



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.05.2014 Patentblatt 2014/21**

(51) Int Cl.:  
**H05B 6/54** (2006.01) **H05B 6/62** (2006.01)  
**E21B 36/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12192778.4**

(22) Anmeldetag: **15.11.2012**

(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**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

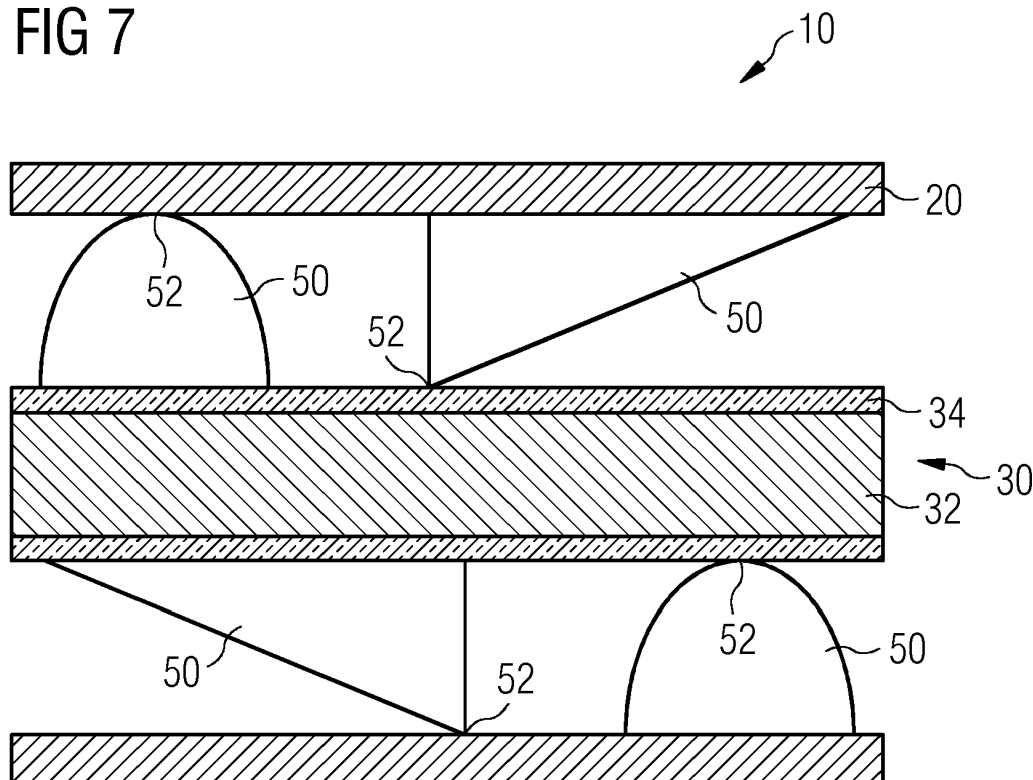
(72) Erfinder:  
• **Blendinger, Stefan**  
**90762 Fürth (DE)**  
• **Koch, Andreas**  
**91077 Neunkirchen am Brand (DE)**

(54) **Induktionsvorrichtung für die Erwärmung eines Ölreservoirs, insbesondere eines Schwerölreservoirs**

(57) Die Erfindung betrifft eine Induktionsvorrichtung (10) für die Erwärmung eines Schwerölreservoirs (100), aufweisend wenigstens ein Schalungsrohr (20) und zumindest einen Induktor (30), der innerhalb des Schalungsrohres (20) angeordnet ist, wobei zwischen dem Induktor (30) und dem Schalungsrohr (30) ein Zwischen-

raum (40) ausgebildet ist, wobei in dem Zwischenraum (40) über den axialen Verlauf der Induktionsvorrichtung (10) eine Vielzahl von Zentriermitteln (50) angeordnet sind, welche jeweils sowohl das Schalungsrohr (20) als auch der Induktor (30) kontaktieren, wobei der Zwischenraum (40) mit einem Füllmaterial (60) ausgefüllt ist.

**FIG 7**



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Induktionsvorrichtung für die Erwärmung eines Schwerölreservoirs sowie ein Verfahren für die Herstellung einer derartigen Induktionsvorrichtung.

**[0002]** Es ist bekannt, dass in der Ölförderung neue Wege gegangen werden sollen. So ist es weiter bekannt, dass Lagerstätten, welche bisher nicht zugänglich waren, für die Ölförderung herangezogen werden sollen. Solche bisher nicht zugänglichen Ölreservoirs sind z.B. sogenannte Schwerölreservoirs, in welchen das Schweröl in im Erdreich verteilter Form vorliegt. Um eine Förderung des auf diese Weise vorliegenden Schweröls ermöglichen zu können, ist eine Erwärmung des Schweröls und eine damit einhergehende Erniedrigung der Viskosität notwendig. Für solche Erwärmungen werden bereits unterschiedliche Konzepte eingesetzt. Ein bekanntes Konzept ist die elektrische Erwärmung mithilfe von Induktionskabeln, welche im Schwerölreservoir verlegt werden.

**[0003]** Problematisch bei der bekannten elektrischen Erwärmung ist es, das Induktionskabel mit möglichst wenig Aufwand in das Schwerölreservoir zu verlegen. Ebenfalls ein großes Problem stellt die Dauerstabilität des Induktionskabels dar. So ist es grundsätzlich bekannt, dass in eine bestehende oder erzeugte Bohrung in das Schwerölreservoir hinein ein Hüllrohr in Form eines GFK-Rohres eingesetzt werden kann. Durch dieses Hüllrohr, welches als Stabilitätsschutz dient, wird ein Induktor eingeführt. Nachteilhaft bei diesem Vorgehen ist es, dass der Induktor im Wesentlichen frei im Inneren des Hüllrohres mit direktem Kontakt zum Hüllrohr liegt. An diesen Kontaktflächen kann es lokal zu einer Temperaturerhöhung des Induktors kommen, welche im Extremfall zu einer Überhitzung des Induktors führen kann. Auch reibt der Induktor während Ein- und Ausbaus direkt am Hüllrohr. Dies kann zu mechanischen Beschädigungen am Induktor führen. Ebenfalls nachteilhaft ist es, dass Risse im Hüllrohr zur kompletten Undichtigkeit und dementsprechend zur Destabilisierung der Induktionsvorrichtung führen können.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Induktionsvorrichtung für die Erwärmung eines Schwerölreservoirs sowie ein Verfahren für die Herstellung einer Induktionsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche in kostengünstiger und einfacher Weise die Einbringung der Induktionsvorrichtung in das Erdreich in das Schwerölreservoir erlauben und gleichzeitig vorteilhafterweise die Standzeit bzw. die Dauerstabilität der Induktionsvorrichtung beim Einsatz erhöhen.

**[0005]** Voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Induktionsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Weitere Merkmale und Details der Erfindung

ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

**[0006]** Eine erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung dient der Erwärmung eines Schwerölreservoirs oder eines anderen Ölreservoirs, z.B. ein Schwerstölreservoir oder ein Reservoir, in dem Bitumen gelagert ist. Eine solche Induktionsvorrichtung weist wenigstens ein Schalungsrohr und zumindest einen Induktor auf, das innerhalb des Schalungsrohres angeordnet ist. Dabei ist zwischen dem Induktor, zum Beispiel einem Leiterkabel, und dem Schalungsrohr ein Zwischenraum ausgebildet. Eine erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass in dem Zwischenraum über den axialen Verlauf der Induktionsvorrichtung eine Vielzahl von Zentriermitteln angeordnet ist. Diese Zentriermittel kontaktieren jeweils sowohl das Schalungsrohr als auch den Induktor. Dabei ist der Zwischenraum mit einem, insbesondere elektrisch isolierenden, Füllmaterial ausgefüllt.

**[0007]** In erfindungsgemäßer Weise ist ein Schwerölreservoir insbesondere im Erdreich angeordnet. So ist z. B. innerhalb einer Gesteinsformation ein Abschnitt mit Schweröl gesättigt bzw. angefüllt, welcher das Schwerölreservoir ausbildet.

**[0008]** Um in das Schwerölreservoir zu gelangen, ist eine Bohrung notwendig, in welche die erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung eingebracht wird. Das Einbringen wird nachfolgend kurz erläutert. So wird nach dem Erzeugen der Bohrung das Schalungsrohr in die Bohrung eingebracht. Das Schalungsrohr ist dabei flexibel genug ausgestaltet, dass es auch entlang von Krümmungen des Bohrlochs geführt werden kann. Anschließend wird der Induktor in das Schalungsrohr eingebracht. Aufgrund des erfindungsgemäßen Vorsehens der Vielzahl von Zentriermitteln, welche sowohl das Schalungsrohr als auch den Induktor kontaktieren, wird automatisch beim Einziehen des Induktors in das Schalungsrohr ein Zwischenraum ausgebildet, welcher einen freien Abstand in radialer Richtung zwischen dem Induktor und dem Schalungsraum definiert. In diesen Freiraum, welcher durch den Zwischenraum gebildet wird, wird nach dem Einziehen des Induktors, ein elektrisch isolierendes Füllmaterial vorzugsweise in fließfähiger, insbesondere in flüssiger Form eingefüllt. Das Einfüllen kann durch reine Schwerkraftförderung oder unterstützt durch Pumpen bzw. Sauganlagen erfolgen. Das elektrisch isolierende Füllmaterial kann direkt oder indirekt ausgehärtet werden. Unter indirekter Aushärtung ist eine passive Aushärtung über die Zeit zu verstehen. Auch kann bereits eine Ersterwärmung durch den Induktor und die entsprechende Induktion des umgebenden Erdreichs stattfinden, um mit geringerer Temperatur als im Einsatz der

Induktionsvorrichtung das Füllmaterial mit höherer Geschwindigkeit auszuhärten.

**[0009]** Das Füllmaterial ist insbesondere ein Material, welches neben seiner elektrisch isolierenden Eigenschaft eine fließfähige Grundform aufweist. In dieser fließfähigen Grundform kann das Füllmaterial in das Schalungsrohr eingebracht werden und in den Zwischenraum fließen. Vorzugsweise ist das Füllmaterial in seiner fließfähigen Form pumpfähig, so dass eine Unterstützung und damit eine Erhöhung der Geschwindigkeit des Einbringens stattfinden können. Unter einem fließfähigen Einbringen sind selbstverständlich auch pulverförmige Füllmaterialien vorstellbar, welche dementsprechend fließfähig bzw. rieselfähig sind. Bevorzugt ist jedoch ein flüssiges Einbringen des Füllmaterials und anschließendes Aushärten.

**[0010]** Es kann von Vorteil sein, wenn die Zentriermittel ebenfalls elektrisch isolierend ausgebildet sind. Entscheidend ist jedoch, dass bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung die elektrische Isolierung und auch der Schutz hinsichtlich der notwendigen Dauerstabilität für den Induktor gegen chemische und/oder physikalische Einflüsse durch das Füllmaterial erfolgt. Dementsprechend kann das Schalungsrohr einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung deutlich kostengünstiger und hinsichtlich der Materialwahl einfacher ausgebildet sein. Das Schalungsrohr muss nur ausreichend stabil sein, um für die Schalung während des Ausfüllens mit dem Füllmaterial dienen zu können. Das anschließende Schicksal des Schalungsrohres ist für die Funktionsfähigkeit der Induktionsvorrichtung unerheblich. So kann das Schalungsrohr während des Einsatzes der Induktionsvorrichtung z. B. aufreißen oder sogar aufschmelzen, ohne dass dies die Dauerstabilität des Induktors und damit der Induktionsvorrichtung negativ beeinflussen würde.

**[0011]** Als Füllmaterial kann z. B. Zement oder ein ähnlicher Baustoff ausgewählt werden, welcher die ausreichende mechanische Stabilität und chemische und/oder physikalische Dauerstabilität mit sich bringt, um den Induktor in erfindungsgemäßer Weise zu schützen.

**[0012]** Die Erwärmung durch den Induktor hinsichtlich des umgebenden Erdschalls kann z. B. bis auf Temperaturen von ca. 250 °C erfolgen. Die Zentriermittel können sowohl separat voneinander ausgebildet sein, als auch miteinander verbunden sein. So ist z. B. eine Netzstruktur denkbar, welche separat von Schalungsrohr und Induktor ausgebildet ist. Auf diese Weise können die Zentriermittel eingebracht werden, bevor der Induktor eingezo-  
gen wird. Sie bilden somit ein eigenständiges Bauteil. Um Kosten und Aufwand während der Montage zu sparen, ist es jedoch vorteilhaft, wie dies später noch erläutert werden wird, wenn die Zentriermittel an zumindest einem der beiden Bauteile, nämlich dem Schalungsrohr und/oder dem Induktor befestigt sind.

**[0013]** Selbstverständlich kann es auch sein, dass die Zentriermittel zumindest abschnittsweise hohl oder porös ausgebildet sind. So kann das Füllmaterial zumindest

teilweise auch in diese Zentriermittel eindringen. Auch kann es von Vorteil sein, wenn während oder nach dem Ausfüllen und während oder vor dem Aushärten des Füllmaterials sich die Zentriermittel zumindest teilweise auflösen. So kann z. B. das Füllmaterial mit einer Temperatur eingebracht werden, welche zur Auflösung der Zentriermittel führt. Damit reichen die Zentriermittel hier für die Funktion der Ausbildung und Definition des Zwischenraums aus bevor das Füllmaterial eingebracht wird. Bei einer solchen Ausführungsform stellen die Zentriermittel keine Schwachstellen mehr in der Umhüllung durch das Füllmaterial dar. Vielmehr wird im Ergebnis das Füllmaterial im Wesentlichen vollständig den Zwischenraum ausfüllen.

**[0014]** Vorteilhaft kann es sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung die Zentriermittel, der Induktor und/oder das Füllmaterial eine Temperaturstabilität bis zu ca. 250 °C aufweisen. Es kann also sein, dass alle oder nur eins oder nur Teile dieser Bauteile eine entsprechende Temperaturstabilität aufweisen. Bei ca. 250 °C liegt vorzugsweise die Einsatztemperatur hinsichtlich der notwendigen Erwärmung durch eine erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung. Wie zu erkennen ist, muss das Schalungsrohr keine derartige Temperaturstabilität aufweisen, da es ausschließlich für die Ausbildung der Induktionsvorrichtung benötigt wird. Nach der Erfüllung dieser Ausbildungsfunktion sind keine weiteren Schutzfunktionen durch das Schalungsrohr mehr notwendig, so dass ein Defekt des Schalungsrohres nach dem Aushärten des Füllmaterials für die Funktion der Induktionsvorrichtung unerheblich bleibt.

**[0015]** Eine erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung kann dahingehend weitergebildet werden, dass das Füllmaterial ein fließfähig in den Zwischenraum eingebrachtes und ausgehärtetes Material ist. Wie dies bereits in der Einleitung erläutert worden ist, kann auf diese Weise in besonders kostengünstiger und einfacher Weise die Induktionsvorrichtung hergestellt werden. Insbesondere ist das Material nicht nur fließfähig, sondern auch mittels einer Pumpe förderbar, so dass eine Kraftunterstützung beim Einbringen des Füllmaterials stattfinden kann. Das Aushärten kann z. B. durch Trocknen und/oder durch ein Vernetzen einzelner Bestandteile des Materials erfolgen. Damit wird eine physikalische und/oder chemische Stabilität des Füllmaterials zur Verfügung gestellt, welche den erfindungsgemäßen Schutz des Induktors gewährleistet.

**[0016]** Ein weiterer Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung das Füllmaterial zumindest eines der folgenden Materialien aufweist:

- Zement,
- Beton,
- Kunstharz.

**[0017]** Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Insbesondere wird als Material Zement oder Beton bevorzugt, da die

Korrelation zwischen der Fließfähigkeit im Einbringen, der Geschwindigkeit des Aushärtens und der physikalischen sowie chemischen Dauerstabilität besonders bevorzugt zu sehen ist. Das Aushärten dieses Füllmaterials kann z. B. durch eine erste Heizphase mit reduzierter Induktionsleistung erfolgen. So kann eine Aushärtetemperatur vorgegeben werden, welche oberhalb der Raumtemperatur bzw. der Temperatur vor Ort und unterhalb der Erwärmungstemperatur im Förderbetrieb der Induktionsvorrichtung liegt. Auf diese Weise wird die Geschwindigkeit der Herstellung einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung weiter erhöht.

**[0018]** Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung die Zentriermittel den Abstand zwischen dem Induktor und dem Schalungsrohr in allen radialen Richtungen gleich oder im Wesentlichen gleich ausbilden. Das bedeutet, dass die Abstände bzw. der Zwischenraum in allen radialen Richtungen im Wesentlichen äquidistant ausgebildet sind. Die äquidistante Ausbildung hat den Vorteil, dass wegen der Abhängigkeit der Erwärmungskapazität von dem Abstand von Induktor zum umgebenden Erdreich auf diese Weise eine gleichmäßige Erwärmung der Umgebung stattfinden kann. Wird nun im Wesentlichen in allen radialen Richtungen ein gleicher oder im Wesentlichen gleicher Abstand zur Verfügung gestellt, so kann auch von einer im Wesentlichen gleichen radial umgebenden Erwärmung des Erdreichs und damit des Schwerölerservoirs ausgegangen werden. Diese gleichmäßige Einwirkung stellt sicher, dass die gewünschte Viskositätsniedrigung des umgebenden gelagerten Schweröls erfolgt, ohne dass an manchen Stellen eine zu hohe Viskosität und an anderen Stellen eine zu niedrige Viskosität zur Verfügung gestellt wird. Dieser gleiche Abstand verbessert also die anschließende Förderfähigkeit des erwärmten und damit viskositätsreduzierten Schweröls. Insbesondere bleibt dieser äquidistante Abstand auch über den axialen Verlauf der Induktionsvorrichtung erhalten, wobei dies z. B. durch eine entsprechende Verteilung der Zentriermittel in Umfangsrichtung wie auch in axialer Richtung erfolgt.

**[0019]** Ebenfalls von Vorteil kann es sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung der Induktor eine Kupferseele mit einer umgebenden temperaturbeständigen Isolationsschicht aufweist. Insbesondere weist diese Isolationsschicht PEEK (PEEK: polyether ether ketone) und/oder PFA (PFA: Perfluoralkoxy-Polymere) auf. Die Isolationsschicht dient dem Temperaturschutz und dem elektrischen Schutz der Kupferseele im ersten Schritt. So wird sichergestellt, dass keine Beschädigung der Kupferseele beim Einbringen des Füllmaterials erfolgt. Auch kann als Induktor ein im Wesentlichen bekanntes und standardmäßig zur Verfügung stehendes Leiterkabel verwendet werden. Die Temperaturbeständigkeit der Isolationsschicht dient dem weiteren Schutz der Kupferseele und dementsprechend der Reduktion der Einsatztemperatur der Kupferseele, so dass die Induktionsleistung durch die reduzierte Einsatz-

temperatur verbessert werden kann.

**[0020]** Ein weiterer Vorteil wird erzielt, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung die Zentriermittel elektrisch isolierend ausgebildet sind. Insbesondere weisen die Zentriermittel PEEK und/oder PFA auf. Solche Zentriermittel können z. B. mithilfe eines Spritzgussverfahrens auf einem der Bauteile befestigt werden. Damit sind die Zentriermittel auch keine Schwachstellen im Füllmaterial, so dass auch hier die gewünschte elektrische und thermische Stabilität zur Verfügung gestellt wird.

**[0021]** Vorteilhaft kann es weiter sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung die Form der Zentriermittel an den Kontaktabschnitten zu dem Induktor und/oder zu dem Schalungsrohr reibungsminimiert ausgebildet ist. Dies führt zu einem verbesserten und erleichterten Einbringen des Induktors in das Schalungsrohr. Bei dem Einbringen erfolgt eine Relativbewegung zwischen Induktor und Zentriermittel bzw. zwischen Zentriermittel und Schalungsrohr. Diese Relativbewegung ist durch die Kontaktauslegung zwischen dem Zentriermittel und dem Induktor und dem Schalungsrohr reibungsbehaftet. Die reibungsminimierte Ausbildung reduziert die entstehenden Reibungskräfte, so dass ein erleichtertes und dementsprechend kraftreduziertes Einbringen des Induktors möglich ist. Die Reibungsminimierung kann z. B. durch eine reduzierte Kontaktfläche bzw. einen reduzierten Kontaktabschnitt zur Verfügung gestellt werden. Bevorzugt sind kleine Flächenberührungen, Linienberührungen oder sogar punktförmige oder im Wesentlichen punktförmige Berührungen. So können z. B. Rampen- oder Kugelköpfe als Zentriermittel vorgesehen werden.

**[0022]** Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung die Zentriermittel in Umfangsrichtung und/oder in axialer Richtung des Zwischenraums gleichmäßig oder im Wesentlichen gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Unter einer Verteilung ist vorzugsweise eine Beabstandung zu verstehen, bei welcher jeweils zwei Zentriermittel gleich oder im Wesentlichen gleich weit voneinander beabstandet sind. In axialer Richtung sind die Zentriermittel vorzugsweise stufenweise oder helixartig angeordnet. Vorzugsweise erfolgt die gleichmäßige Anordnung symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch, so dass über den gesamten Umfangsverlauf wie auch über den gesamten axialen Verlauf der Induktionsvorrichtung der Zwischenraum im Wesentlichen mit äquidistanten Abständen ausgebildet werden kann. Ein Durchhängen des Induktors wird auf diese Weise vorzugsweise vollständig vermieden.

**[0023]** Vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn bei einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung zumindest einige Zentriermittel entweder an dem Induktor oder an dem Schalungsrohr befestigt sind. Die Befestigung erfolgt vorzugsweise vor Einbringen des Induktors bzw. des Schalungsrohres in das Erdreich. Damit kann eine Vorkonfektionierung stattfinden, welche den Aufwand beim Einbringen vor Ort in das Schwerölerservoir redu-

ziert. Die Befestigung kann z. B. durch Klebeverbindungen oder durch direktes Aufspritzen der Zentriermittel und Aushärten in der gewünschten Form erfolgen. Dementsprechend gehört zum Gegenstand der vorliegenden Erfindung auch ein entsprechend ausgebildeter Induktor mit Zentriermitteln zur Ausbildung einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung. Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Schalungsrohr mit innenliegend befestigten Zentriermitteln zur Ausbildung einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung.

**[0024]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für die Herstellung einer Induktionsvorrichtung, aufweisend die folgenden Schritte:

- Einbringen eines Schalungsrohres in eine Bohrung in einem Schwerölreservoir,
- Einbringen eines Induktors innerhalb des Schalungsrohres, wobei durch Zentriermittel ein Zwischenraum zwischen dem Schalungsrohr und dem Induktor ausgebildet wird,
- Ausfüllen des Zwischenraums mit einem fließfähigen, aushärtbaren und insbesondere elektrisch isolierenden Füllmaterial und
- Aushärten des Füllmaterials.

**[0025]** Das Einbringen des Schalungsrohres kann z. B. durch mechanische Förderung erfolgen. Der Induktor kann z. B. eingezogen werden, wobei unter anderem ein Zugseil verwendet werden kann, welches innerhalb des Schalungsrohres angeordnet ist. Dabei wird vorzugsweise ein Einziehen gemeinsam mit den Zentriermitteln erfolgen, welche z. B. am Schalungsrohr und/oder am Induktor befestigt sein können. Anschließend wird durch aktive Förderung mithilfe von Pumpen oder Sauganlagen oder durch Schwerkraftförderung das fließfähige Füllmaterial eingebracht. Das Aushärten des elektrisch isolierenden Füllmaterials kann durch Aufheizen auf eine Zwischentemperatur mithilfe der Induktionsvorrichtung erfolgen. Auch ist ein Aushärten über die Zeit möglich.

**[0026]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann dahingehend weitergebildet sein, dass eine Induktionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Damit werden die gleichen Vorteile erzielt, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung erläutert worden sind.

**[0027]** Die vorliegende Erfindung wird näher erläutert anhand der beigefügten Zeichnungsfiguren. Die dabei verwendeten Begrifflichkeiten "links", "rechts", "oben" und "unten" beziehen sich auf eine Ausrichtung der Zeichnungsfiguren mit normal lesbaren Bezugszeichen. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Darstellung einer Induktionsvorrichtung im Einsatz,

Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung

5 Fig. 4 ein schematischer Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung,

10 Fig. 5 ein schematischer Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung,

Fig. 6 ein schematischer Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung und

15 Fig. 7 ein schematischer seitlicher Querschnitt einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung.

20 **[0028]** In Fig. 1 ist schematisch dargestellt, wie eine erfindungsgemäße Induktionsvorrichtung 10 eingesetzt werden kann. Sie befindet sich größtenteils unterhalb der Oberfläche einer Gesteinsformation 200, in welcher ein Schwerölreservoir 100 angeordnet ist. Mit dem größten Längenabschnitt in horizontaler Richtung erstreckt sich die Induktionsvorrichtung 10 durch das Schwerölreservoir.

25 **[0029]** Die Ausbildung der Induktionsvorrichtung weist, wie den Ausführungsformen der Fig. 2 bis 7 zu entnehmen ist, jeweils ein zentral angeordneter Induktor 30 im Innenraum eines Schalungsrohres 20 auf. Zwischen dem Schalungsrohr 20 und dem Induktor 30 wird durch eine Vielzahl von Zentriermitteln 50 jeweils ein Zwischenraum 40 ausgebildet. Wie allen Ausführungsformen gemeinsam ist, ist der Zwischenraum 40 ein im Wesentlichen äquidistanter Abstand in radialer Richtung zwischen dem Induktor 30 und dem Schalungsrohr 20.

30 **[0030]** Das Erzeugen einer erfindungsgemäßen Induktionsvorrichtung 10 erfolgt wie nachfolgend schematisch beschrieben. In Fig. 1 ist zu erkennen, dass eine Bohrung in der Gesteinsformation 200 zumindest um eine Knickstelle nach rechts erfolgen muss. Diese Knickstelle muss beim Einbringen des Schalungsrohres 20 von diesem nachgeführt werden. Dementsprechend ist das Schalungsrohr 20 mit einer ausreichenden Flexibilität ausgestaltet, um in vertikaler Richtung, also von oben nach unten in ein Bohrloch eingebracht und innerhalb des Bohrloches in eine horizontale Richtung, also von links nach rechts verschwenkt zu werden. Anschließend wird der Induktor 30 eingebracht, so dass sich über die Zentriermittel 50 der bereits beschriebene Zwischenraum 40 ausbildet. Nachfolgend kann ein Füllmaterial 60 in den Zwischenraum 40 eingebracht werden, vorzugsweise in fließfähiger Form. Das Aushärten des fließfähig eingebrachten Füllmaterials in anschließender Weise finalisiert die Herstellung und das Herstellverfahren der Induktionsvorrichtung 10. Das anschließende Schicksal des umgebenden Schalungsrohres 20 ist für die Funktion

der Induktionsvorrichtung 10 unerheblich, da durch das eingebracht und ausgehärtete Füllmaterial 60 die physikalische und/oder chemische Schutzfunktionalität für den Induktor 30 zur Verfügung gestellt wird.

**[0031]** Die Fig. 2 und 3 zeigen unterschiedliche axiale Verteilungsmöglichkeiten der Zentriermittel 50. So ist in Fig. 2 eine stufenweise Verteilung der einzelnen Zentriermittel 50 im Axialverlauf angezeigt. Fig. 3 zeigt eine helixförmige Axialverteilung der Zentriermittel 50.

**[0032]** Die Fig. 4 bis 6 zeigen unterschiedliche Anordnungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Befestigungen der Zentriermittel 50. Bei der Ausführungsform der Fig. 4 sind die drei Zentriermittel 50 einer Stufe ausschließlich an dem umgebenden Schalungsrohr 20 befestigt. Die Kontaktabschnitte 52 berühren dementsprechend an ihrem nach innen gerichteten Kontaktabschnitt 52 den Induktor 30 und halten es in der gewünschten Position. Fig. 5 zeigt die umgekehrte Ausführungsform, bei welcher die Zentriermittel 50 am Induktor 30 befestigt sind und über Kontaktabschnitte 52 das außen angeordnete Schalungsrohr 20 berühren. Fig. 6 ist die Kombination der Ausführungsformen der Fig. 4 und 5. In allen Fällen befindet sich im Zwischenraum 40 angeordnet das fließfähig eingefüllte und ausgehärtete Füllmaterial 60.

**[0033]** Fig. 7 zeigt einen seitlichen schematischen Querschnitt, in welchem zu erkennen ist, dass der Induktor 30 mit einer Kupferseele 32 und einer Isolierschicht 34 ausgebildet ist. Hier ist gut zu erkennen, dass die Zentriermittel 50 sowohl an dem umgebenden Schalungsrohr 20 als auch an dem Induktor 30 befestigt sein können. Hier sind unterschiedliche Formen der Zentriermittel 50 dargestellt. So können z. B. kugel- oder ellipsenkopfförmige Ausbildungen der Zentriermittel 50 eine Reibungsminimierung des Kontaktes mit dem gegenüberliegenden Bauteil erzielen. Auch eine rampenförmige Struktur der Zentriermittel 50 ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar.

**[0034]** Der verwendete Induktor arbeitet nach dem Folgenden Prinzip:

Zur Förderung von Schwerstölen oder Bitumen aus den bekannten Ölsand- oder Ölschiefervorkommen ist gewünscht deren Fließfähigkeit erheblich zu erhöhen. Dies kann durch Temperaturerhöhung des Vorkommens (Reservoirs) erreicht werden. Diese Temperaturerhöhung kann wiederum durch den Induktor erfolgen.

**[0035]** Dazu werden beispielsweise einzelne Induktorpaare aus Hin- und Rückleiter oder Gruppen von Induktorpaaren in verschiedenen geometrischen Konfigurationen bestromt, um das Reservoir induktiv zu erhitzen. Bei geeigneter Bestromung mit Wechselstrom bildet sich ein elektromagnetisches Feld um den Induktor, das wiederum ins umgebende Erdreich dringt und mittels elektromagnetischer Induktion bestimmte leitfähige Komponenten im Erdreich anregt, z.B. Wasser oder Bitumen oder Kohlenwasserstoffe in beliebigen anderen chemi-

schen Verbindungen.

**[0036]** Der Induktor ist gegenüber zumindest Teilen der Lagerstätte als induktive elektrische Heizung wirksam. Bedingt durch die Leitfähigkeit von zumindest Teilen der Lagerstätte, kann diese durch die weitgehend konzentrisch um die beiden möglichst parallel verlaufenden Abschnitte des Induktors erwärmt werden. Bei dem Induktor kann es sich insbesondere um stabförmige metallische Leiter oder um verdrehte metallische Kabel aus einem insbesondere gut leitfähigen Metall handeln, welche als Resonanzkreis ausgebildet werden um das elektromagnetische Feld zu erzeugen.

**[0037]** Unter einem Induktor ist insbesondere kein resistiver Heizer zu verstehen, der also bloßer thermischer Strahler wirkt. Der Induktor dagegen erzeugt keine direkte thermische Energie, sondern ein Wechselfeld, welches ins Erdreich dringen kann und erst dort aufgrund der Anregung von Teilchen im Erdreich zu einer Temperaturerhöhung führt.

**[0038]** Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Induktionsvorrichtung (10) für die Erwärmung eines Ölreservoirs (100), insbesondere eines Schweröl-, Schwerstöl-, oder Bitumen-Reservoirs, aufweisend wenigstens ein Schalungsrohr (20) und zumindest einen Induktor(30), das innerhalb des Schalungsrohres (20) angeordnet ist, wobei zwischen dem Induktor (30) und dem Schalungsrohr (20) ein Zwischenraum (40) ausgebildet ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in dem Zwischenraum (40) über den axialen Verlauf der Induktionsvorrichtung (10) eine Vielzahl von Zentriermitteln (50) angeordnet sind, welche jeweils sowohl das Schalungsrohr (20) als auch den Induktor (30) kontaktieren, wobei der Zwischenraum (40) mit einem Füllmaterial (60) ausgefüllt ist.
2. Induktionsvorrichtung (10) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Zentriermittel (50), der Induktor (30) und/oder das Füllmaterial (60) eine Temperaturstabilität bis zu ca. 250 °C aufweisen.
3. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Füllmaterial (60) ein fließfähig in den Zwischenraum (40) eingebrachtes und ausgehärtetes Material ist.

4. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Füllmaterial (60) zumindest eines der fol-  
genden Materialien aufweist: 5
- Zement,
  - Beton,
  - Kunstharz.
5. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Zentriermittel (50) den Abstand zwischen  
dem Induktor (30) und dem Schalungsrohr (20) in  
allen radialen Richtungen gleich oder im Wesentli-  
chen gleich ausbilden. 10
6. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Induktor (30) eine Kupferseele (32) mit ei-  
ner umgebenden temperaturbeständigen Isolations-  
schicht (34), insbesondere aufweisend PEEK  
und/oder PFA, aufweist. 25
7. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Zentriermittel (50) elektrisch isolierend aus-  
gebildet sind, insbesondere PEEK und/oder PFA  
aufweisen. 30
8. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Form der Zentriermittel (50) an den Kon-  
taktabschnitten (52) zu dem Induktor (30) und/oder  
zu dem Schalungsrohr (20) reibungsminimiert aus-  
gebildet sind. 40
9. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Zentriermittel (50) in Umfangsrichtung 45  
und/oder in axialer Richtung des Zwischenraums  
(40) gleichmäßig oder im Wesentlichen gleichmäßig  
verteilt angeordnet sind.
10. Induktionsvorrichtung (10) nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zumindest einige Zentriermittel (50) entweder  
an dem Induktor (30) oder an dem Schalungsrohr  
(20) befestigt sind. 55
11. Verfahren für die Herstellung einer Induktionsvor-  
richtung (10), aufweisend die folgenden Schritte:
- Einbringen eines Schalungsrohres (20) in eine  
Bohrung in einem Ölreservoir (100), insbeson-  
dere einem Schweröl-, Schwerstöl-, oder Bitu-  
men-Reservoir,
  - Einbringen eines Induktors (30) innerhalb des  
Schalungsrohres (20), wobei durch Zentriermit-  
tel (50) ein Zwischenraum (40) zwischen dem  
Schalungsrohr (20) und dem Induktor (30) aus-  
gebildet wird,
  - Ausfüllen des Zwischenraums (40) mit einem  
fließfähigen und aushärtbaren Füllmaterial (60)  
und
  - Aushärten des Füllmaterials (60).
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Induktionsvorrichtung (10) mit den Merk-  
malen eines der Ansprüche 1 bis 10 hergestellt wird.

FIG 1

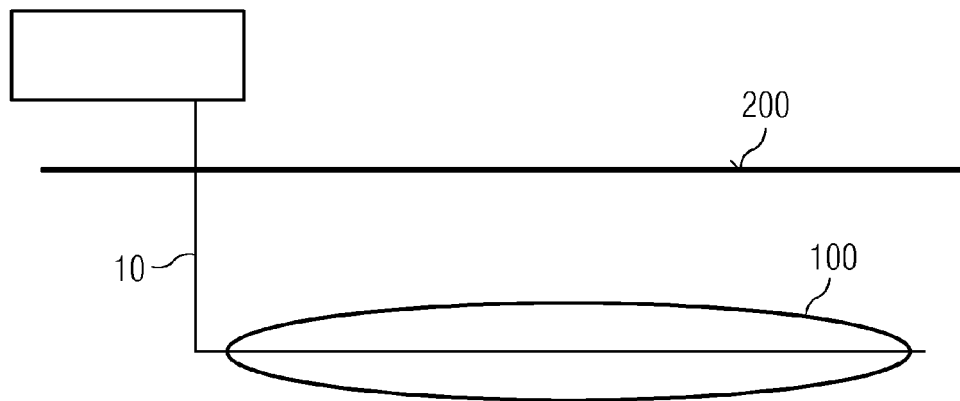


FIG 2

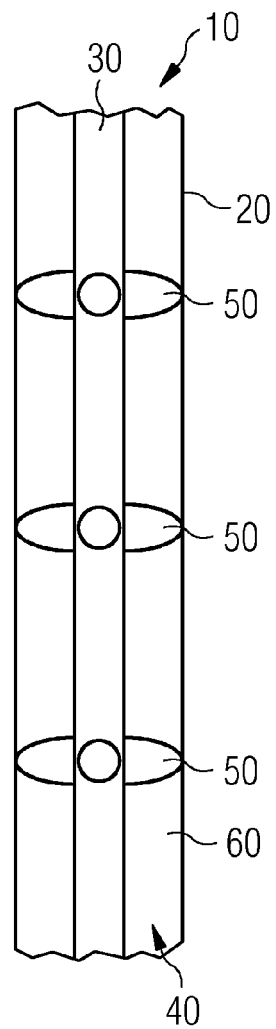


FIG 3

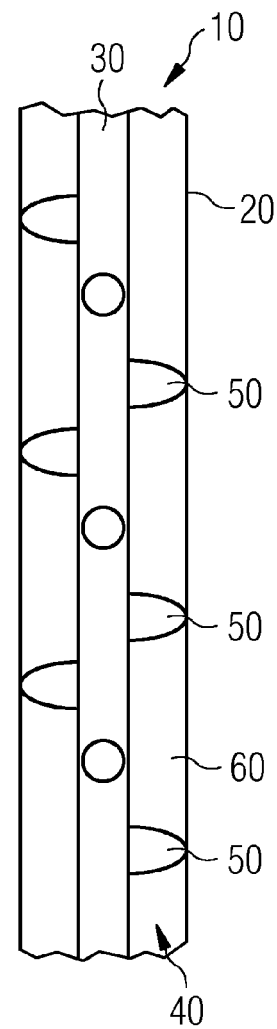




FIG 4

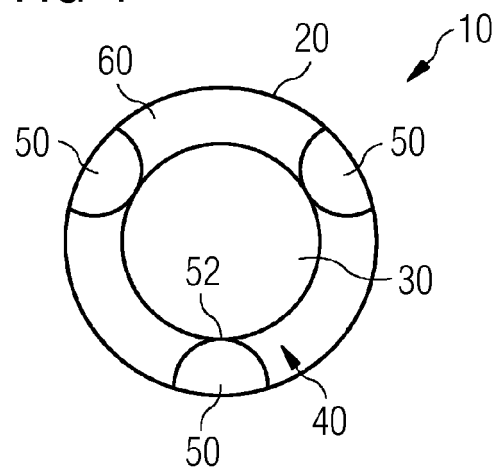


FIG 5

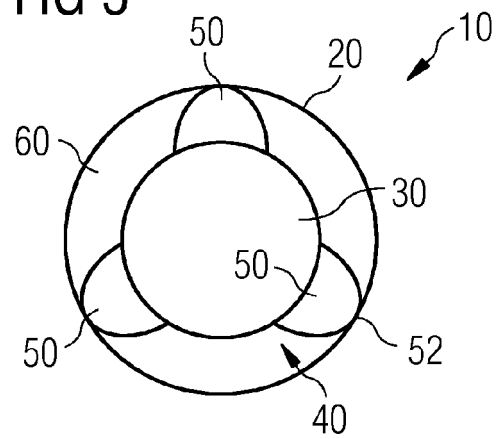


FIG 6

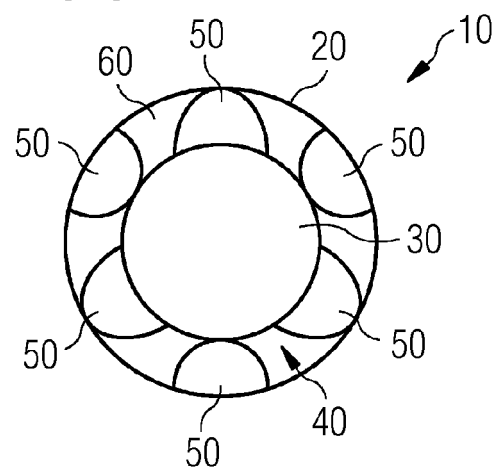
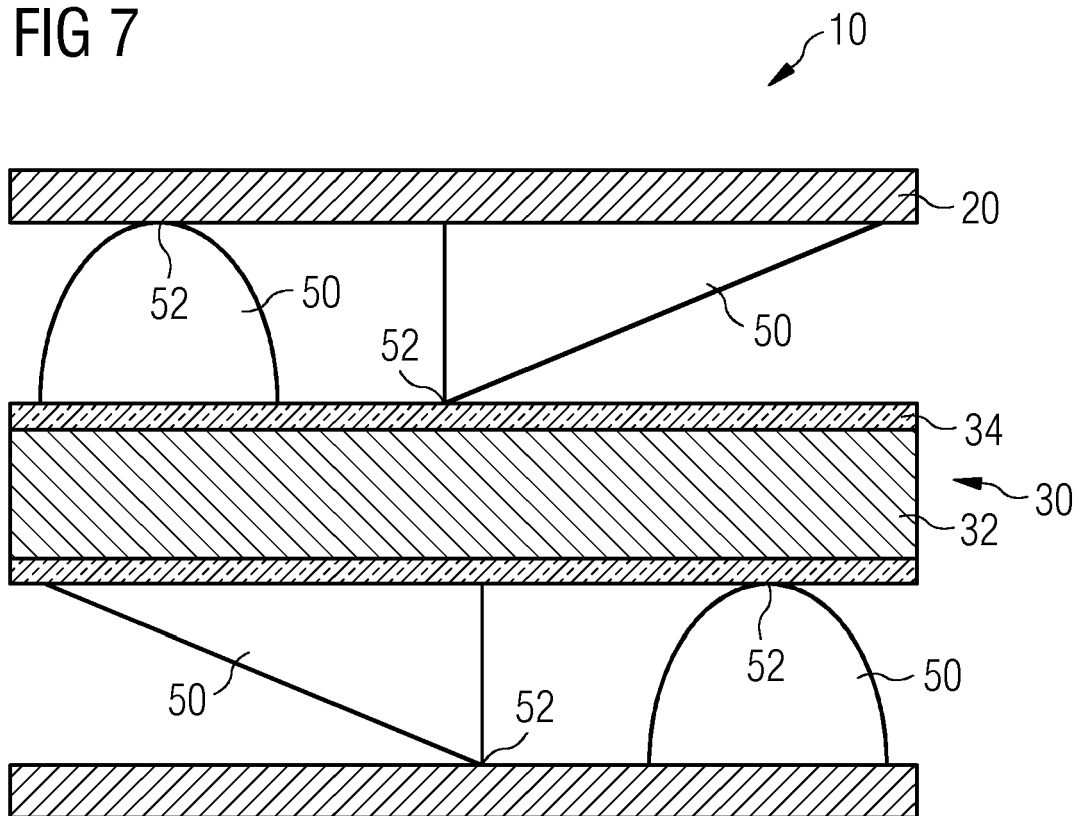


FIG 7





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 12 19 2778

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 10 2010 008776 A1 (SIEMENS AG [DE]) 25. August 2011 (2011-08-25) * das ganze Dokument *	1,5-10 2-4,11, 12	INV. H05B6/54 H05B6/62 E21B36/04
X A	----- US 2012/118879 A1 (REY-BETHBEDER FRANCK [FR] ET AL) 17. Mai 2012 (2012-05-17) * das ganze Dokument *	1,2,5-10 3,4,11, 12	
X A	----- DE 10 2007 036832 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5. Februar 2009 (2009-02-05) * das ganze Dokument *	1,5-10 2-4,11, 12	
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B E21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. April 2013	Prüfer Chelbosu, Liviu
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

1  
EPO FORM 1503 (03.02) (P04C03)

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

EP 12 19 2778

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.

16-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010008776 A1	25-08-2011	CA 2790618 A1	25-08-2011
		DE 102010008776 A1	25-08-2011
		EP 2507471 A2	10-10-2012
		WO 2011101228 A2	25-08-2011
-----			
US 2012118879 A1	17-05-2012	CA 2766566 A1	06-01-2011
		CN 102482939 A	30-05-2012
		FR 2947587 A1	07-01-2011
		US 2012118879 A1	17-05-2012
		WO 2011001408 A1	06-01-2011
-----			
DE 102007036832 A1	05-02-2009	CA 2695246 A1	12-02-2009
		DE 102007036832 A1	05-02-2009
		US 2010252249 A1	07-10-2010
		WO 2009019197 A2	12-02-2009
-----			

EPO FORM P0461

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