungsverbunden ist. Durch die Überschussenergie-Verbrauchseinheit, insbesondere einen sogenannten Bremschopper, kann überschüssige Energie aus der Rekuperation, welche nicht benötigt wird und auch nicht gespeichert werden kann, insbesondere in Wärme umgesetzt werden. Die Wärme kann, soweit diese nicht zum Heizen etwa der Fahrerkabine nutzbar ist, etwa an die Umgebung abgegeben werden. Hierdurch

kann eine Überlastung des elektrischen Systems der Tiefbaumaschine und auch der internen Batterieeinheit verhindert werden. Insbesondere kann die Lebensdauer einer Batterieeinheit erheblich beeinträchtigt werden, wenn zu viel Energie in zu kurzer Zeit der Batterieeinheit zugeführt wird. Überschussenergie kann auch einem sonstigen elektrischen Verbraucher zugeleitet werden, um etwa Überspannungsspitzen zu vermeiden.

[0015] Der Zwischenkreis kann grundsätzlich in jeder geeigneten Weise ausgeführt sein. Besonders vorteilhaft ist es nach einer Ausgestaltung der Erfindung, dass der Zwischenkreis zum Leiten und Verteilen von Energie auf Gleichstrombasis ausgebildet ist. Ein Zwischenkreis zum Leiten von Gleichstrom erlaubt eine besonders gute und schnelle Energieverteilung.

[0016] Insbesondere beim Leiten und Verteilen der Energie im Zwischenkreis als Gleichstrom ist es nach einer Ausführungsvariante der Erfindung vorteilhaft, dass mindestens eine Regelkomponente einen DC/DC-Steller umfasst. Vorzugsweise können mehrere oder alle Regelkomponenten einen DC/DC-Steller aufweisen. Durch einen solchen Steller kann eine an einem Eingang zugeführte Gleichspannung in eine Gleichspannung mit höherem, niedrigerem oder invertiertem Spannungsniveau umgewandelt werden. Derartige DC/DC-Steller sind insbesondere selbstgeführte Stromrichter.

[0017] Bei Bezug von elektrischer Energie aus einem externen Wechselstromnetz ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, dass die Zuführeinrichtung zum Zuführen von elektrischer Energie aus einer Wechselstromquelle ausgebildet ist, wobei an der Zuführeinrichtung eine Stromgleichrichtereinheit vorgesehen ist. Es kann sich hierbei insbesondere um einen Gleichrichter handeln, durch welchen ein Wechselstrom beziehungsweise eine Wechselspannung in einen Gleichstrom beziehungsweise eine Gleichspannung gewandelt werden kann.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass dem mindestens einen Elektromotor eine Invertereinheit zugeordnet ist, welche zur Umsetzung von Gleichstrom beziehungsweise -spannung in Wechselstrom beziehungsweise -spannung und umgekehrt ausgebildet ist. Die Invertereinheit stellt somit ebenfalls einen Gleich- bzw. Wechselrichter dar, welcher in beide Richtungen Strom und Spannung wandeln kann. So kann einerseits Gleichstrom aus dem Zwischenkreis dem Elektromotor als Wechselstrom zugeführt werden, während andererseits eine in einem Rekuperationsbetrieb des Elektromotors erzeugte elektrische Energie von einem Wechselstrom in einen Gleichstrom zur Abgabe an den Zwischenkreis gewandelt werden kann. Im Rahmen der Erläuterung der Erfindung wird meist auf Wechsel- und Gleichstrom bezuggenommen. Grundsätzlich könnte hier bei auch auf Wechselspannung und Gleichspannung bezuggenommen werden, da in der Regel Wechselstrom nur mit Wechselspannung und Gleichstrom nur mit Gleichspannung auftritt.

[0019] Die Betätigungseinheit, welche von dem auch

rekuperativ betreibbaren Elektromotor angetrieben wird, kann an der Tiefbaumaschine jede Betätigungseinheit sein, welche etwa bei einem Abbremsvorgang oder bei einem Absenkvorgang oder Ähnlichem Energie freisetzt. Diese Energie kann zum Betreiben des Elektromotors im Rekuperationsmodus eingesetzt werden, so dass diese Bewegungs- und/oder Lageenergie in elektrische Energie gewandelt werden kann.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass diese als ein Bohrgerät ausgebildet ist und dass der mindestens eine Elektromotor einen Kraftdrehkopf und/oder eine Seilwinde antreibt oder einen beliebigen weiteren Verbraucher wie z. B. eine Hydraulikpumpe. Das Bohrgerät kann insbesondere ein Erdbohrgerät sein, welches etwa zum Erstellen von Gründungspfählen im Boden eingesetzt werden kann. Insbesondere an einem derartigen Bohrgerät, insbesondere wenn es für ein diskontinuierliches Bohren etwa mit einem Bohrer eingesetzt wird, erfolgt ein häufiges Heben und Senken des Bohrwerkzeuges. Insbesondere beim Absenken kann so ein Elektromotor an der zugehörigen Seilwinde regelmäßig Lageenergie in elektrische Energie wandeln. Hierdurch kann die Energieeffizienz einer Tiefbaumaschine erheblich verbessert werden. Ferner ist es vorteilhaft, wenn mindestens zwei Elektromotoren vorgesehen sind.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung einen Zwischenkreis mit spannungsgeführter Leistungsregelung aufweist, dass die Leistungsregelung dezentral ausgeführt wird, wobei jeweils dem mindestens einen Elektromotor, der mindestens einen Batterieeinheit und der Zuführeinrichtung eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet ist, und dass durch die eigenständige Regelkomponente elektrische Energie von dem mindestens einen Elektromotor, der mit der mindestens einen Batterieeinheit und der Zuführeinrichtung jeweils abhängig von einer Spannung im Zwischenkreis in den Zwischenkreis abgegeben beziehungsweise diesen aus dem Zwischenkreis zugeführt wird.

[0022] Das Verfahren kann insbesondere bei der zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Tiefbaumaschine eingesetzt werden. Dabei können die zuvor beschriebenen Vorteile erzielt werden.

[0023] Eine bevorzugte Verfahrensvariante der Erfindung besteht darin, dass elektrische Überschussenergie, welche zum Betrieb der Tiefbaumaschine und zum Laden der Batterien nicht genutzt werden kann, einer Überschussenergie-Verbrauchseinheit, insbesondere einem Bremschopper, zugeleitet wird. Im Rekuperationsbetrieb kann insbesondere beim Absenken schwerer Lasten kurzfristig eine große Menge elektrischer Energie anfallen. Das Zuführen einer zu großen Menge an elektrischer Energie zu der Batterieeinheit kann zu einer Beschädigung der Batterieeinheit oder zu einer merklichen Verringerung der Lebensdauer der Batterieeinheit führen. In einem solchen Fall ist es zweckmäßig, eine nicht-nutzbare Überschussenergie einer entsprechenden Ver-

brauchseinheit, insbesondere einem sogenannten Bremschopper, zuzuführen. Dieser kann die Überschussenergie verbrauchen und abbauen, etwa indem diese in Wärme umgesetzt wird. Die Wärme kann, soweit nicht anderweitig nutzbar, an die Umgebung abgegeben werden. Grundsätzlich stellt ein Verbrauch von Energie durch den Bremschopper eine Maßnahme dar, die möglichst vermieden und nur im Bedarfsfall eingesetzt werden soll. Grundsätzlich kann ein Betrieb der Baumaschine so erfolgen, dass maßgeblich anfallende Energie in der Batterieeinheit oder durch elektrische Verbraucher genutzt wird und/oder ein Stromanfall etwa durch einen Senkbetrieb einer Seilwinde so gesteuert wird, dass eine Absenkgeschwindigkeit verringert und so die anfallende Energie über einen längeren Zeitraum verteilt wird.

[0024] Eine besonders gute und schnelle Energieverteilung in dem System kann nach einer Verfahrensvariante dadurch erzielt werden, dass in dem Zwischenkreis die elektrische Energie als Gleichstrom geleitet und verteilt wird.

[0025] Nach einer weiteren Verfahrensvariante ist es bevorzugt, dass über die Zuführeinrichtung aus der externen Energiequelle elektrische Energie als Wechselstrom zugeführt wird, wobei an der Zuführeinrichtung eine Stromgleichrichtereinheit angeordnet ist, durch welche der Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt wird. Auch an den Regelkomponenten können entsprechend Wandlereinheiten vorgesehen sein, so dass sichergestellt wird, dass im Zwischenkreis die gewünschte Art des Stroms, insbesondere ein Gleichstrom zu- oder abgeführt wird sowie die gewünschte Spannungshöhe eingeregelt wird.

[0026] In entsprechender Weise ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung bevorzugt, dass dem mindestens einen Elektromotor eine Invertereinheit zugeordnet ist, durch welche im Antriebsmodus der Gleichstrom aus dem Zwischenkreis in Wechselstrom umgewandelt und umgekehrt ein im Rekuperationsmodus vom Elektromotor erzeugter Wechselstrom in Gleichstrom gewandelt wird. In diesem Fall erfolgt das Zuführen und Abführen von elektrischer Energie in den beziehungsweise aus dem Zwischenkreis ausschließlich als Gleichstrom. Bei Bedarf ist eine entsprechende Wandlung in Wechselstrom oder aus Wechselstrom vorgesehen. Dies ermöglicht eine zuverlässige und schnelle Energieverteilung.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter erläutert, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Tiefbaumaschine; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Schaltungsanordnung nach der Erfindung mit möglichen Komponenten.

[0028] Eine erfindungsgemäße Tiefbaumaschine 10

mit einem Trägergerät 12 ist in Fig. 1 gezeigt. Das Trägergerät 12 umfasst ein Raupenfahrwerk als Unterwagen 14, auf welchem drehbar ein Oberwagen 16 gelagert ist. In einer Bedienkabine des Oberwagens 16 befindet sich eine Steuerung 60 für die Tiefbaumaschine 10. Über einen Anlenkmechanismus 18 kann an dem Oberwagen 16 verstellbar ein Mast 20 gelagert sein, welcher im Betrieb eine im Wesentlichen vertikale Position aufweist.

[0029] Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Mast 20 als ein Mätkler 21 mit einer Linearführung 24 an seiner Vorderseite ausgebildet sein. Entlang der Linearführung 24 kann ein Arbeitsschlitten 38 mit einem Drehbohrantrieb 36 vertikal verfahrbar gelagert sein. Hierdurch kann die Tiefbaumaschine 10 als ein Bohrgerät ausgeführt werden. In der Zeichnung ist eine obere Position des Drehbohrantriebes 36 sowie eine untere Position mit unterbrochener Linienführung dargestellt.

[0030] Über einen Mastkopf 22 am oberen Ende des Mastes 20 kann ein Seil 40 geführt sein, an dessen einem Ende eine vorzugsweise teleskopierbare Kellystange 32 mit einer beispielhaften Bohrschnecke 34 zum Bilden eines Tiefbauwerkzeuges 30 vorgesehen sein kann. Die Kellystange 32 kann durch ein hülsenförmiges Antriebsrad des Drehbohrantriebes 36 am Arbeitsschlitten 38 geführt sein, so dass ein Drehmoment von dem Drehbohrantrieb 36 über nicht dargestellte Mitnehmerleisten auf die Kellystange 32 übertragen werden kann. Am unteren Ende der Kellystange 32 kann die Bohrschnecke 34 zum Erstellen eines Bohrloches im Boden angeordnet sein. Das Bohrwerkzeug kann grundsätzlich beliebig ausgebildet sein und insbesondere eine Bohrschnecke 34 oder einen Bohrer aufweisen.

[0031] Von der Kellystange 32 kann das Seil 40 über Umlenkrollen 26 am Mastkopf 22 entlang des Mastes 20 bis zu einer Seilwinde 46 im Oberwagen 16 geführt sein. Die Seilwinde 46 ist erfindungsgemäß über einen Elektromotor 50 angetrieben, welcher auch in einem Rekuperationsmodus betrieben werden kann. Über die Seilwinde 46 kann mittels des Seiles 40 die Kellystange 32 mit der Bohrschnecke 34 gehoben und gesenkt werden. Beim Senken kann Lageenergie durch den Elektromotor 50 in elektrische Energie umgewandelt und an einen Zwischenkreis abgegeben werden, welcher nachfolgend näher beschrieben wird.

[0032] Über einen Stellantrieb 28 mit Winde am Mast 20 kann über ein weiteres Stellseil 29 der Arbeitsschlitten 38 mit dem Drehbohrantrieb 36 nach oben gezogen werden. Durch entsprechendes Antreiben des Stellantriebes 28 in die gegengesetzte Richtung kann der Arbeitsschlitten 38 mit dem Drehbohrantrieb auch nach unten abgelassen werden. Der Drehbohrantrieb kann durch einen Kraftdrehkopf 36 mit mindestens einem weiteren Elektromotor gebildet sein. Der Stellantrieb 28 kann ebenfalls mit einem nicht dargestellten Elektromotor ausgestattet sein, welcher ebenso im Rekuperationsmodus betrieben werden kann. Der Arbeitsschlitten 38 mit dem Drehbohrantrieb 36 kann ebenfalls als Teil des Tiefbauwerkzeuges

30 angesehen werden.

[0033] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorzugsweise an einer Umlenkrolle 26 am Mastkopf 22 eine Kraftmesseinrichtung 62 angeordnet. Die Kraftmesseinrichtung 62 kann beispielsweise als ein Kraftmessbolzen ausgebildet sein, durch welchen eine Seilzugkraft am Seil 40 erfasst werden kann. Die Kraftmesseinrichtung 62 steht mit der Steuerung 60 am Oberwagen 16 in Verbindung.

[0034] Über die Steuerung 60 wird der mindestens eine Elektromotor 50 zum Betreiben der Seilwinde 46 und vorzugsweise auch der weitere Elektromotor zum Betreiben des als Winde ausgebildeten Stellantriebes 28 angesteuert. Die Ansteuerung des Elektromotors 50 kann durch die Steuerung 60 erfolgen.

[0035] In Fig. 2 ist schematisch eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 70 mit einem Zwischenkreis 72 dargestellt, welcher insbesondere als ein gleichstrombetriebener DC-Link, etwa mit einer definierten Spannung von beispielsweise 750 Volt, ausgebildet ist. Der Zwischenkreis 72 kann als wesentliche Energieversorgung mit einer Zuführeinrichtung 80 verbunden sein, welche über eine lösbare Verbindung 81 mit einer Energiequelle 82 leitungsverbunden ist. Die Energiequelle 82 kann insbesondere ein Wechselstromnetz sein.

[0036] Zur weiteren Energieversorgung ist der Zwischenkreis 72 mit mindestens einer weiteren Batterieeinheit 58 verbunden, welche aufladbar ist. Über den Zwischenkreis 72 kann die mindestens eine Batterieeinheit 58 geladen werden. Hierfür kann Energie aus der externen Energiequelle 82 oder an der Tiefbaumaschine 10 rekuperativ erzeugte elektrische Energie eingesetzt werden.

[0037] In Fig. 2 ist weiter schematisch mindestens ein Elektromotor 50 dargestellt, welcher über die in Fig. 2 nicht gezeigte Seilwinde ein schematisch angedeutetes Tiefbauwerkzeug 30 entlang eines Mastes heben und senken kann. Für ein Heben wird der Elektromotor 50 zum Antreiben der Seilwinde von dem Zwischenkreis 72 mit elektrischer Energie versorgt.

[0038] Weiterhin kann bei einem Absenken der Werkzeugeinrichtung 30 in einem Rekuperationsmodus des Elektromotors 50 Lageenergie in elektrische Energie umgewandelt werden. Diese elektrische Energie des Elektromotors 50 wird über eine zwischengeschaltete Invertereinheit 52, welche Wechselstrom in Gleichstrom und vice versa wandeln kann, dem Zwischenkreis 72 zugeführt. Von dem Zwischenkreis 72 kann diese elektrische Energie der mindestens einen Batterieeinheit 58 oder mindestens einem weiteren elektrischen Verbraucher 64 zugeführt werden. Die interne Batterieeinheit 58 kann grundsätzlich wechselbar, insbesondere als ein Wechselakkumulator, ausgebildet sein. Der weitere elektrische Verbraucher kann ebenfalls ein Elektromotor, eine Heizspule oder eine sonstige elektrisch betriebene Komponente sein. Die Zuführung und Abführung von elektrischer Energie werden gemäß der Erfindung nicht über eine zentrale Steuerung gesteuert. Vielmehr sind der Zu-

führeinrichtung 80, der mindestens einen Batterieeinheit 58, dem Elektromotor 50 wie dem mindestens einen elektrischen Verbraucher 64 sowie einem noch zu beschreibenden Bremschopper 66 jeweils eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet. Diese kann in der jeweiligen Einheit unmittelbar verbaut sein. Durch die Regelkomponente kann eine Spannung im Zwischenkreis 72 erfasst werden. Abhängig von einer hinterlegten Steuerlogik in jeder Regelkomponente kann abhängig von dem aktuellen Spannungswert im Zwischenkreis 72 oder einem Verlauf des Spannungswertes jeweils elektrische Energie zugeführt oder abgeführt werden. Hierdurch kann gegenüber einer zentralen Steuerung eine schnellere Reaktion auf stark ansteigende Energieverbräuche oder kurzfristig anfallende hohe Energiemengen erfolgen.

[0039] Kann elektrische Energie, welche rekuperativ erzeugt wird, in der Schaltungsanordnung 70 nicht in der mindestens einen Batterieeinheit 58 gespeichert oder einer anderen Komponente zur Nutzung zugeführt werden, so kann diese überschüssige Energie einem Bremschopper 66 zugeleitet werden, welcher beispielhaft eine Überschussenergie-Verbrauchseinheit darstellt. Er wandelt diese überschüssige Energie beispielsweise in Wärme um.

[0040] Darüber hinaus kann der Zuführeinrichtung 80, insbesondere im Falle des Bezuges von Wechselstrom aus der externen Energiequelle 82, ebenfalls eine Invertereinheit zugeordnet sein. Hierdurch wird sichergestellt, dass dem Zwischenkreis 72 in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ausschließlich Gleichstrom zugeführt wird.

Patentansprüche

1. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) mit

- einem mobilen Trägergerät (12),
- mindestens einem Tiefbauwerkzeug (30),
- mindestens einem Elektromotor (50), welcher sowohl zum Antreiben einer Betätigungseinheit in einem Antriebsmodus als auch zum Erzeugen von elektrischer Energie in einem Rekuperationsmodus ausgebildet ist,
- mindestens einer internen aufladbaren Batterieeinheit (58) zum Speichern von elektrischer Energie und zum Versorgen des mindestens einen Elektromotors (50) mit elektrischer Energie,
- einer Zuführeinrichtung (80) zum Zuführen elektrischer Energie von einer externen Energiequelle (82) zum elektrischen Betreiben der Tiefbaumaschine (10) und
- einer Schaltungsanordnung (70), durch welche der mindestens eine Elektromotor (50), die mindestens eine Batterieeinheit (58) und die Zuführeinrichtung (80) miteinander leitungsverbunden sind,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Schaltungsanordnung (70) einen Zwischenkreis (72) mit spannungsgeführter Leistungsregelung aufweist und
- **dass** die Leistungsregelung dezentral ausgeführt ist, wobei jeweils dem mindestens einen Elektromotor (50), der mindestens einen Batterieeinheit (58) und der Zuführeinrichtung (80) eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet ist, welche jeweils abhängig von einer Spannung im Zwischenkreis (72) eine Zuführung oder Abgabe von elektrischer Energie aus beziehungsweise in den Zwischenkreis (72) regelt.

2. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Regelkomponenten zwischen dem Zwischenkreis (72) und dem jeweils zugeordneten Elektromotor (50), der zugeordneten Batterieeinheit (58) beziehungsweise der zugeordneten Zuführeinrichtung (80) zwischengeschaltet sind.

3. Elektrische betriebene Tiefbaumaschine (10) nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Überschussenergie-Verbrauchseinheit, insbesondere ein Bremschopper (66) und/oder ein elektrischer Verbraucher (64), mit einer eigenständigen Regelkomponente vorgesehen und mit dem Zwischenkreis (72) leitungsverbunden ist.

4. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Zwischenkreis (72) zum Leiten und Verteilen von Gleichstrom ausgebildet ist.

5. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**

dass mindestens eine Regelkomponente einen DC/DC-Steller umfasst.

6. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Zuführeinrichtung (80) zum Zuführen von elektrischer Energie aus einer Wechselstromquelle ausgebildet ist, wobei an der Zuführeinrichtung (80) eine Stromgleichrichtereinheit angeordnet ist.

7. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**

dass dem mindestens einen Elektromotor (50) eine Invertereinheit (52) zugeordnet ist, welche zur Umsetzung von Gleichstrom in Wechselstrom und um-

gekehrt ausgebildet ist.

8. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,
dass diese als ein Bohrgerät ausgebildet ist und
dass der mindestens eine Elektromotor (50) einen Kraftdrehkopf (36) und/oder eine Seilwinde (46) antreibt.
9. Elektrisch betriebene Tiefbaumaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,
dass mindestens zwei Elektromotoren (50) vorgesehen sind.
10. Verfahren zum elektrischen Betreiben einer Tiefbaumaschine (10), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit
 - einem mobilen Trägergerät (12),
 - mindestens einem Tiefbauwerkzeug (30),
 - mindestens einem Elektromotor (50), welcher sowohl zum Antreiben einer Betätigungseinheit in einem Antriebsmodus als auch zum Erzeugen von elektrischer Energie in einem Rekuperationsmodus ausgebildet ist,
 - mindestens einer internen aufladbaren Batterieeinheit (58) zum Speichern von elektrischer Energie und zum Versorgen des mindestens einen Elektromotors (50) mit elektrischer Energie,
 - einer Zuführeinrichtung (80) zum Zuführen elektrischer Energie von einer externen Energiequelle (82) und
 - einer Schaltungsanordnung (70), durch welche der mindestens eine Elektromotor (50), die mindestens eine Batterieeinheit (58) und die Zuführeinrichtung (80) miteinander leitungsverbunden sind,**dadurch gekennzeichnet**,
 - **dass** die Schaltungsanordnung (70) einen Zwischenkreis (72) mit spannungsgeführter Leistungsregelung aufweist,
 - **dass** die Leistungsregelung dezentral ausgeführt wird, wobei jeweils dem mindestens einen Elektromotor (50), der mindestens eine Batterieeinheit (58) und der Zuführeinrichtung (80) eine eigenständige Regelkomponente zugeordnet ist, und
 - **dass** durch die eigenständige Regelungskomponente elektrische Energie von dem mindestens einen Elektromotor (50), der mindestens eine Batterieeinheit (58) und der Zuführeinrichtung (80) jeweils abhängig von einer Spannung im Zwischenkreis (72) in den Zwischenkreis (72) abgegeben beziehungsweise diesen aus dem Zwischenkreis (72) zugeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass elektrische Überschussenergie, welche zum Betrieb der Tiefbaumaschine (10) und zum Laden der Batterieeinheit (58) nicht genutzt werden kann, einer Überschussenergie-Verbrauchseinheit, insbesondere einem Bremschopper (66) zugeleitet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Zwischenkreis (72) die elektrische Energie als Gleichstrom geleitet und verteilt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass über die Zuführeinrichtung (80) aus der externen Energiequelle (82) elektrische Energie als Wechselstrom zugeführt wird, wobei an der Zuführeinrichtung (80) eine Stromgleichrichtereinheit angeordnet ist, durch welche der Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem mindestens einen Elektromotor (50) eine Invertereinheit zugeordnet ist, durch welche im Antriebsmodus der Gleichstrom aus dem Zwischenkreis (72) in Wechselstrom umgewandelt und umgekehrt ein im Rekuperationsmodus von dem Elektromotor (50) erzeugter Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt werden.

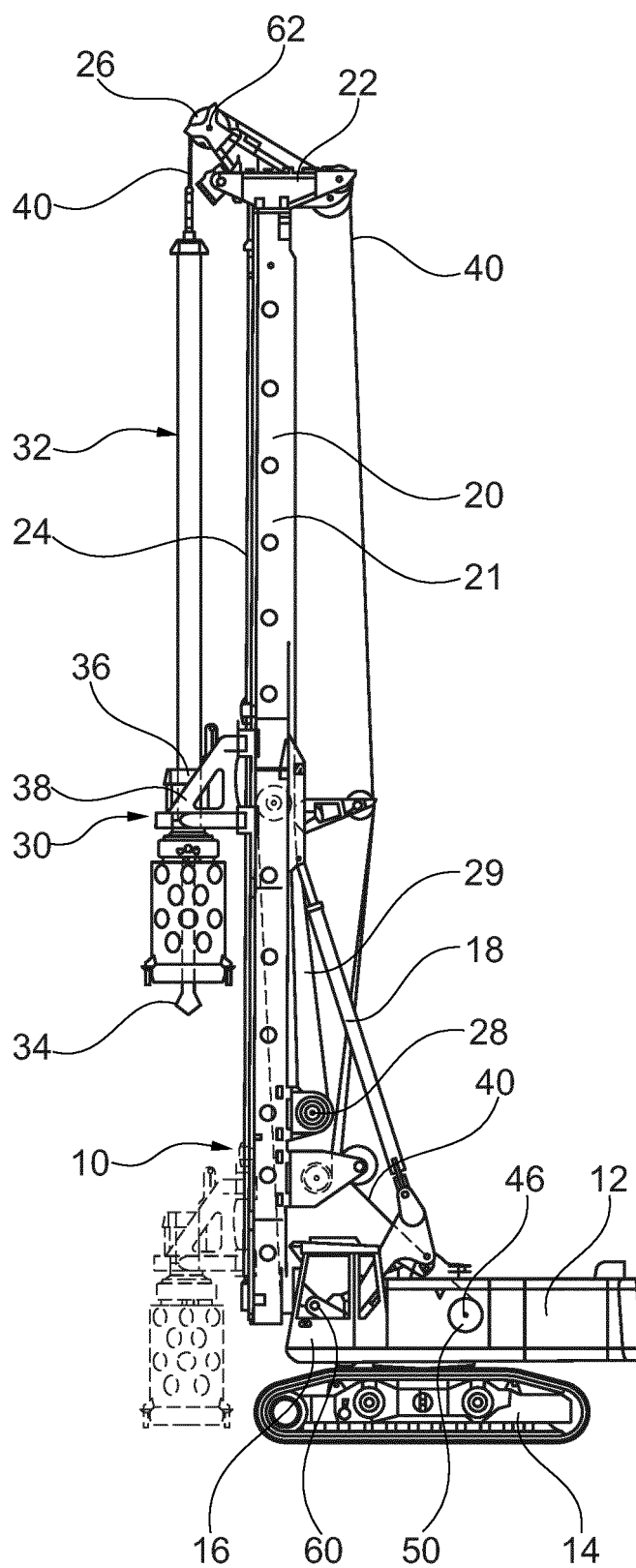


Fig. 1

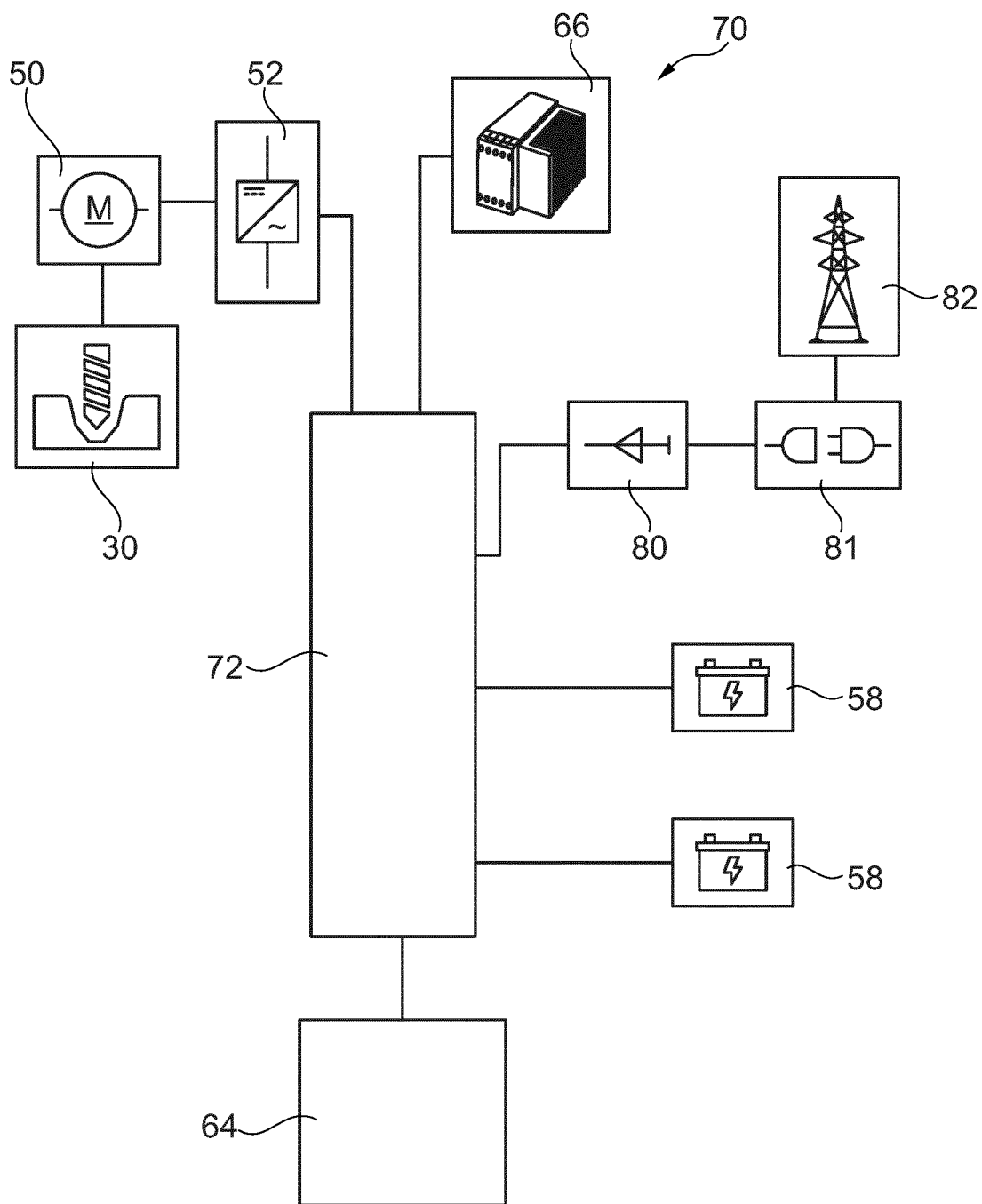


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 3043

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	EP 3 467 209 A1 (SOILMEC SPA [IT]) 10. April 2019 (2019-04-10) * Absatz [0019] - Absatz [0134]; Abbildungen 2a, 2b, 8 *	1-14	INV. E02D7/00 E02D11/00 E02D17/13
A	DE 10 2010 004596 A1 (HYTRAC GMBH [DE]) 14. Juli 2011 (2011-07-14) * das ganze Dokument *	1-14	
A	EP 3 228 756 A1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]) 11. Oktober 2017 (2017-10-11) * das ganze Dokument *	1-14	
A	EP 3 779 117 A1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]) 17. Februar 2021 (2021-02-17) * das ganze Dokument *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		12. September 2022	Geiger, Harald
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 16 3043

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.

12-09-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3467209 A1	10-04-2019	EP 3467209 A1	10-04-2019
		US 2019106855 A1	11-04-2019

DE 102010004596 A1	14-07-2011	KEINE	

EP 3228756 A1	11-10-2017	CN 107269259 A	20-10-2017
		EP 3228756 A1	11-10-2017
		ES 2700425 T3	15-02-2019
		MY 187958 A	01-11-2021
		PL 3228756 T3	28-02-2019
		RU 2017110390 A	01-10-2018
		US 2017284162 A1	05-10-2017

EP 3779117 A1	17-02-2021	AU 2020333796 A1	18-11-2021
		CA 3138200 A1	25-02-2021
		CN 114127382 A	01-03-2022
		EP 3779117 A1	17-02-2021
		EP 3877624 A1	15-09-2021
		SG 11202111447Y A	29-11-2021
		US 2022220814 A1	14-07-2022
		WO 2021032461 A1	25-02-2021

EPO FORM P0461

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