

(19)



(11)

EP 3 029 403 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:
F26B 5/04 (2006.01)
F26B 21/14 (2006.01)
F26B 21/02 (2006.01)
H01F 27/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14075076.1**

(22) Anmeldetag: **03.12.2014**

(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: **Gmeiner, Paul**
8966 Oberwil-Lieli (CH)

(72) Erfinder: **Gmeiner Paul**
8966 Oberwil Lieli (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen der Feststoffisolation des Aktivteils eines elektrischen Gerätes nach der Vapour-Phase Methode**

(57) Das Verfahren dient dem Trocknen der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation des Aktivteils (1.1) eines elektrischen Geräts nach der Vapour - Phase - Methode. Bei diesem Verfahren wird überhitztes Solvent in einem evakuierten Strömungskanal unter Erzeugung eines Solventsattdampfstrahls (3.9) verdampft.

Um die Effizienz des Verfahrens zu erhöhen wird ein erster Teil des überhitzten Solvents unter Erzeugung eines ersten Solventsattdampfstrahls (3.9) in einen ersten (3) und ein verbleibender zweiter Teil des aufgeheizten Solvents unter Erzeugung eines zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) in einen zweiten Abschnitt (3.2) des Strömungskanals eingespritzt, wobei am Erzeugungsort (3.2.2) des zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

- (a) der erste Solventsattdampfstrahl,
- (b) durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf (10),
- (c) durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
- (d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

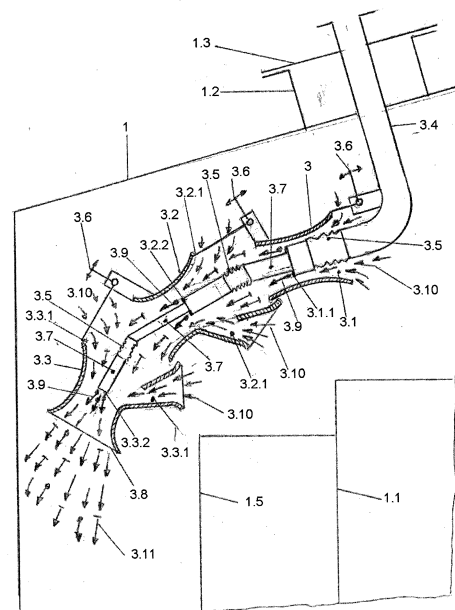


Fig 2

EP 3 029 403 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verfahren nach dem einleitenden Teil von Patentanspruch 1 und auf eine Vorrichtung nach dem einleitenden Teil von Patentanspruch 8 zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Mit dem vorgenannten Verfahren kann die Feststoffisolation des Aktivteils im Gehäuse des elektrischen Gerätes, typischerweise eines Transformators, getrocknet werden, gegebenenfalls aber auch in einem stationären Autoklaven. Insbesondere kann ein neu ausgelieferter Transformator vor dem Befüllen mit Isolieröl am Aufstellungsort getrocknet werden. Es kann aber auch das Aktivteil eines im Feld stehenden elektrischen Gerätes getrocknet und die Feststoffisolation von altem Isolieröl befreit werden, mit dem das Gehäuse des Transformators während seines Betriebs im Feld gefüllt ist. Das Aktivteil umfasst unter anderem Feststoffisolationen, die vor dem Betrieb des Transformators mit Isolieröl überflutet sind. Der Aktivteil ist im vakuumfest ausgebildeten Gehäuse des Transformators eingebaut und während des Verfahrens auf Unterdruck gehalten.

[0003] Es gibt Verfahren, bei denen zum Zweck der Trocknung, erwärmtes Isolieröl unter Vakuum über das Aktivteil eines Transformator verteilt und dieses dabei aufgeheizt wird. Hierbei wird nur so viel erwärmtes Isolieröl in den unteren Teil des Transformators eingefüllt, dass die Feststoffisolationen nicht überflutet sind. Anschliessend wird das Isolieröl erhitzt und im Umwälzverfahren über die Feststoffisolationen verteilt bis die gewünschte Trocknungstemperatur erreicht ist. Infolge Erwärmung der Feststoffisolationen unter Vakuum wird aus den Feststoffisolationen Feuchtigkeit abgedampft und zusammen mit der vorhandenen Leckluft durch eine Vakuumanlage abgesaugt und Wasserdampf in einem Kondensator auskondensiert.

[0004] Des weiteren gibt es auch Verfahren, welche die Kondensationswärme von Solventdampf zum raschen Aufheizen des Aktivteils ausnutzen. Der Solventdampf kann alternativ innerhalb oder ausserhalb des Transformatorgehäuses erzeugt werden. Der während des Aufheizens aus den Feststoffisolationen austretende Wasserdampf und der im Transformatorgehäuse vorhandene Solventdampf wird zusammen mit der nicht zu vermeidenden Leckluft einer Kondensations- und Trennvorrichtung zugeführt, in der das kondensierte Wasser vom kondensierten Solvent getrennt und die Leckluft mit einer Vakuumpumpe abgesaugt wird. Das aus der Feststoffisolation ausgewaschene alte Imprägnieröl wird durch Destillation aus dem Solvent entfernt.

[0005] Ferner gibt es Verfahren, bei welchen das Aufheizen in einer ersten Phase durch Kondensation von Solventdampf und in einer zweiten Phase durch Umwälzen und Versprühen von erhitztem Isolieröl über den Aktivteil erreicht wird. Der dabei aus der Isolation austretende Wasserdampf wird zusammen mit den Solvent/Oeldämpfen einer Kondensationseinrichtung zuge-

führt, dabei kondensiert und die Leckluft mit einer Vakuumpumpe abgesaugt.

STAND DER TECHNIK

[0006] Ein Trocknungsverfahren der eingangs genannten Art und die geeignete Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens sind in EP 1528342 B1 beschrieben. Eine in Fig.6 dargestellte Vorrichtung zur Durchführung eines nach der Vapour-Phase-Methode arbeitenden Trocknungsverfahrens für isolierölgetränkte Feststoffisolationen eines Transformators weist ausserhalb eines Gehäuses des Transformators angeordnet, einen Solventerhitzer sowie eine Förderpumpe auf. Im Solventerhitzer erwärmtes Solvent wird im Umwälzverfahren in flüssiger Form in einen innerhalb des Transformatorgehäuses liegenden, nach Art einer Venturidüse ausgebildeten Strömungskanal geführt. Beim Eintritt des erwärmten, flüssigen Solvents in den Strömungskanal verdampft ein Teil des Solvents und kondensiert an den zu trocknenden und von altem Isolieröl (Altöl) zu befreienden Feststoffisolationen und fördert so durch rasches Aufheizen der Feststoffisolationen den Austritt von Wasser aus den Isolationen. Zugleich wird durch das Solvent das Altöl aus den Isolationen herausgelöst. Dadurch, dass der Strömungskanal nach Art einer Venturidüse ausgebildet und als offener Kanalabschnitt im Innenraum des Gehäuses angeordnet ist, wird die Zirkulationsgeschwindigkeit eines beim Aufheizen der Feststoffisolationen gebildeten, Solvent- und Wasserdampf enthaltenden Mischdampfstroms stark erhöht, was zu gutem Wärmeübergang auf den Transformatoraktivteil führt. Bei Transformatoren mit relativ kleinem Entleerungs/Ablaufstutzen, können jedoch nur reduzierte Mengen von erhitztem Solvent aus dem Transformatorgehäuse abgepumpt und in den Strömungskanal eingespritzt werden. Dadurch ist die Aufheizleistung der Apparatur stark reduziert, was zu verlängerten Trocknungszeiten führt.

[0007] Ein weiteres Trocknungsverfahren nach der Vapour-Phase-Methode beschreibt EP 1 224 021 B1. Bei diesem Stand der Technik wird das erhitzte Solvent im Umwälzverfahren in flüssiger Form über Expansionsventile, Expansionsbehälter oder Verdampfer in das Transformatorgehäuse geführt, wo es zum Aufheizen direkt das Aktivteil des Transformators anströmt und zum Teil verdampft. Aus den Isolationen ausgewaschenes altes Isolieröl (Altöl) wird zusammen mit dem Solvent umgewälzt und belegt beim Anströmen des Aktivteils dessen Oberfläche wieder mit dem ausgewaschenen Altöl. Bei Transformatoren mit relativ kleinem Entleerungs/Ablaufstutzen, können nur reduzierte Mengen von erhitztem Solvent umgewälzt, respektiv über die Expansionsventile eingespritzt werden. Dadurch ist die Aufheizleistung der Apparatur stark reduziert, was zu langen Trocknungszeiten und ungenügenden Trocknungstemperaturen führt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad und die Effizienz des Verfahrens der eingangs genannten Art zu erhöhen und zugleich eine Vorrichtung zu schaffen, welche geeignet ist, dieses Verfahren in einfacher und wirtschaftlicher Weise durchzuführen.

[0009] Gemäss der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Trocknen der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation des Aktivteils eines elektrischen Geräts nach der Vapour - Phase -Methode bereitgestellt. Bei diesem Verfahren wird in mindestens einer Aufheizphase bei Unterdruck das Aktivteil durch Kondensation von Solventsattdampf aufgeheizt und in mindestens einer daran anschliessenden Drucksenkungsphase dabei anfallender, zumindest Solvent- und Wasserdampf enthaltender Mischdampf durch Kondensation aus einem das Aktivteil aufnehmenden Vakuumbehälter abgesaugt, wobei überhitztes Solvent unter Erzeugung eines Solventsattdampfstrahls in einem Strömungskanal verdampft wird, der mindestens eine im Vakuumbehälter angeordnete erste Einsaugöffnung sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung aufweist. Ein erster Teil des überhitzten Solvents wird hierbei unter Erzeugung eines ersten Solventsattdampfstrahls in einen ersten und ein verbleibender zweiter des aufgeheizten Solvents unter Erzeugung mindestens eines zweiten Solventsattdampfstrahls in mindestens einen zweiten Abschnitt des Strömungskanals eingespritzt, wobei am Erzeugungsort des zweiten Solventsattdampfstrahls die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

- (a) der erste Solventsattdampfstrahl,
- (b) durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf,
- (c) durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
- (d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

Durch das mehrstufige Einspritzen des überhitzten Solvents in mehreren geeignet miteinander verbundenen Verdampferstufen in den Strömungskanal erhöht sich die Turbulenz des in den Verdampferstufen erzeugten Solventsattdampfs und des eingesaugten Mischdampfs beim Austritt aus dem Strömungskanal in den Vakuumbehälter. Daher kann die Feststoffisolation des Aktivteils rascher und gleichmässiger aufgeheizt werden und kann so die Trocknungszeit verkürzt und die Qualität der Trocknung verbessert werden. Durch das Einspritzen des erhitzten Solventes mit hoher Geschwindigkeit in mehreren Stufen, vermischt sich der dabei entstehende Solventsattdampf mit dem aus Vakuumbehälter zugeführten und durch die Eintrittsöffnungen des Strömungskanals eingesaugtem Mischdampf. Dadurch werden in vorteilhafter Weise neben der kurzen und gleichmässigen

Aufheizung der Feststoffisolation auch eine genaue Ueberwachung der Solventdampf Temperatur und eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des Solventdampfes sichergestellt.

[0010] Mit Vorteil wird das überhitzte Solvent auf eine Temperatur aufgeheizt, die oberhalb der zulässigen Trocknungstemperatur und unterhalb des Zündpunkts des Solvents liegt. Bei einer solch hohen Solventtemperatur verdampft bei der mehrstufigen Solventdampferzeugung der Hauptteil des zugeführten, überhitzten Solvents zu Solventsattdampf, Dies bringt den Vorteil, dass nur wenig nicht verdampftes Solvent über einen Entleerungsstutzen aus dem Vakuumbehälter abgeführt wird und selbst mit Vakuumbehältern, die als Transformatorgehäuse ausgebildet sind und lediglich kleine Entleerungsstutzen aufweisen, grosse Verdampferheizleistungen und damit eine besonders hohe Effizienz des Verfahrens nach der Erfindung erreicht wird.

[0011] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens, bei der der Vakuumbehälter aus einem das Aktivteil aufnehmenden Transformatorgehäuse und einem Dampferzeugergehäuse besteht, welches an einer Gehäuseöffnung ans Transformatorgehäuses angesetzt ist und welches den Strömungskanal aufnimmt, können das nicht verdampfte Solvent und gegebenenfalls vorhandenes Isolieröl zwischen der Austrittsöffnung des Strömungskanals und der Öffnung des Transformatorgehäuses aus einem an der Austrittsöffnung aus dem Strömungskanal tretenden Dampfstrahl abgeschieden und aus dem Verdampfergehäuse entfernt werden

[0012] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens, bei der der erste und der zweite Abschnitt des Strömungskanals jeweils nach Art einer Venturidüse ausgebildet sind, kann der erste Teil des überhitzten Solvents an einer Verengung des ersten Abschnitts und der zweite Teil des überhitzten Solvents an einer Verengung des zweiten Abschnitts in den Strömungskanal eingespritzt werden. Dadurch wird erreicht, dass nur am Aktivteil kondensiertes Solvent über einen Entleerungsstutzen aus dem Transformatorgehäuse entfernt werden muss. Ein grosser Teil von nicht verdampftem Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Altöl wird im Verdampfergehäuse aus dem Vakuumbehälter entfernt. Dadurch wird der Entleerungsstutzen entlastet und kann daher klein bemessen sein. Es wird so trotz kleinem Entleerungsstutzen eine grosse Umwälzmenge an Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Altöl ermöglicht, was eine hohe Leistung des Solventverdampfers gewährleistet.

[0013] Während der Drucksenkungsphase anfallendes Solvent und gegebenenfalls anfallendes Isolieröl kann infolge von Gravitation oder Druckdifferenz aus dem Vakuumbehälter entfernt und nach Überhitzen des Solvents wieder in den Strömungskanal eingespritzt werden.

[0014] Gegebenenfalls anfallendes, am Ende der Drucksenkungsphase noch im Vakuumbehälter vorhandenes Isolieröl kann infolge von Gravitation oder einer Druckdifferenz zwischen dem Vakuumbehälter und ei-

nem Entleerungsbehälter aus dem Vakuumbehälter entfernt werden.

[0015] Bei der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens kann in einer an die Drucksenkungsphase anschliessenden Feinvakuumphase das überhitzte Solvent zur Bildung von überhitztem Solventdampf in den Strömungskanal eingespritzt werden, um so die Effizienz beim Nachheizen und dementsprechend beim Trocknen in der Feinvakuumphase zu erhöhen.

[0016] Gemäss der vorliegenden Erfindung wird ein auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens bereitgestellt, die einen Vakuumbehälter zur Aufnahme einer Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenen Feststoffisolation des Aktivteils eines elektrischen Geräts enthält und jeweils mit dem Vakuumbehälter kommunizierend: eine Vakuumanlage, eine Vorrichtung zum Erwärmen von Solvent, einen im Vakuumbehälter angeordneten Solventdampferzeuger mit einem Strömungskanal, der mindestens eine im Vakuumbehälter angeordnete erste Einsaugöffnung sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung aufweist, und eine Kondensationsvorrichtung zum Absaugen von Mischdampf aus dem Vakuumbehälter.

Der Solventdampferzeuger kann mindestens zwei entlang dem Strömungskanal voneinander mit Abstand angeordnete Dampferzeugerstufen aufweisen, mit der ersten der beiden Dampferzeugerstufen ist in einem ersten Abschnitt des Strömungskanals ein erster Solventsattdampfstrahl erzeugbar ist, und können die beiden Dampferzeugerstufen derart ausgebildet und angeordnet sein, dass am Erzeugungsort des zweiten Solventsattdampfstrahls die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

- (a) der erste Solventsattdampfstrahl,
- (b) durch die erste Einsaugöffnung eingesaugter Mischdampf,
- (c) durch eine zweite Einsaugöffnung eingesaugter Mischdampf und
- (d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

[0017] Der Solventdampferzeuger kann ein mittig im Strömungskanal geführtes Rohr zum Speisen der Dampferzeugerstufen mit überhitztem Solvent aufweisen, welches Rohr zumindest abschnittsweise flexibel ausgebildet sein kann.

[0018] Die Richtung eines aus der Austrittsöffnung des Strömungskanals fuhrbaren Dampfstrahls kann in Abhängigkeit von der Lage der Feststoffisolation veränderbar sein.

[0019] Der Vakuumbehälter kann auch aus einem das Aktivteil aufnehmenden Transformatorgehäuse und einem Verdampfergehäuse bestehen, welches an einer Gehäuseöffnung ans Transformatorgehäuses angesetzt ist und welches den Solventverdampfer und eine Trennvorrichtung aufnimmt, die zum Abscheiden von nicht ver-

dampftem Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Isolieröl zwischen der Austrittsöffnung und der Öffnung des Transformatorgehäuses und zum Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumgehäuse vorgesehen ist.

[0020] Das Verdampfergehäuse kann zwei durch eine Trennwand voneinander getrennte Kammern aufweisen, von denen eine erste den Solventdampferzeuger und ein Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse fuhrendes Zufuhrrohr aufnimmt, und die zweite Kammer einen ins Transformatorgehäuse mündenden Austritt zum Fuhren einer Dampfströmung, die nach dem Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls vorwiegend Solventsattdampf und Mischdampf enthält.

[0021] Die Trennvorrichtung kann mindestens ein Strömungsumlaufblech aufweisen zum Umlenken eines durch die Austrittsöffnung des Strömungskanals fuhrbaren Dampfstrahls von der ersten in die zweite Kammer, mindestens ein Ablaufblech zum Auffangen des abgeschiedenen, nicht verdampften Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls und ferner mindestens ein Entleerungsrohr zum Auffangen und Entfernen des abgeschiedenen Solvents und das gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumbehälter.

[0022] Der Vakuumbehälter kann eine an dessen tiefsten Punkt gefuhrt Entleerungsleitung aufnehmen, die durch eine vorzugsweise als Entleerungsstutzen ausgebildete Öffnung des Vakuumbehälters mit einem evakuierbaren Entleerungsbehälter verbunden ist.

[0023] Bei der Durchführung des Verfahrens werden aus einem beim Aufheizen sich bildenden Mischdampfstrom zumindest Wasser und Solvent abgeschieden und wird nach Abschluss der ersten Phase des Aufheizvorgangs das aufgeheizte Aktivteil zum Trocknen auf Unterdruck gehalten. Während dieser Unterdruckphase wird das am Boden des Gehäuses vorhandene Oel/Solventgemisch einerseits via den Entleerungsstutzen durch eine Pumpe abgezogen und andererseits parallel via eine innerhalb des Entleerungsstutzen angebrachte kleine Entleerungsleitung in einen Entleerungsbehälter abgesaugt, der unter einem tieferen Druck steht als das Transformatorgehäuse. Während dieser Unterdruckphase wird das abgepumpte und abgesaugte Oel/Solventgemisch wieder erhitzt und solange dem Gehäuse zugefuhrt, bis alles Solvent verdampft und in einem ausserhalb des Gehäuses liegenden Kondensationssystem kondensiert ist. Das am Boden des Gehäuses angesammelte Oel wird einerseits via Entleerungsstutzen und Pumpe und andererseits via eine kleine Entleerungsleitung vollständig in den Entleerungsbehälter entleert. Falls während der Unterdruckphase das Niveau des Oel/Solventgemisches im Transformator unterhalb des Entleerungsstutzen absinkt, sodass ein Umwälzen und Aufheizen durch die Förderpumpe nicht möglich ist, wird das am Boden des Transformatorgehäuses vorhandene Oel/Solventgemisch via kleine Entleerungsleitung

dem Entleerungsbehälter und dem Destillationsverdampfer zugeführt, umgewälzt und erhitzt, bis sämtliches Solvent abgedampft, in einem ausserhalb des Gehäuses liegenden Kondensationssystem kondensiert ist. Das im Destillationsverdampfer vorhandene Öl wird dem Altöltank zugeführt.

[0024] Falls die Temperatur des Transformatoraktivteils noch nicht die spezifizierten Werte erreicht hat, wird neues Solvent in das Transformatorgehäuse eingefüllt und weitere Aufheiz und Unterdruckphasen in der gleichen Art und Weise wie die erste Aufheizphase eingeleitet. Der Hauptteil des Altöls vom Aktivteil wird in der ersten Aufheizphase ausgewaschen. Die Entleerung von kleinen Restmengen Öl/Solventgemisches in den nachfolgenden Aufheizphasen erfolgt durch eine kleine Entleerungsleitung in den Entleerungsbehälter und via Förderpumpe, Solventerhitzer in den Destillationsverdampfer und nach dem Abdampfen von Restsolvent und Kondensation in einem ausserhalb des Gehäuses liegenden Kondensationssystem, wird das Öl dem Altöltank zugeführt. Dadurch ist sichergestellt, dass in der nachfolgenden Trocknungsphase, das aus der Feststoffisolation ausgewaschene Altöl weitgehend entfernt ist und somit den Transformator nicht mehr verschmutzt.

[0025] Bei der nachfolgenden Trocknungsphase (Feinvakuumphase) wird die Zufuhr von Solventsattdampf unterbrochen und bei einem gegenüber der Aufheizphase verringertem Unterdruck, Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse abgesaugt.

[0026] Alternativ wird während der Feinvakuumphase ein dem Nachheizen der Feststoffisolation dienender überhitzter Solventdampf in das

[0027] Transformatorgehäuse eingebracht. Dabei wird während des Nachheizens die Temperatur des eingebrachten, überhitzten Solventdampfs höher gehalten als die Temperatur der Feststoffisolationen und wird der Druck im Vakuumbehälter niedriger gehalten als der Druck, den der Solventdampf an seinem durch die Temperatur der Feststoffisolationen bestimmten Kondensationspunkt aufweist.

[0028] Dadurch werden die, beim Halten auf Unterdruck sich abkühlenden Feststoffisolationen des Aktivteils, durch das Einbringen von überhitztem Solventdampf nachgeheizt. Da der Druck des eingebrachten, überhitzten Solventdampfs stets unterhalb seines durch die Temperatur der Feststoffisolationen resp. den Kondensationspunkt bestimmten Kondensationsdrucks liegt, überträgt der überhitzte Solventdampf lediglich durch Konvektion und Strahlung Energie, so dass Kondensation an den Oberflächen der Feststoffisolation vermieden wird. Der überhitzte Solventdampf strömt infolge des Druckunterschiedes in alle Kanäle und Hohlräume der Feststoffisolation ein und erwärmt diese vorzugsweise durch Konvektion. Dadurch dass kein überhitzter Solventdampf am Aktivteil kondensiert und in die Isolation eindringt muss auch kein Solvent wieder rückverdampft werden, dadurch resultiert auch keine Temperaturabsenkung infolge Rückverdampfung von Solvent, was En-

ergie spart, infolge der höheren Isolationstemperatur die Trocknungsqualität erhöht und die Trocknungszeit reduziert.

[0029] Dementsprechend reduziert sich nicht nur die Durchlaufzeit, sondern auch den Energiebedarf des erfindungsgemässen Trocknungsverfahren gegenüber dem Stand der Technik, bei dem ein solches Nachheizen mit überhitztem Solventdampf in Kombination mit Einspritzen von überhitzten Solvent/Oelgemisch in mehreren Stufen nicht vorgesehen ist.

[0030] Die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens vorgesehene Vorrichtung kann nebst dem das Aktivteil aufnehmende Transformatorgehäuse kommunizierend eine Vakuumanlage, eine Vorrichtung zum Erwärmen von Solvent, eine innerhalb des Transformatorgehäuse angeordnete mindestens 2 stufige Solventsattdampf und überhitzter Solventdampf erzeugende Apparatur, eine Kondensationsvorrichtung zum Absaugen des Mischdampfs aus dem Transformatorgehäuse enthalten. Diese Solventsattdampf bildende mindestens 2 stufige Vorrichtung weist einen unterhalb des Transformatorgehäuse angeordneten Entleerungsbehälter zur Restentleerung von erwärmtem Solvent/Oelgemisch, aus dem Transformatorgehäuse, ein ausserhalb des Entleerungsbehälters angeordnetes, verbindendes Vakuumregelventil zur Regelung des Druckes in Funktion des im Transformatorgehäuse herrschenden Drucks auf. Am Entleerungsstutzen des Transformatorgehäuse angebaut ist ein Anschlussflansch mit Ablassleitung und integrierter, in der Höhe einstellbarer Entleerungsleitung.

[0031] Der Dampferzeuger kann mindestens zwei, die Kontur von Venturidüsen aufweisenden Jet-Einspritzkanäle enthalten, sowie mindestens zwei in den Jet-Einspritzkanälen angeordneten Zuführrohre, Verbindungsrohre mit Einspritzöffnungen für Zuführung von überhitztem Solvent/Oelgemisch während dem Aufheizen, sowie Zuführung von erwärmten Solvent aus dem Solventvorratstank für das Nachheizen.

[0032] Die Einspritzöffnungen von Solvent kann im Bereich der von der Kontur der Venturirohre bestimmten Engstelle der Jet-Einspritzkanäle angeordnet sein.

[0033] Bei mehrstufigen Solventdampferzeugern, können bei den einzelnen Solventdampferzeugern, Einsaugöffnungen für Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse vorhanden sein. Dadurch wird in vorteilhafterweise die Solventdampfumwälzmenge erhöht sowie die Regulierung der Solventdampf Temperatur optimiert.

[0034] Bei mehrstufigen Solventdampferzeugern, können bei den einzelnen Solventdampferzeugern die Einspritzkanäle sowie die Austrittsöffnungen räumlich variabel gerichtet sein.

[0035] Die Jet-Einspritzkanäle können so ausgerichtet sein, dass eine beim Heizen aus dem letzten Kanal austretende Strömungen von Solventsattdampf und oder überhitztem Solventdampf in variablen Richtungen in einen vom Aktivteil und der Innenwand des Transformatorgehäuse begrenzten Raum treten.

[0036] Alternativ kann die mindestens 2 stufige Sol-

ventsattdampf und überhitzten Solventdampf erzeugende Apparatur in einem mit dem Transformatorgehäuse verbundenem Verdampfergehäuse eingebaut sein. Die Zuführung von erhitztem Solvent/Oelgemisch in das Verdampfergehäuse erfolgt via Zuführstutzen und Solventzuführrohr zur mindestens 2 stufigen Solventsattdampf und überhitzter Solventdampf erzeugenden Apparatur. Trennwände und Ablaufstutzen im Verdampfergehäuse stellen sicher, dass das nicht verdampfte Solvent/Oelgemisch direkt einer Förderpumpe zugeführt wird und nicht in das Transformatorgehäuse fliesst. Dadurch muss nur das am Aktivteil kondensierte Solvent durch den extrem kleinen Entleerungsstutzen am Transformatorgehäuse abgeführt werden. Daher kann die Förderleistung der Solventpumpe auch bei kleinem Entleerungsstutzen des Transformatorgehäuses in vorteilhafter Weise erhöht werden, was eine grosse Verdampferheizleistung sicherstellt und die Trocknungszeit reduziert.

[0037] Die Trocknungsvorrichtung kann eine dem Solventerhitzer nachgeschaltete Vorrichtung zum Abdestillieren von restlichem Solvent mit einem ausserhalb der Vorrichtung angeordnetes, verbindendes Vakuumregelventil zur Regelung des Druckes enthalten. Dadurch ist eine Destillation auch von kleinen Mengen eines Solvent/Oelgemisches ausserhalb des Transformatorgehäuses sichergestellt.

[0038] Diese Destillation erfolgt parallel zur Trocknung, dadurch wird einerseits Trocknungszeit verkürzt und andererseits sichergestellt, dass kein Altöl im Transformatorgehäuses liegen bleibt.

[0039] An einem als Barrierenisolation ausgebildeten Teil der Feststoffisolationen kann ein der Messung der Temperatur der Feststoffisolationen dienender Temperatursensor angeordnet sein.

[0040] Ausserhalb des Transformatorgehäuse kann ein das Transformatorgehäuse mit der Kondensationsvorrichtung verbindendes Regelventil vorgesehen sein zum Regeln des im Transformatorgehäuse herrschenden Drucks in Funktion der Temperatur der Feststoffisolationen während des Nachheizens.

[0041] Im luftgekühlten Kondensator/Abscheider erwärmte Luft kann an eine als Boden ausgebildete Aussenwand des Transformatorgehäuses geführt werden. Die Wärmeabstrahlung des Gehäuses kann so reduziert und dementsprechend Energie eingespart werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0042] Anhand von Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig.1 eine erste Ausführungsform einer Trocknungsvorrichtung, in der das erfindungsgemässe Verfahren zur Trocknung und Reinigung der Imprägnieröl enthaltenden Feststoffisolationen eines elektrischen Gerätes durchgeführt wird,

Fig.2 in vergrösserter Darstellung eine detaillierte

Darstellung eines Solventsattdampferzeugers der Trocknungsvorrichtung gemäss Fig.1,

Fig.3 eine gegenüber der erste Ausführungsform ergänzte zweite Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung,

Fig.4 in vergrösserter Darstellung eine detaillierte Darstellung eines Solventsattdampferzeugers der Trocknungsvorrichtung gemäss Fig.3,

Fig.5 ein Diagramm, in dem der Verlauf wesentlicher Verfahrensparameter des erfindungsgemässen Verfahrens, wie der Druck im Gehäuse des elektrischen Gerätes, die Temperatur der Feststoffisolation und das Solvent/Oelniveau im Gehäuse, während der verschiedenen Prozessphasen dargestellt sind, und

Fig.6 ein Diagramm, in dem der Verlauf wesentlicher Verfahrensparameter des erfindungsgemässen Verfahrens, wie der Druck im Gehäuse des elektrischen Gerätes, die Temperatur der Feststoffisolation und das Solvent/Ölniveau im Gehäuse, während der verschiedenen Prozessphasen mit zusätzlicher Nachheizphase dargestellt sind.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0043] In allen Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen auch gleichwirkende Teile. Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Trocknungsvorrichtung dient dem Trocknen eines Feststoffisolationen 1.5 enthaltenden Aktivteils 1.1, sowie der Entfernung des Imprägnieröles aus Aktivteils 1.1 und Feststoffisolationen 1.5 eines als Transformator ausgeführten elektrischen Gerätes in dessen vakuumdicht ausgeführten Gehäuse 1.

[0044] Zum Aufheizen des Aktivteils 1.1 kann in einem Erhitzer 2 wahlweise Solvent oder Solvent/Oelgemisch erwärmt werden. Das Solvent ist im allgemeinen ein Leichtöl mit einem wesentlich höheren Siedepunkt als Wasser und einem wesentlich niedrigeren Siedepunkt als ein beim Trocknen gegebenenfalls noch in den Feststoffisolationen 1.5 vorhandenes Imprägnieröl, mit dem das Gehäuse 1 des Transformators während seines Betriebs gefüllt ist, und das vor dem Trocknen des Aktivteils 1.1 aus dem Transformatorgehäuse 1 entleert wird. Das für die Aufheizung des Aktivteils 1.1 notwendige Solvent wird aus einem Solventlagertank 13.2 via Absperrventile 21,21.7, Ablassleitung 6,Entleerungsstutzen 1.4 und alternativ parallel via Absperrventil 21.6, 21.4, Entleerungsleitung 7 in das unter Vakuum stehende Gehäuse 1 eingezogen bis Niveauschalter 5 überflutet ist.

[0045] In der Heizphase H1 wird das im Gehäuse 1 vorhandene Solvent durch den Entleerungsstutzen 1.4, Ablassleitung 6, Absperrventil 21.7, Entleerungsleitung 7, Absperrventile 21.4,21.6, Filter 8, Absperrventil 21.1,

der Förderpumpe 9 zugeführt und danach, via Absperrventil 21.2, Solventzuführleitung 2.3 zum Solventerhitzer 2 gefördert. Das überhitzte Solvent wird über Solventverteilung 2.2, Absperrventil 22, durch einen Abdeckflansch 1.3 zu einem innerhalb des Transformatorgehäuses 1 angeordneten Solventzuführrohr 3.4, flexibles Verbindungsrohr 3.5, zu den Einspritzöffnungen 1. Stufe 3.1.1 geführt. Beim Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3, verdampft Solvent unter gleichzeitiger Abkühlung teilweise. Die Einspritzöffnungen 1. Stufe 3.1.1 und der Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 wirken daher quasi als Verdampfer. Durch das Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den nach Art einer Venturidüse ausgeführten Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 mit hoher Geschwindigkeit und das gleichzeitige Entstehen von Solventsattdampf 3.9 im Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 wird zusätzlich Solventmischdampf 3.10 aus dem Gehäuse 1 in den Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 eingesaugt, was in vorteilhafter Weise zu höherer Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1 führt. Dabei ist der Stufe1 Jet-Einspritzkanal 3 so gerichtet, dass die aus diesem Kanal austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltende Solventdampfströmung 3.9 und der durch die Einsaugöffnung 1. Stufe 3.1 eingesaugte Solventmischdampf 3.10 dem Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 zuströmt.

[0046] Das restliche erhitze Solvent oder Solvent/Oelgemisch wird durch Verbindungsrohr 3.7, flexibles Verbindungsrohr 3.5 den Einspritzöffnungen 2. Stufe 3.2.2 zugeführt, welche ebenfalls an der engsten Stelle des Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 liegen. Beim Austritt des erhitzten Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2, kühlt sich das erhitze Solvent oder Solvent/Oelgemisch weiter ab bei gleichzeitiger Entstehung einer Solventsattdampfströmung 3.9 hoher Geschwindigkeit im Stufe 2 Einspritzkanal 3.2. Dadurch wird wie bei Stufe1 beschrieben, Solventmischdampf 3.10 aus dem Gehäuse 1 durch die Einsaugöffnung 2. Stufe 3.2.1 in den, Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 eingesaugt. was in vorteilhafter Weise, Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1 weiter erhöht. Dabei ist der Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 so gerichtet, dass die aus den Einspritzöffnungen 2. Stufe 3.2.1 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltende Solventdampfströmung 3.9 und der durch die Einsaugöffnung 2. Stufe 3.2.1 eingesaugte Solventmischdampf 3.10 dem Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 zuströmt. Dies erhöht vorteilhaft die Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1.

[0047] Das restliche erhitze Solvent oder Solvent/Oelgemisch wird durch Verbindungsrohr 3.7, flexibles Verbindungsrohr 3.5 den Einspritzöffnungen 3. Stufe 3.3.2 zugeführt, welche ebenfalls an der engsten Stelle des Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 liegen. Beim Austritt des erhitzten Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3, kühlt sich das erhitze Solvent oder Solvent/Oelgemisch weiter ab bei gleichzeitiger

Entstehung einer Solventsattdampfströmung 3.9, hoher Geschwindigkeit in Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3. Dadurch wird wie bei Stufe1 und Stufe 2 beschrieben, Solventmischdampf 3.10 aus dem Gehäuse 1 durch die Einsaugöffnung 3. Stufe 3.3.1 in den, Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 eingesaugt. was in vorteilhafter Weise Turbulenz des Solventdampfes im Gehäuse 1 nochmals erhöht. Dabei ist der Stufe 3 Jet-Einspritzkanal 3.3 so gerichtet werden, dass die aus den Einspritzöffnungen 3. Stufe 3.3.2 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung 3.9 und der durch Einsaugöffnung 3. Stufe 3.3.1 eingesaugte Solventmischdampf 3.10, die austretende Solventsattdampf/Mischdampfströmung 3.11 bildet und mit hoher Geschwindigkeit aus der Austrittsöffnung Solventmischdampf 3.8, in den freien Raum zwischen Transformatorgehäuse 1 und Aktivteil 1.1 austritt. Dies optimiert in vorteilhafter Weise Turbulenz sowie Geschwindigkeit des Solventdampfes im Gehäuse 1, die Temperaturkontrolle Solventmischdampf 3.11, sowie die Trocknungsqualität bei gleichzeitiger Reduktion der Aufheizzeit.

[0048] Das Transformatorgehäuse 1 weist unten in seinem Boden ein Entleerungsstutzen 1.4 für kondensiertes Solvent auf, sowie für gegebenenfalls vom Solvent aus den Feststoffisolationen 1.5 ausgewaschenes Altöl. Der Entleerungsstutzen 1.4 ist über eine Entleerungsleitung 7, Absperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1, einen Entleerungsbehälter 10, Absperrventil 21.11 mit einer Förderpumpe 9.1 verbunden. Entleerungsbehälter 10 ist via Vakuumregelventil 11, Vakuumverbindungsleitung 17.1, Absperrventil 24.1 mit der Vakuumanlage 19 verbunden und alternativ via Vakuumregelventil 11, Vakuumverbindungsleitung 17.1, Absperrventil 24, mit dem N2 Gasspeicher 20, für minimale Druckerhöhung im Entleerungsbehälter 10 während Solvent/Oelentleerung. Der Austritt der Förderpumpe 9.1 ist über ein Absperrventil 21.13 mit dem Solventerhitzer 2 verbunden oder alternativ über ein Absperrventil 21.12 mit Altöltank 13, zur Aufnahme des gegebenenfalls vorhandenen Altöls, welches beim Trocknen des Transformatoraktivteils 1.1 durch das Solvent aus den Feststoffisolationen 1.5 herausgelöst und nachfolgend durch Destillation vom Solvent abgetrennt wurde. Entleerungsstutzen 1.4 ist parallel via Ablassleitung 6, Absperrventil 21.7, Filter 8, Absperrventil 21.1 mit der Förderpumpe 9 verbunden. Der Austritt der Förderpumpe 9. ist über ein Absperrventil 21.2 mit dem Solventerhitzer 2 verbunden oder alternativ über ein Absperrventil 23, mit Altöltank 13, zur Aufnahme von abdestilliertem Altoel, oder alternativ über Absperrventil 21.16, 21.17, mit Solventlagertank 13.2 für Rückführung von allfälligem Solvent aus dem Transformatorgehäuse.

[0049] Der Solventerhitzer 2 ist via Solventverteilung 2.2, Absperrventil 21.3 mit Destillationsverdampfer 12 verbunden. Der Destillationsverdampfer 12 ist via Vakuumregelventil 11.1, Vakuumverbindungsleitung 17.1, Absperrventil 24.1 mit der Vakuumanlage 19 verbunden. Entleerung von abdestilliertem Altoel via Absperrventil

21.10, Förderpumpe 9.1, Absperrventil 21.12 in den Altöltank 13 oder alternativ, via Absperrventil 21.14, Filter 8, Absperrventil 21.1, Förderpumpe 9, Absperrventile 21.2 und 23 in den Altöltank 13.

[0050] Das Transformatorgehäuse 1 ist über eine zunächst Mischdampf führende Leitung 14.1, ein Solventdampfregelventil 14, einen luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 und einen Mischdampfkondensator 17 mit einer Vakuumanlage 19 verbunden. Der Mischdampfkondensator 17 weist zwei Ablaufstutzen auf, von denen der eine, mit der Vakuumanlage 19 verbunden ist und der andere für Entleerung von Solvent und Wasser, via Absperrventil 21.15, in einem, ein Wasserablassventil 18.2, enthaltenden Trennbehälter 18.

[0051] Der luftgekühlte Kondensator/Abscheider 16 weist einen der Luftzuführung von einem Ventilator 16.1 dienenden Anschlussstutzen sowie einen weiteren Anschlussstutzen auf, durch den die erwärmte Luft über eine Heissluftleitung 16.2 an den Boden des Transformatorgehäuse 1 geführt ist. Allfällig kondensierter Solvent/Öldampf wird via Ablaufstutzen 16.4, Solvent/Öl-Abtropfleitung 16.5, Absperrventil 21.8, Filter 8, Absperrventil 21.1 der Förderpumpe 9 zugeführt.

[0052] Bei der aus Fig.3 und 4 ersichtlichen zweiten Ausführungsform der Trocknungsvorrichtung wird eine 2 stufige Solventdampferzeugungsvorrichtung bestehend hauptsächlich aus Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3, Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2, und Einspritzöffnung 1. Stufe 3.1.1, Einspritzöffnung 2. Stufe 3.2.2, in ein mit dem Transformatorgehäuse 1 in Verbindung stehendes Verdampfungsgehäuse 4 eingebaut. Das Verdampfungsgehäuse 4 weist einen Anschlussflansch für Anschluss an Transformatorgehäuse 1, ein Zuführstutzen 4.4, der via Solventabsperrentil 21.17, Solventverteilung 2.2 mit dem Solventerhitzer 2 verbunden ist. Im weiteren ein Ablaufstutzen 4.3, in welchem das nicht verdampfte Solvent oder Solventoelgemisch 4.11 via Solventabsperrentil 21.18, Solventverteilung 4.12, Filter 8, Solventabsperrentil 21.1 der Förderpumpe 9 zugeführt wird.

[0053] In der Heizphase H1 wird das im Solventerhitzer 2 überhitzte Solvent über Solventverteilung 2.2, Absperrventil 21.17, Zuführstutzen 4.4 Solventzuführrohr 3.4, zu den Einspritzöffnungen 1. Stufe 3.1.1 geführt. Beim Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3, verdampft Solvent unter gleichzeitiger Abkühlung teilweise. Die Einspritzöffnungen 1. Stufe 3.1.1 und der Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3 wirken daher quasi als Verdampfer. Durch das Einströmen von überhitztem Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den nach Art einer Venturidüse ausgeführten Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3 hoher Geschwindigkeit und gleichzeitiger Entstehung von Solventsattdampf 3.9, in Stufe 1 Jet-Einspritzkanal 3 wird zusätzlich Solventmischdampf 3.10, durch ein Zuführrohr 4.10, aus dem Gehäuse 1 in den, Stufe 1 Einspritzkanal 3 eingesaugt, was in vorteilhafter Weise zu höherer Turbulenz des Solventdampfes im Verdampfungsgehäuse 4 und im Gehäuse 1 führt. Dabei ist der Stufe 1 Jet-Einspritzkanal

3 so gerichtet, dass ein Teil aus dem Strömungskanal 3 austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung 3.9 einerseits in den freien Raum im Verdampfungsgehäuse 4 austritt und andererseits ein Teil der Solventsattdampfströmung 3.9 dem Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 zuströmt.

[0054] Das restliche erhitzte Solvent oder Solvent/Oelgemisch wird durch Verbindungsrohr 3.7, den Einspritzöffnungen 2. Stufe 3.2.2 zugeführt, welche ebenfalls an der engsten Stelle des Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 liegen. Beim Austritt des erhitzten Solvent oder Solvent/Oelgemisch in den Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2, kühlt sich das erhitzte Solvent oder Solvent/Oelgemisch weiter ab bei gleichzeitiger Entstehung einer Solventsattdampfströmung 3.9, hoher Geschwindigkeit in Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2. Dadurch wird wie bei Stufe 1 beschrieben, Solventmischdampf 3.10, durch ein Zuführrohr 4.10, aus dem Gehäuse 1 in den, Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 eingesaugt, was in vorteilhafter Weise zu höherer Turbulenz des Solventdampfes im Verdampfungsgehäuse 4 und im Gehäuse 1 führt und die Aufheizzeit reduziert. Dabei ist der Stufe 2 Jet-Einspritzkanal 3.2 so gerichtet, dass die austretende und gegebenenfalls noch Solvent und Altöl enthaltene Solventdampfströmung 3.9 im Strömungsumlaufblech 4.5 die Richtung ändert und Solvent/Oelgemisch 4.11 am Strömungsumlaufblech 4.5 entlang fließt und danach entgegen der Solventdampfströmung zum Anschlussflansch des Verdampfungsgehäuse 4 abtropft und durch Ablaufstutzen 4.3 abfließt. Die Richtung des Solventsattdampfs/Mischdampfs 3.11 wird am oberen Teil der Trennwand 4.6 erneut geändert. Der Dampf wird zum Richtblech 4.5 geführt und strömt sodann mit hoher Geschwindigkeit und Turbulenz ins Transformatorgehäuse 1. Allfällig in der Solventmischdampfströmung 3.11 noch vorhandenes Solvent/Oelgemisch 4.11 wird im Ablaufblech 4.7 gesammelt und via Entleerungsrohr 4.8 dem Ablaufstutzen 4.3 zugeführt.

[0055] Die Wirkungsweise des erfindungsgemässen Trocknungsverfahrens und der zu dessen Durchführung vorgesehen erfindungsgemässen Vorrichtung ist wie folgt:

Zunächst werden mit der Vakuumanlage 19 bei geöffnetem Solventdampfregelventil 14 und geöffnetem Absperrventil 24.2 das Transformatorgehäuse 1, der luftgekühlte Kondensator/Abscheider 16, der Mischdampfkondensator 17 und der Trennbehälter 18 evakuiert. Zugleich wird vom Solventlagertank 13.2 eine genügende Menge Solvent über das Solventabsperrentil 21, 21.7, Ablassleitung 6, Entleerungsstutzen 1.4 mittels Druckdifferenz in das Transformatorgehäuse 1 eingesaugt und mit dem Niveauschalter 5 überwacht.

[0056] In einer nun folgenden aus Fig.5 ersichtlichen Aufheizphase H1 wird das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent einerseits via Entleerungsstutzen 1.4, Ablassleitung 6, Solventabsperrentile 21.7, 21.1,

Filter 8, mit der Förderpumpe 9, via Solventzufuhrleitung 2.3 dem Solventerhitzer 2 zugeführt, auf eine etwas unterhalb der Zündtemperatur von Solvent liegende Temperatur erhitzt und via Solventverteilung 2.2, Absperrventil 22 durch den Abdeckflansch 1.3 zu dem innerhalb des Transformatorgehäuse 1 angeordneten mehrstufigen Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 gepumpt und durch die mehrstufigen Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 in den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 versprüht. Andererseits wird das am Boden des Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent zusätzlich durch Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1, in den unter einem tieferen Druck stehenden Entleerungsbehälter 10 abgesaugt. Der Druck wird durch Vakuumregelventil 11, Vakuumsensor 10.2 und Vakuumanlage 19 gesteuert. Die Förderpumpe 9.1 saugt das im Entleerungsbehälter 10 vorhandene Solvent über das Absperrventil 21.11 an und fördert es kontinuierlich über das Absperrventil 21.13, den Solventerhitzer 2 und das Absperrventil 22 in den Solventdampferzeuger.

[0057] Auf das überhitzte Solvent wirkt ein Druck, der wesentlich höher ist als der im Transformatorgehäuse 1 herrschende Druck. Beim Austritt des Solventes in Stufen aus den Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 sinkt der Druck im Solvent stark ab, dabei verdampft infolge der hohen Solventtemperatur ein grosser Teil des erhitzten Solventes in mehreren Stufen unter gleichzeitiger Abkühlung um den Betrag seiner Verdampfungswärme. Infolge tieferen Druck in den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.2 gegenüber dem Transformatorgehäuse 1, strömt infolge Jetwirkung Solventmischdampf 3.10, in mehreren Stufen in die Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3, vermischt sich unter weiterer Abkühlung mit dem Solventsattdampf 3.9. Die Temperatur wird durch Temperaturregler 2.1, und 3.12 überwacht.

[0058] Der so entstehende Solventdampf kondensiert am Aktivteil 1.1 und erwärmt dieses unter gleichzeitiger Verdampfung des in den Feststoffisolationen 1.5 enthaltenen Wassers, was zur Bildung eines Solvent- und Wasserdampf enthaltenden Mischdampfes mit einem kleinen Anteil an Leckluft im Transformatorgehäuse 1 führt. Dieser Mischdampf wird mit der Vakuumanlage 19 via Solventdampfregelventil 14 abgesaugt, allfällige Öldämpfe und Öltropfen werden im luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 abgeschieden, sowie ein Teil Solventdampf kondensiert und via Solventabsperrventil 21.8, 21.1, Filter 8, der Förderpumpe 9 zugeführt. Die restlichen Solvent und Wasserdämpfe im Mischdampfkondensator 17 kondensiert. Das Kondensat fliesst via Solventabsperrventil 21.5 dem Trennbehälter 18 zu. Das getrennte Solvent wird mit der Förderpumpe 9.2 via Rückschlagklappe 25, Absperrventil 21.16 wieder dem Solventkreislauf zugeführt und im Solvent/Ölerhitzer 2 erwärmt. Das getrennte Wasser wird über das Wasserablassventil 18.2 entleert.

[0059] Im Transformatorgehäuse 1 anfallendes und gegebenenfalls Altöl enthaltendes Solventkondensat wird ebenfalls via Ablauföffnung 1.4, Ablassleitung 6, Ab-

sperrventile 21.7, 21.1, Filter 8, mit der Förderpumpe 9 zum Solvent/Ölerhitzer 2 gefördert und zur Verdampfung wieder den Jet-Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 respektive den Solventeinspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 zugeführt. Zusätzlich wird das am Boden des Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solvent/Oelgemisch durch Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventil 21.4, 21.5, Filter 8.1, in den unter einem tieferen Druck stehenden Entleerungsbehälter 10 abgesaugt und mit Förderpumpe 9.1 via geöffnetes Solventabsperrventil 21.13 wieder dem Heizkreislauf zugeführt.

[0060] Falls das Solventniveau 5.1 im Transformatorgehäuse 1 zu tief absinkt, wird via Solventabsperrventil 21 zusätzliches Solvent vom Solventvorrattank 13.2 eingesaugt bis der Füllstandsindikator 5 wieder überflutet ist.

[0061] Das Solvent wird durch die Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2 mit Vorteil an der engsten Stelle in die Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3 eingespritzt. Es entstehen so eine besonders hohe Strömungsgeschwindigkeit und ein dementsprechend grosser Unterdruck. Dies führt zu einer Jet-Wirkung, wobei der, im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Solventmischdampf 3.10, in die Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3 eingesaugt wird. Der eingesaugte Mischdampf mischt sich mit dem, mit hoher Geschwindigkeit eingespritzten überhitzten Solvent und dem beim Einspritzen gebildeten Solventsattdampf 3.9. Dies erzeugt den vorteilhaften Effekt, dass durch stufenweises Einsaugen von Mischdampf in die in Serie geschalteten Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3, eine schnelle und genaue Temperaturkontrolle des in das Transformatorgehäuse 1 strömenden Solventsattdampfes 3.11 erreicht wird, und er mit erhöhter Geschwindigkeit das im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Aktivteil 1.1 turbulent umströmt sowie schnell und gleichmässig aufheizt.

[0062] Durch die Anordnung der mindestens zwei Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2 in der Art, dass der austretende Solventsattdampf in den vorhandenen freien Raum zwischen Aktivteil 1.1 und Innenwand des Transformatorgehäuse 1 einströmt, entsteht eine Solventdampfströmung hoher Geschwindigkeit innerhalb des Transformatorgehäuse 1, welche das Aktivteil 1.1 überall mit turbulenter, Solventdampfströmung umfliesst, wodurch eine gleichmässige Aufheizung des Aktivteil 1.1 wesentlich beschleunigt wird.

[0063] Zusätzlich verdampft infolge der hohen Solventtemperatur und der mehrstufigen Verdampfung unter gleichzeitiger Abkühlung ein grosser Teil des überhitzten Solvent, was in vorteilhafter Weise dazu führt, dass nur noch ein kleiner Teil vom nicht verdampften, jedoch abgekühlten Solvent von Boden des Transformatorgehäuses 1 abgeführt werden muss.

[0064] Da die Feststoffisolationen 1.5 des Aktivteils 1.1 gegebenenfalls noch Altöl enthalten, wird dieses vom kondensierenden Solvent ausgewaschen und vermischt sich mit dem Solvent zu einem Solvent/Ölgemisch.

[0065] Beim Erreichen einer minimalen Temperatur der Feststoffisolation 4.2, wird die periodische Solvent-

zuführung unterbrochen, das heisst das Solventabsper-
 ventil 21 geschlossen und eine aus Fig.5 ersichtliche
 Phase D1 eingeleitet, in der das Solvent/Ölgemisch wie
 vorgängig beschrieben umgewälzt wird, wobei kontinu-
 uierlich Solventmischdampf 3.11 entnommen wird. Da der
 Ölanteil in den Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3, nicht ver-
 dampft, steigt bei kontinuierlicher Entnahme von Misch-
 dampf aus dem Transformatorgehäuse 1 und Kondensa-
 tion des entnommenen Solventmischdampf 3.11 im
 luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 und im Misch-
 dampfkondensator 17, der Altölanteil im Transformator-
 gehäuse 1 stetig solange an, bis praktisch nur noch rei-
 nes Altöl vorliegt. Dieses Öl wird nun einerseits mit der
 Förderpumpe 9, via Ablassleitung 6, Solventabsperren-
 ventile 21.7, 21.1, 21.2, Oelabsperrenventil 23 während der
 Phase D1 in den Öltank 13 entleert. Die weitgehend
 vollständige Oelentleerung des Transformatorgehäuse
 1 erfolgt andererseits durch Entleerungsleitung 7, Sol-
 ventabsperrenventile 21.4, 21.5, Filter 8.1 in den unter ei-
 nem tieferen Druck stehenden Entleerungsbehälter 10.
 Dabei wird im Transformatorgehäuse 1 via Vaku-
 um/Druckregelventil 11.2, durch N2 oder trockener Luft
 ein etwas höherer Druck als im Entleerungsbehälter 10
 aufgebaut. Das Oel im Entleerungsbehälter 10, wird mit
 Förderpumpe 9.1 via Solventabsperrenventile 21.12 in den
 Altöltank 13 entleert. Die stellt in vorteilhafterweise si-
 cher, dass weitgehend alles Altoel aus dem Transforma-
 torgehäuse 1 entfernt ist und den Transformator nicht
 mehr verschmutzt.

[0066] Danach wird in einer aus Fig.5 ersichtlichen
 Phase F, vom Solventlagertank 13.2 eine genügende
 Menge Solvent über das Solventabsperrenventil 21, 21.7,
 Ablassleitung 6, Entleerungsstutzen 1.4 mittels Druckdif-
 ferenz in das Transformatorgehäuse 1 eingesaugt durch
 Niveauschalter 5 überwacht.

[0067] Danach wird in einer aus Fig.5 ersichtlichen
 Phase H2, erhitztes Solvent mit Förderpumpen 9, 9.1, via
 den Solventerhitzer 2, Solventabsperrenventil 22, den Ein-
 spritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2, zugeführt und in vor-
 gängig erwähnter Weise umgewälzt und in den Jet-Ein-
 spritzkanälen 3, 3.2, 3.3 verdampft.

[0068] Sobald die Feststoffisolationen 4.2 auf eine
 Temperatur aufgeheizt sind, die ausreicht zur Trocknung
 resp. zum Auswaschen des gegebenenfalls vorhande-
 nen Altöls, kann wieder eine in Fig.5 dargestellte Phase
 D2 eingeleitet werden, dabei wird wie in Phase D1 be-
 schrieben durch Umwälzen des Solvent/Oelgemisches
 und Abdampfen des Solventdampfes der Solventgehalt
 im Solvent/Oelgemisch kontinuierlich reduziert, bis der Ni-
 veauschalter 5.1 unterschritten und demzufolge kein
 Umwälzen über Förderpumpe 9 mehr möglich ist. Da-
 nach wird das im Transformatorgehäuse 1 noch vorhan-
 dene Solvent/Oelgemisch wie unter Phase D1 beschrie-
 ben in den Entleerungsbehälter 10, entleert und mit För-
 derpumpe 9.1 via Solventabsperrenventile 21.13, Solven-
 terhitzer 2, Solventabsperrenventile 21.3, dem innerhalb
 des beheizten (12.1) Destillationsverdampfer 12, ange-
 ordneten Verteilschirmes 12.2, zugeführt, bis das zuläs-

sige Niveau 12.4 erreicht ist. Entstehender Solventdampf
 wird mit Vakuumdruckschalter 12.3 druckgesteuert, via
 Vakuumdruckregelventil 11.1, Absperrventil 24.1, im
 Mischdampfkondensator 17 kondensiert, in Trennbehäl-
 ter 18 entleert und allfällig vorhandene Luft durch Vaku-
 umanlage 19 abgesaugt. Bei geschlossenem Solventab-
 sperrenventil 21.11 und geöffnetem Solventabsperrenventil
 21.13, wird mit Förderpumpe 9.1 das Solvent/Oelge-
 misch via Solventerhitzer 2, Destillationsverdampfer 12,
 so lange umgewälzt bis nur noch Altoel vorhanden ist.
 Die Oelentleerung des Destillationsverdampfer 12 erfolgt
 mit Förderpumpe 9.1 via Solventabsperrenventile 21.12 in
 Altöltank 13.

[0069] Falls am Ende der Drucksenkungsphase D2,
 die Temperatur der Feststoffisolationen 4.2 infolge von
 Abdampfung von Wasser und Solvent aus Feststoffiso-
 lationen 4.2 und Aktivteil 1.1 zu stark absinkt, oder falls
 in der Heizphase H2 noch viel Altoel aus den Feststoffi-
 solationen 4.2 ausgewaschen wird, kann in einer aus
 Fig.5 ersichtlichen Phase F neues Solvent wie vorgängig
 beschrieben in das Transformatorgehäuse eingezogen
 werden. Danach kann in Phase H3 erhitztes Solvent mit
 Förderpumpen 9, 9.1 via den Solventerhitzer 2, Sol-
 ventabsperrenventil 22, den Einspritzöffnungen 3.1.1,
 3.2.2, 3.3.2 zugeführt und in vorgängig erwähnter Weise
 umgewälzt und in den Einspritzkanälen 3, 3.2, 3.3 ver-
 dampft werden.

[0070] Sobald die Feststoffisolationen 4.2 wieder auf
 eine Temperatur aufgeheizt sind, die ausreicht zur Trock-
 nung, kann wieder eine in Fig.5 dargestellte Phase D3
 eingeleitet werden, dabei wird wie in Phase D2 beschrie-
 ben durch Umwälzen des Solvent/Oelgemisches und
 Abdampfen des Solventdampfes der Solventgehalt im
 Solvent/Oelgemisches kontinuierlich reduziert, bis der Ni-
 veauschalter 5.1 unterschritten ist. Da nur noch wenig
 Altöl aus den Feststoffisolationen 1.5 herauszulösen ist,
 wird das Niveau des Solvent/Oelgemisches im Transfor-
 matorgehäuse 1 schon nach kurzer Umwälzzeit und
 gleichzeitiger Abdampfung des Solvents, bei relativ ho-
 hem Druck im Transformatorgehäuse 1 zum Niveau-
 schalter 5.1 abgesunken sein. Die Entleerung des Sol-
 vent/Oelgemisches im Transformatorgehäuse 1 in den
 Entleerungsbehälter 10, die Destillation sowie die Altöl-
 entleerung erfolgt wie unter Phase D2 beschrieben, je-
 doch ohne Druckaufbau im Transformatorgehäuse 1 via
 N2/Luftspeicher.

[0071] In einer aus Fig.5 ersichtlichen, durch Abschal-
 ten der Förderpumpe 8 eingeleiteten Phase V wird der
 im Transformatorgehäuse 1 vorhandene Mischdampf
 dem luftgekühlten Kondensator/Abscheider 16 und dem
 Mischdampfkondensator 17 zugeführt. Allfällig mitgeris-
 sene Öldämpfe werden im luftgekühlten Kondensa-
 tor/Abscheider 16 abgeschieden. Mittels Kondensation
 von Solvent und Wasserdampf im Mischdampfkonden-
 sator 17 wird der Druck im Transformatorgehäuse 1 auf
 so tiefe Werte abgesenkt bis nur noch wenig Feuchte
 und Solvent in den Feststoffisolationen 1.5 vorliegen.

[0072] In dem aus Fig.6 ersichtlichen Prozessablauf

kühlen sich während der Feinvakuumphase V1 die Feststoffisolationen 1.5, überwacht mit Temperaturregler 4.2 infolge des Abdampfens von Feuchte und Solvent so weit ab, dass ein weiteres Abdampfen wegen zu tiefer Temperatur der Isolationen stark reduziert wird. Da nun diese Temperaturabsenkung der Feststoffisolationen 1.5 durch die Wärmestrahlung des Aktivteils 1.1 nicht rückgängig gemacht werden kann, wird nun das Transformatorgehäuse 1 während einer aus Fig.6 ersichtlichen Phase F1 und H4 mit überhitztem Solventdampf 11.2 wie folgt beaufschlagt.

[0073] In der Phase F1 wird das Solvent vom Solventvorratsstank 13.2 über Solventabsperrventil 21, 21.6, 21.5, Filter 8.1 in den unter Vakuum stehenden Entleerungsbehälter 10, eingezogen und die Menge mit Niveauüberwachung 10.1 überwacht. Bei geöffnetem Solventabsperrventil 21.11 zur Förderpumpe 9.1 geführt, danach, via Solventabsperrventil 21.13, Solventzufuhrleitung 2.3 zum Solventerhitzer 2 gefördert, erhitzt und via Solventverteilung 2.2, Solventabsperrventil 22, Abdeckflansch 1.3, Zuführrohr 3.4 zu den Einspritzöffnungen 3.1.1, 3.2.2, 3.3.2, und in die Jet-Einspritzkanäle 3, 3.2, 3.3, unter Entstehung von überhitztem Solventdampf, eingespritzt. Nicht verdampfes Solvent fließt vom Boden des Transformatorgehäuses 1, via Entleerungsleitung 7, Solventabsperrventile 21.4, 21.5, Filter 8.1, dem Entleerungsbehälter 10 und wieder dem Solventheizkreislauf zu. Einerseits ist die Temperatur des überhitzten Solventdampfaustritts mit Temperaturregler 4.2 so gesteuert, dass sie oberhalb der Temperatur der Feststoffisolationen 1.5 liegt. Andererseits wird der Druck im Transformatorgehäuse 1 mit Solventdampfregelventil 14 und Vakuumsensor/Regler 15, 15.1 so gesteuert, dass der Druck immer unter dem Kondensationsdruck des Solvents liegt, dadurch ist sichergestellt, dass immer überhitzter Solventdampf vorliegt und demzufolge kein Solventdampf an der Feststoffisolationen 1.5 kondensiert. Dies gewährleistet in vorteilhafter Weise eine Nachheizung der Feststoffisolation 1.5 durch Konvektion. Da keine Kondensation von Solventdampf auftritt, muss auch kein Solvent aus der Feststoffisolationen 1.5 rückverdampft werden, was die Vakuumzeit verkürzt.

[0074] Sobald im Transformatorgehäuse 1 der maximal zulässige Druck, überwacht mit Drucksensor 15, erreicht ist, wird er während einer definierten Zeit (Phase H4) konstant gehalten, das heisst so lange die Isolationstemperatur, gemessen mit einem Temperaturregler 4.2, noch ansteigt. Dadurch ist sichergestellt, dass die Feststoffisolationen 1.5 während der Phase H4 nachgeheizt und die Trocknungszeiten verkürzt werden.

[0075] Am Ende der Phase H4 wird allfällig am Boden des Transformatorgehäuses 1 vorhandenes Solvent wie vorgängig beschrieben, in den Entleerungsbehälter 10 abgesaugt und danach mit Förderpumpe 9.1, via Solventabsperrventile 21.13, 21.16, 21.17 in den Solventlagertank 13.2 zurückgeführt.

[0076] Die Phasen F1, H4 können bei Bedarf mehrmals wiederholt werden.

Bezugszeichenliste

[0077]

5	1	Gehäuse, Transformatorgehäuse
	1.1	Aktivteil
	1.2	Gehäuseöffnungen
	1.3	Abdeckflansche
	1.4	Entleerungsstutzen
10	1.5	Feststoffisolationen
	2	Solventerhitzer
	2.1	Temperaturregler Solvent
	2.2	Solventverteilung
	2.3	Solventzufuhrleitung
15	3	Stufe1 Jet-Einspritzkanal/Venturirohr
	3.2	Stufe2 Jet-Einspritzkanal/Venturirohr
	3.3	Stufe3 Jet-Einspritzkanal/Venturirohr
	3.1	Einsaugöffnung 1.Stufe
	3.2.1	Einsaugöffnung 2.Stufe
20	3.3.1	Einsaugöffnung 3.Stufe
	3.1.1	Einspritzöffnungen 1.Stufe
	3.2.2	Einspritzöffnungen 2.Stufe
	3.3.2	Einspritzöffnungen 3.Stufe
	3.4	Solventzuführrohr
25	3.5	Flexibles Verbindungsrohr, flexibler Rohrabschnitt
	3.6	Schwenk/Drehbare Halterung
	3.7	Verbindungsrohr
	3.8	Austrittsöffnung Solventmischdampf
30	3.9	Solventsattdampf/überhitzter Solventdampf
	3.10	Solventmischdampf
	3.11	Solventsattdampf/Mischdampf
	3.12	Temperaturregler Solventsattdampf/Mischdampf
35	4	Verdampfungsgehäuse mit Anschlussflansch
	4.1	Temperaturregler Solventsattdampf/Mischdampf
40	4.2	Temperaturregler Feststoffisolationen
	4.3	Ablaufstutzen
	4.4	Zuführstutzen
	4.5	Strömungsumlaufblech
	4.6	Trennwand
45	4.7	Ablaufblech
	4.8	Entleerungsrohr
	4.9	Strömungsrichtblech
	4.10	Zuführrohr
	4.11	Solvent/Oelgemisch
50	4.12	Solventverteilung
	5	Niveauschalter (oben)
	5.1	Niveauschalter (unten)
	6	Ablassleitung
	7	Entleerungsleitung
55	8;8.1	Filter
	9;9.1;9.2	Förderpumpen
	10	Entleerungsbehälter
	10.1	Niveauüberwachung

10.2	Vakuumsensor/Regler	
11; 11.1; 11.2	Vakuum/Druckregelventil	
12	Destillationsverdampfer	
12.1	Heizung	
12.2	Verteilschirm	5
12.3	Vakuum/Drucksensor	
12.4	Niveauschalter	
13	Altöltank	
13.1	Altölleitung	
13.2	Solventlagertank	10
14	Solventdampfregelventil	
14.1	Mischdampfleitung	
15; 15.1	Vakuumsensor/Regler	
16	luftgekühlter Kondensator/Abscheider	
16.1	Ventilator	15
16.2	Heissluftleitung	
16.3	Austrittsöffnung Mischdampf	
16.4	Austrittsöffnung Solventkondensat	
16.5	Solvent/Öl Abtropfleitung	
17	Mischdampfkondensator	20
17.1	Vakuumverbindungsleitung	
18	Trennbehälter	
18.1	Solventabflussleitung	
18.2	Wasserablassventil	
19	Vakuumanlage	25
20	N ₂ /Trockenluft Speicher	
21-21.18	Solventabsperrentile	
22	Absperrventil für überhitztes Solvent	
23	Ölabsperrentil	
24-24.2	Absperrventile	30
25	Rückschlagklappe	
H1, H2, H3	Heizphase mit Solventsattdampf	
H4	Nachheizphase mit überhitztem Solventdampf	35
D1	Drucksenkungsphase Oelentleerung via Ablassleitung	
D2;D3	Drucksenkungsphase Oelentleerung via Entleerungsleitung	
F	Füllen Solvent für Heizphasen Solventsattdampf	40
F1	Füllen Solvent für Nachheizen überhitzter Solventdampf	
V1;V2	Feinvakuumphase	
V2	Feinvakuumphase nach Nachheizphase	45
1	Druck im Transformatorgehäuse	
2	Temperatur Feststoffisolationen	
3	Solvent/Oelniveau Ablassleitung	
4	Solvent/Oelniveau Entleerungsleitung	50
5.	Solvent/Oelumwälzen/Heizen via Entleerungsstützen	
6	Oelentleerung via Ablassleitung	
7	Solvent/Oelumwälzen/Heizen via Entleerungsleitung	55
8	Restölentleerung via Entleerungsleitung mit Druckerhöhung in Transformatorgehäuse	
9	Restölentleerung via Entleerungsleitung ohne Druckerhöhung in Transformatorgehäuse	

ckerhöhung in Transformatorgehäuse

Patentansprüche

- Verfahren zum Trocknen der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation (1.5) des Aktivteils (1.1) eines elektrischen Geräts nach der Vapour - Phase - Methode, bei dem in mindestens einer Aufheizphase (H1, H2, ...) bei Unterdruck das Aktivteil durch Kondensation von Solventsattdampf aufgeheizt und in mindestens einer daran anschliessenden Drucksenkungsphase (D1, D2, ...) dabei anfallender, zumindest Solvent- und Wasserdampf enthaltender Mischdampf durch Kondensation aus einem das Aktivteil (1.1) aufnehmenden Vakuumbehälter (1) abgesaugt wird, wobei überhitztes Solvent unter Erzeugung eines Solventsattdampfstrahls (3.9) in einem Strömungskanal verdampft wird, der mindestens eine im Vakuumbehälter (1) angeordnete erste Einsaugöffnung (3.1) sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung (3.8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Teil des überhitzten Solvents unter Erzeugung eines ersten Solventsattdampfstrahls (3.9) in einen ersten (3) und ein verbleibender zweiter Teil des aufgeheizten Solvents unter Erzeugung mindestens eines zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) in mindestens einen zweiten Abschnitt (3.2) des Strömungskanals eingespritzt wird, wobei am Erzeugungsort (3.2.2) des zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:
 - der erste Solventsattdampfstrahl,
 - durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf,
 - durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
 - der zweite Solventsattdampfstrahl.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das überhitzte Solvent auf eine Temperatur aufgeheizt wird, die oberhalb der zulässigen Trocknungstemperatur und unterhalb des Zündpunkts des Solvents liegt.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem der Vakuumbehälter aus einem das Aktivteil (1.1) aufnehmenden Transformatorgehäuse (1) und einem Verdampfergehäuse (4) besteht, welches an einer Gehäuseöffnung (1.2) ans Transformatorgehäuses (1) angesetzt ist und welches den Strömungskanal aufnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** nicht verdampfes Solvent und gegebenenfalls vorhandenes Isolieröl zwischen der Austrittsöffnung (3.8) des Strömungskanals und der Öffnung (1.2)

des Transformatorgehäuses (1) aus einem an der Austrittsöffnung (3.8) aus dem Strömungskanal tretenden Dampfstrahl (3.11) abgeschieden und aus dem Verdampfergehäuse (4) entfernt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Abschnitt des Strömungskanals jeweils nach Art einer Venturidüse ausgebildet sind, wobei der erste Teil des überhitzten Solvents an einer Verengung des ersten Abschnitts und der zweite Teil des überhitzten Solvents an einer Verengung des zweiten Abschnitts in den Strömungskanal eingespritzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Drucksenkungsphase (D1, D2, ..) Solvent und gegebenenfalls anfallendes Isolieröl infolge von Gravitation oder Druckdifferenz aus dem Vakuumbehälter (1) entfernt und nach Überhitzen des Solvents wieder in den Strömungskanal eingespritzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** gegebenenfalls anfallendes, am Ende der Drucksenkungsphase (D1, D2, ..) noch im Vakuumbehälter vorhandenes Isolieröl infolge von Gravitation oder einer Druckdifferenz zwischen dem Vakuumbehälter (1) und einem Entleerungsbehälter (10) aus dem Vakuumbehälter entfernt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer an die Drucksenkungsphase anschliessenden Feinvakuumphase (F) das überhitzte Solvent zur Bildung von überhitztem Solventdampf in den Strömungskanal eingespritzt wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, enthaltend einen Vakuumbehälter (1) zur Aufnahme der Wasser, gegebenenfalls zusätzlich Isolieröl sowie Verunreinigungen, enthaltenden Feststoffisolation (1.5) eines Aktivteils (1.1) eines elektrischen Geräts und jeweils mit dem Vakuumbehälter kommunizierend:

eine Vakuumanlage (19),
eine Vorrichtung zum Erwärmen von Solvent (2),
einen im Vakuumbehälter angeordneten Solventdampferzeuger mit einem Strömungskanal, der mindestens eine im Vakuumbehälter (1) angeordnete erste Einsaugöffnung (3.1) sowie eine im Vakuumbehälter angeordnete Austrittsöffnung (3.8) aufweist, und
eine Kondensationsvorrichtung (17) zum Absaugen von Mischdampf aus dem Vakuumbe-

hälter (1),

dadurch gekennzeichnet, dass der Solventdampferzeuger mindestens zwei entlang dem Strömungskanal voneinander mit Abstand angeordnete Dampferzeugerstufen aufweist, dass mit der ersten der beiden Dampferzeugerstufen in einem ersten Abschnitt (3) des Strömungskanals ein erster Solventsattdampfstrahl (3.9) erzeugbar ist, und dass die beiden Dampferzeugerstufen derart ausgebildet und angeordnet sind, dass am Erzeugungsort (3.2.2) des zweiten Solventsattdampfstrahls (3.9) die nachfolgend aufgelisteten Strömungen die gleiche Strömungsrichtung aufweisen:

- (a) der erste Solventsattdampfstrahl,
- (b) durch die erste Einsaugöffnung (3.1) eingesaugter Mischdampf,
- (c) durch eine zweite Einsaugöffnung (3.2.1) eingesaugter Mischdampf (3.10) und
- (d) der zweite Solventsattdampfstrahl.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Solventdampferzeuger ein mittig im Strömungskanal geführtes Rohr (3.5, 3.7) zum Speisen der Dampferzeugerstufen mit überhitztem Solvent aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsrohr (3.7) flexibel ausgebildete Rohrabschnitte (3.5) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtung eines aus der Austrittsöffnung (3.9) des Strömungskanals fuhrbaren Dampfstrahls (3.11) in Abhängigkeit von der Lage der Feststoffisolation (1.5) veränderbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumbehälter aus einem das Aktivteil (1.1) aufnehmenden Transformatorgehäuse (1) und einem Verdampfergehäuse (4) besteht, welches an einer Gehäuseöffnung (1.2) ans Transformatorgehäuses (1) angesetzt ist und welches den Solventverdampfer aufnimmt sowie eine Trennvorrichtung zum Abscheiden von nicht verdampftem Solvent und gegebenenfalls vorhandenem Isolieröl zwischen der Austrittsöffnung (3.8) und der Öffnung (1.2) des Transformatorgehäuses (1) und zum Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumgehäuse.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdampfergehäuse (4) zwei durch eine Trennwand (4.6) voneinander getrennte Kammern aufweist, von denen eine erste den Sol-

ventdampferzeuger und ein Mischdampf aus dem Transformatorgehäuse (1) führendes Zuführrohr (4.10) aufnimmt, und die zweite Kammern einen ins Transformatorgehäuse (1) mündenden Austritt zum Führen einer Dampfströmung (3.11), die nach dem Entfernen des abgeschiedenen Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls vorwiegend Solventsattdampf und Mischdampf enthält.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennvorrichtung mindestens ein Strömungsumlaufblech (4.5) aufweist zum fuhbaren Dampfstrahls (3.11) von der ersten in die zweite Kammer, mindestens ein Ablaufblech (4.7) zum Auffangen des abgeschieden, nicht verdampften Solvents und des gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls und ferner mindestens ein Entleerungsrohr (4.8) zum Auffangen und Entfernen des abgeschiedenen Solvents und das gegebenenfalls vorhandenen Isolieröls aus dem Vakuumbehälter.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumbehälter (1) eine an dessen tiefsten Punkt geführte Entleerungsleitung (7) aufnimmt, die durch eine vorzugsweise als Entleerungsstutzen (1.4) ausgebildete Öffnung des Vakuumbehälters mit einem evakuierbaren Entleerungsbehälter (10) verbunden ist.

30

35

40

45

50

55

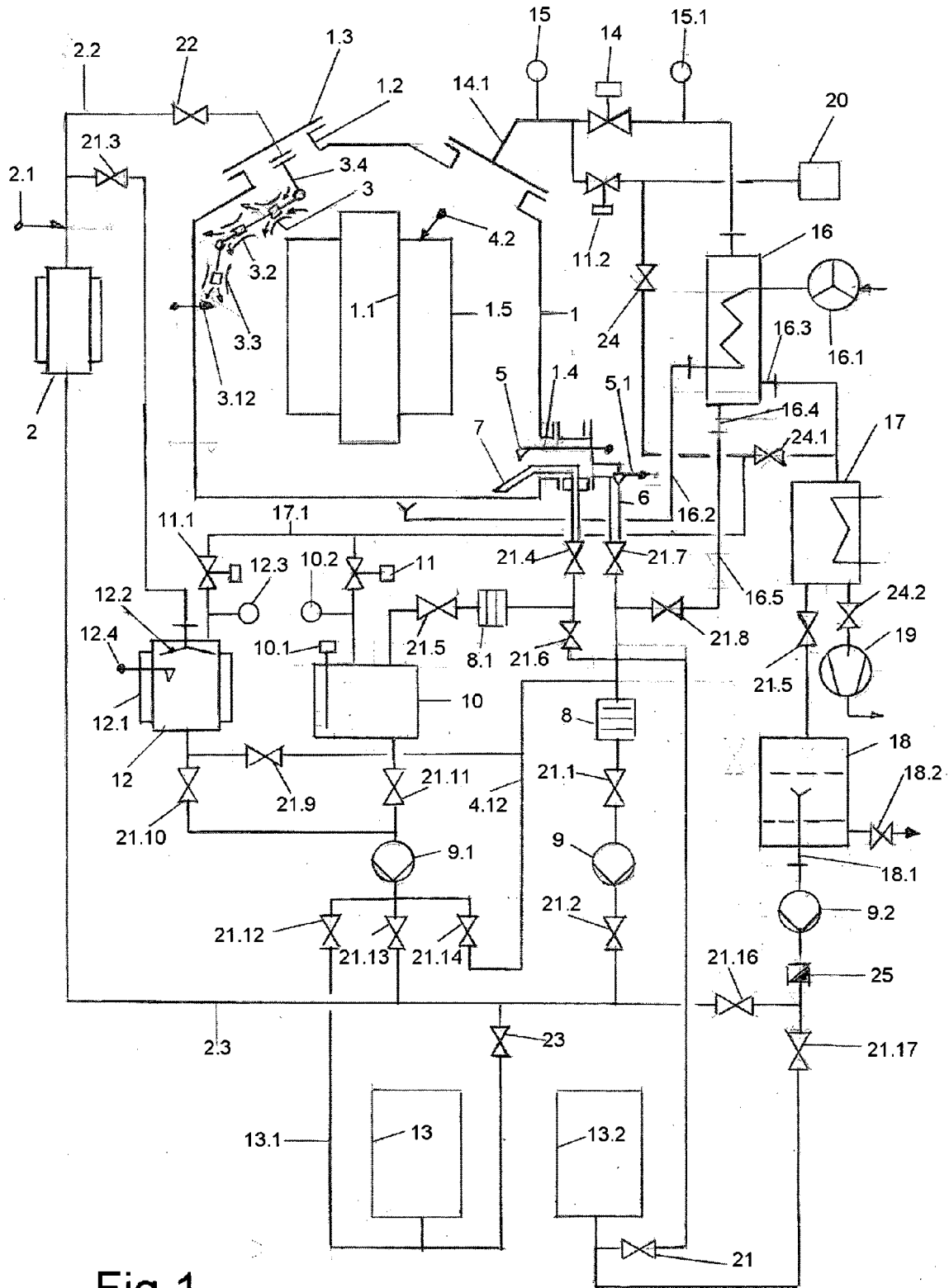


Fig.1

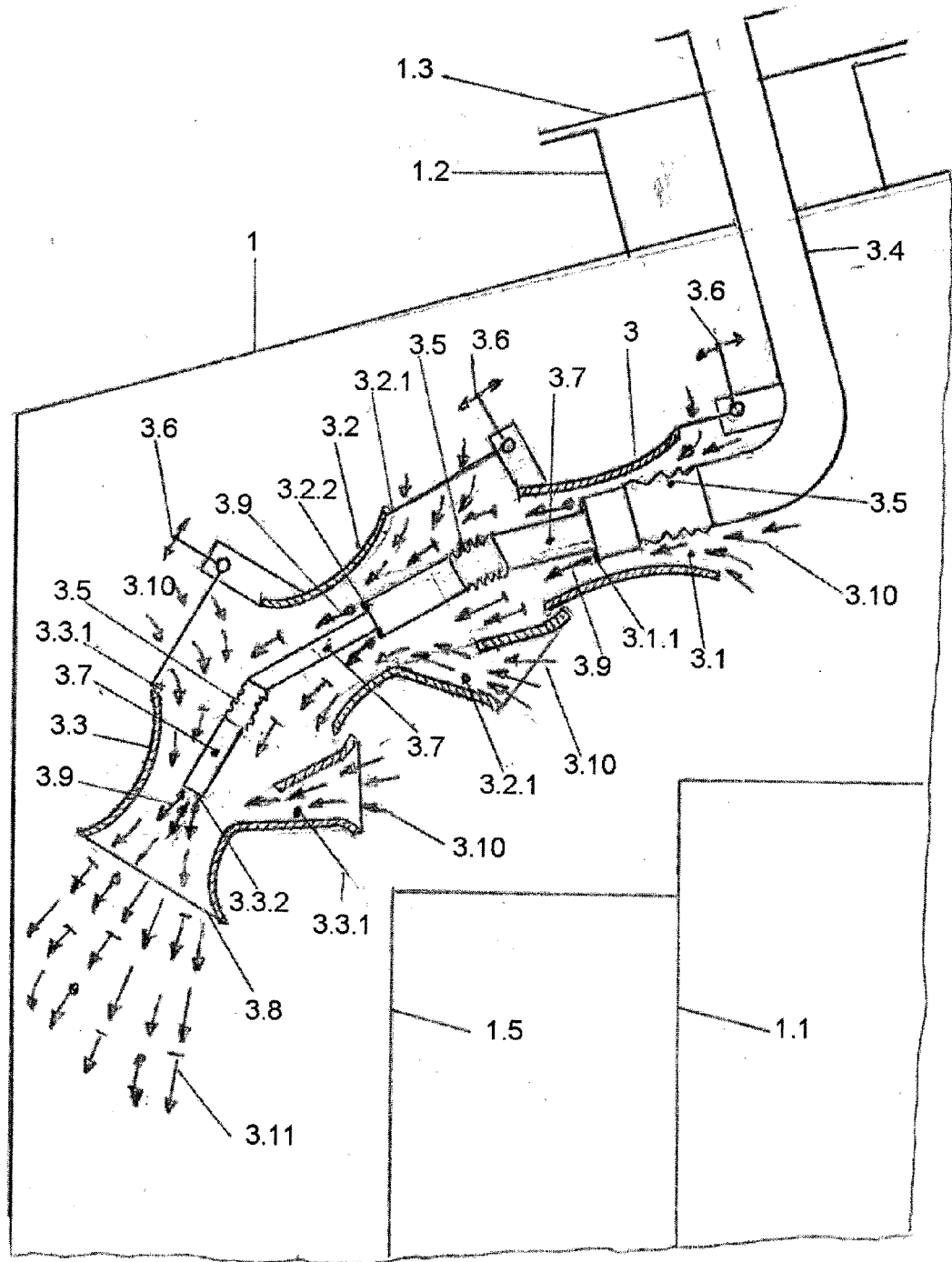


Fig 2

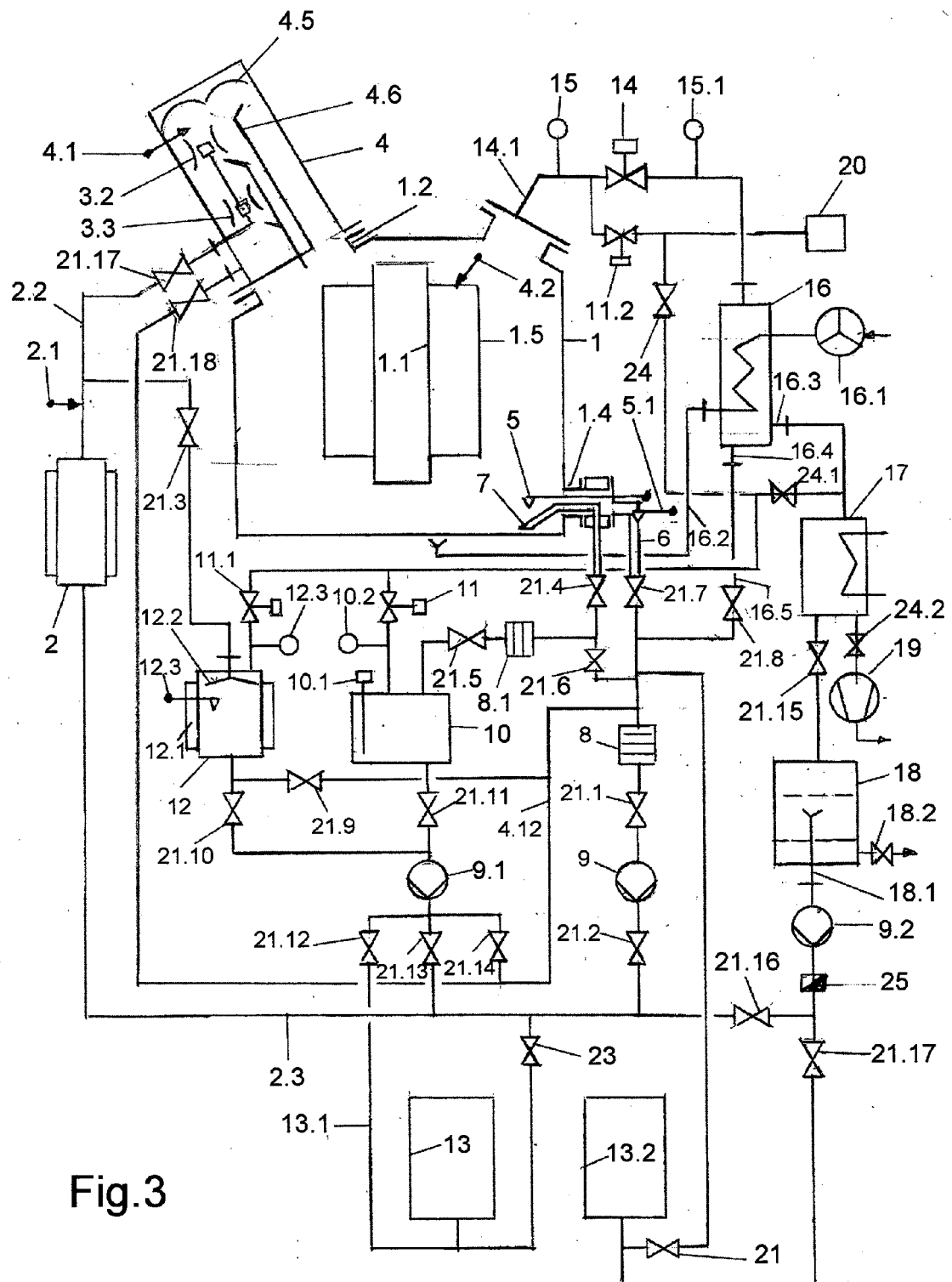


Fig.3

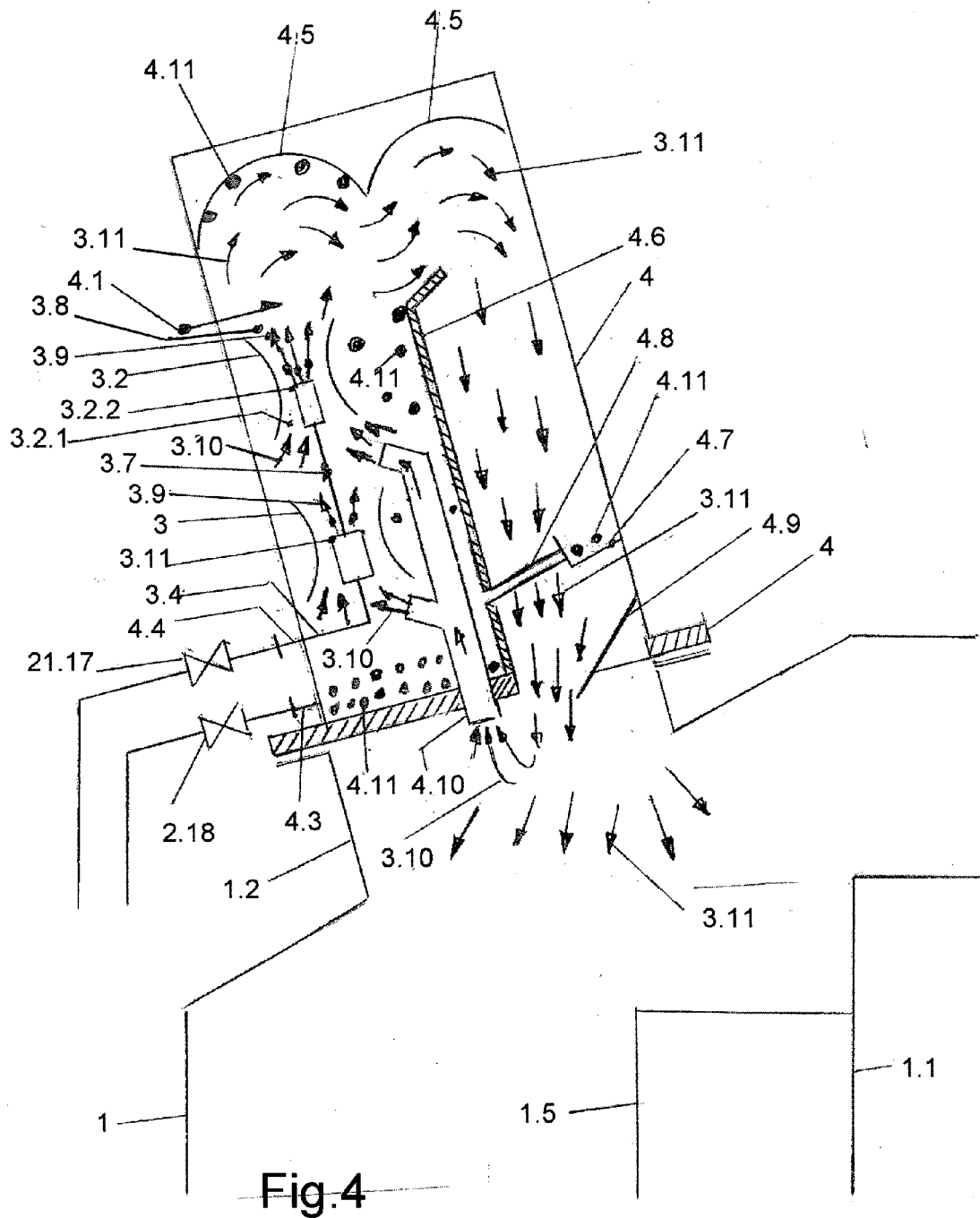


Fig.5

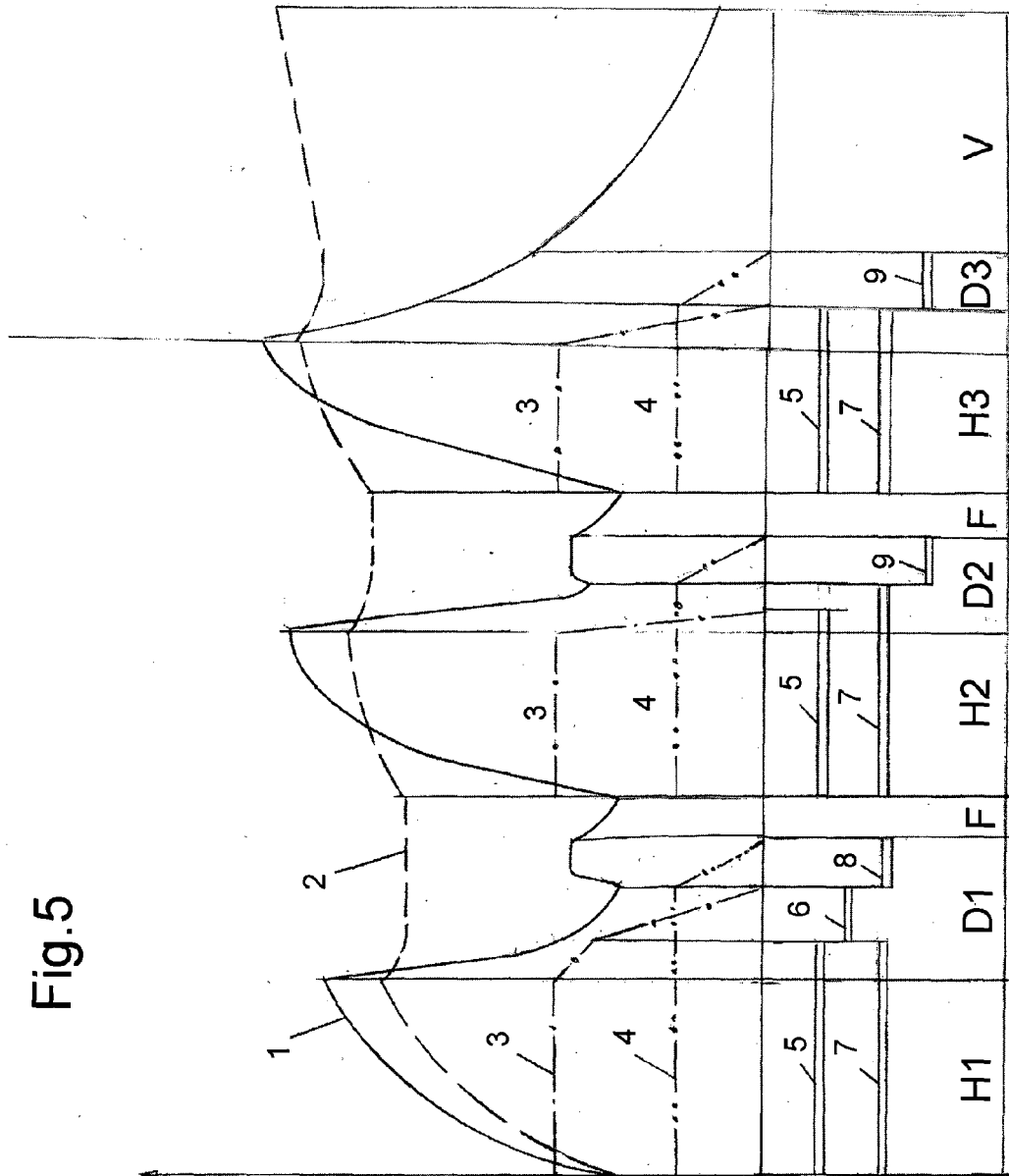
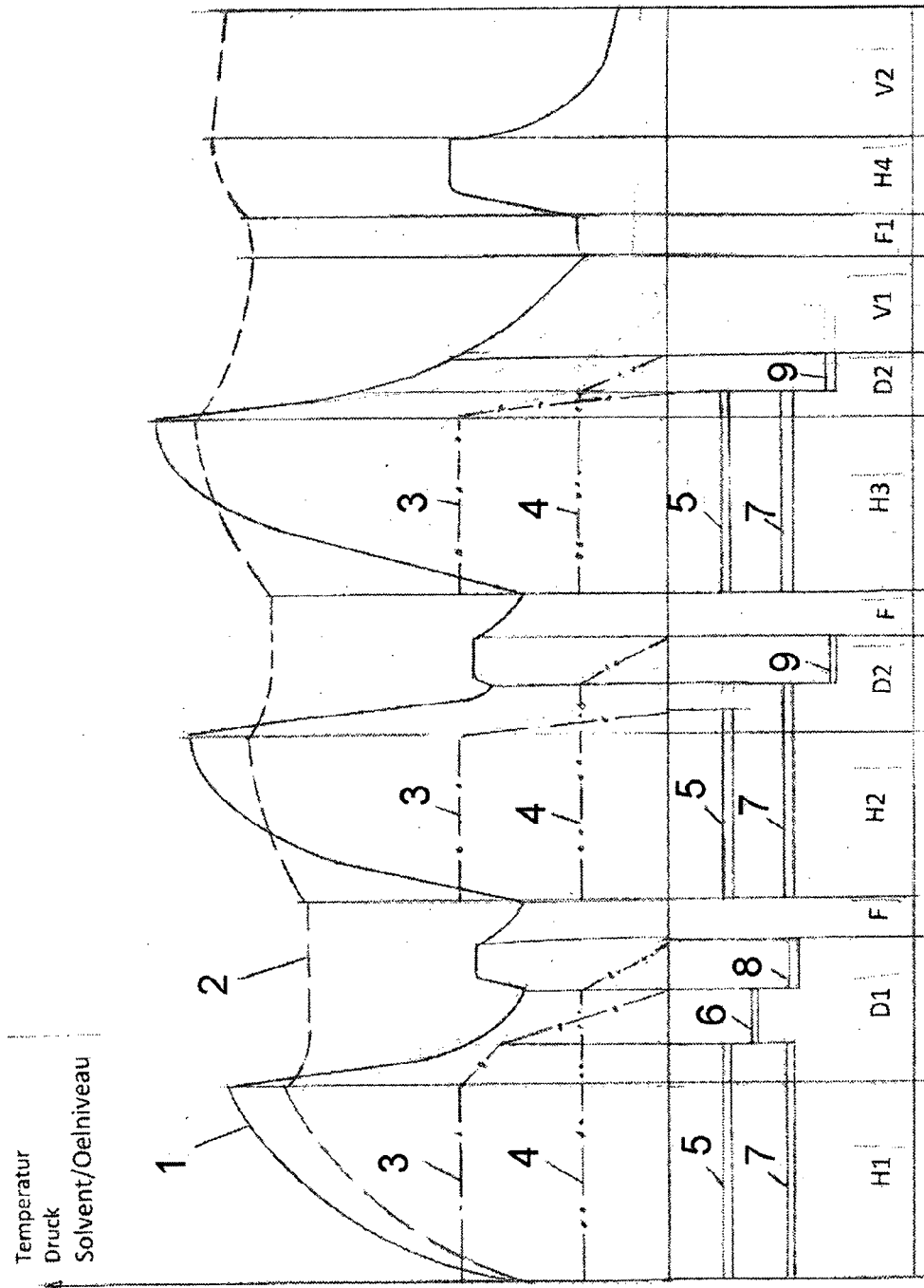


Fig.6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 07 5076

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 148 157 A1 (GMEINER PAUL [CH]) 27. Januar 2010 (2010-01-27) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	INV. F26B5/04 F26B21/02 F26B21/14 H01F27/14
A	EP 1 253 389 A1 (MICAFIL AG [CH] ABB SCHWEIZ AG [CH]) 30. Oktober 2002 (2002-10-30) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
A,D	EP 1 528 342 B1 (GMEINER PAUL [CH]) 30. August 2006 (2006-08-30) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
A,D	EP 1 224 021 B1 (HEDRICH VAKUUMANLAGEN WILHELM [DE]) 14. Oktober 2009 (2009-10-14) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F26B H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Mai 2015	Prüfer Haegeman, Marc
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 14 07 5076

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

26-05-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2148157 A1	27-01-2010	KEINE	
EP 1253389 A1	30-10-2002	KEINE	
EP 1528342 B1	30-08-2006	KEINE	
EP 1224021 B1	14-10-2009	EP 1224021 A1	24-07-2002
		US 2002184784 A1	12-12-2002
		WO 0220113 A1	14-03-2002

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1528342 B1 [0006]
- EP 1224021 B1 [0007]