(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2014 002 000 A1** 2015.08.20

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 002 000.2**
(22) Anmeldetag: **17.02.2014**
(43) Offenlegungstag: **20.08.2015**

(51) Int Cl.: ***A61M 1/00*** (2006.01)
A61M 27/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Mechatronic AG, 64295 Darmstadt, DE

(74) Vertreter:
Tesch, Sabine, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 64283 Darmstadt, DE

(72) Erfinder:
Repp, Joel, 64367 Mühltal, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 32 19 325 A1
US 2010 / 0 150 991 A1

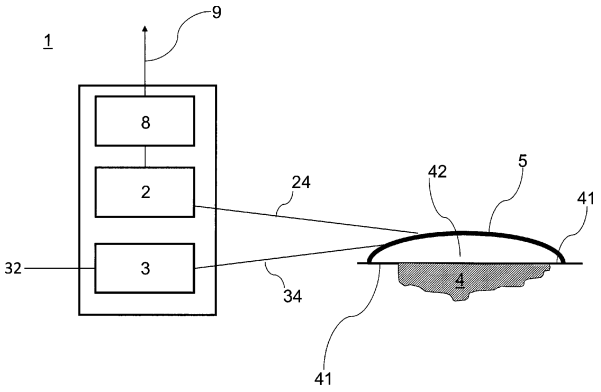
www.wikipedia.de; "Ozon"; 05.02.2014

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Unterdrucktherapiegerät**

(57) Zusammenfassung: Um eine Möglichkeit zur Unterdrucktherapie von schlecht heilenden oder chronischen Wunden zu schaffen, welche eine aktive Keimbekämpfung auch von multiresistenten Keimen erlaubt, stellt die Erfindung eine Vorrichtung (1) und ein Verfahren zur Unterdrucktherapie von Wunden zur Verfügung. Die Wunde (4) ist gemeinsam mit ihrer Wundumgebung (41) mit einem gasundurchlässigen Abdeckmaterial (5) gasdicht abschließbar, wobei der beim Abschließen gebildete Raum zwischen der Oberfläche der Wunde und der Wundumgebung einerseits und dem Abdeckmaterial andererseits einen Wundraum (42) definiert. Die Vorrichtung (1) umfaßt eine Unterdruckquelle (2), eine Ozonquelle (3) zum Bereitstellen eines Ozonhaltigen Fluids, zumindest ein erstes Verbindungsmittel zum Herstellen einer ersten Transportleitung (24) zwischen Unterdruckquelle und Wundraum und zumindest ein zweites Verbindungsmittel zum Herstellen einer zweiten Transportleitung (34) zwischen Ozonquelle und Wundraum.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Unterdrucktherapie von Wunden und ein Verfahren zur Unterdrucktherapie von Wunden unter Verwendung der Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

[0002] Bei einer ”Unterdrucktherapie” im Sinne der Erfindung wird zunächst eine Wunde mit einer fluiddichten Abdeckung versehen, welche außer der Wunde auch der Wunde benachbartes Gewebe abdeckt. Zwischen Wunde und benachbartem Gewebe sowie der Abdeckung wird dabei ein Wundraum gebildet. Der Druck in diesem Wundraum wird während der Unterdrucktherapie auf einen Wert unterhalb von 1013 hPa gesenkt. Der Ausdruck ”Unterdruck” bezeichnet einen Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks; ein derartiger Druck wird zum Teil auch als ”negativer Druck” bezeichnet.

[0003] Schlecht heilende bis hin zu chronische Wunden wie beispielsweise Ulcus cruris, Brandverletzungen, diabethisches Fußssyndrom, Dekubitalgeschwüre oder offenes Abdomen sind oftmals mit Bakterien, unter anderem multiresistente Keime (MRSA), oder Viren besiedelt, die eine Wundheilung behindern.

[0004] Zur Behandlung solcher Wunden können Unterdrucktherapiegeräte eingesetzt werden. Das Prinzip der Unterdrucktherapie wird in WO 1993/09727 beschrieben, wonach durch einen Unterdruck im Wundraum Wanderungsprozesse im Gewebe ausgelöst werden, welche das Schließen der Wunde erleichtern. Bei der Behandlung von Wunden mit Unterdruck wird von einer abnehmenden Keimbelastung berichtet. Diese ist darauf zurückzuführen, dass keimbelastetes Exsudat aus der Wunde geleitet wird. Allerdings werden bei der Unterdrucktherapie keine Maßnahmen zur aktiven Keimbekämpfung getroffen.

[0005] In US 2011/0184357 A1 wird ein sogenanntes Instillationsmodul in Verbindung mit einem Unterdrucktherapiegerät beschrieben. Dadurch können lokal in die Wunde Reinigungsmittel, Trägerstoffe, lokal wirkende Antibiotika, Antimykotika oder Anästhetika eingebracht werden. Unter dem Begriff ”Instillation” versteht man das Verabreichen von flüssigen Arzneimitteln in den Organismus. Im Gegensatz zur Infusion, bei der die Medikamente durch den Kreislauf im gesamten Organismus verteilt werden (systemische Therapie), verbleibt das Medikament bei der Instillation am Ort der Applikation und wirkt dort lokal.

[0006] So wird gemäß US 2011/0184357 A1 eine Möglichkeit zur Keimbekämpfung getroffen. Nachteil an dieser Behandlungsmethode ist allerdings, dass die immer häufiger auftretenden multiresistenten Keime darauf nicht ansprechen müssen.

[0007] Des Weiteren liegt die Auswahl des entsprechenden Medikaments in der Entscheidung des behandelnden Arztes, so dass unter regulatorischen Gesichtspunkten eine Gerätezulassung verbunden mit definierten Arzneimitteln für diese Art der Therapie erforderlich ist, welche ein zeit- und kostenintensives Zulassungsverfahren erforderlich macht.

[0008] Zudem sind unerwünschte Wirkungen oder das Ausbleiben einer Wirkung des Arzneimittels häufig nicht vorhersehbar. Im Hinblick darauf, unter welchem Umständen und zu welchem Zeitpunkt derartige Wirkungen eintreten, wie schwerwiegend und ob sie reversibel sind, können nur sehr eingeschränkt Aussagen getroffen werden. Unerwünschte Effekte von Medizinprodukten sind dagegen in stärkerem Maße vorhersehbar und in der Regel reversibel. Der Begriff ”Medizinprodukt” bezeichnet einen Gegenstand oder einen Stoff, der zu medizinisch therapeutischen oder diagnostischen Zwecken für Menschen verwendet wird, wobei die bestimmungsgemäße Hauptwirkung im Unterschied zu Arzneimitteln primär nicht pharmakologisch, metabolisch oder immunologisch, sondern physikalisch oder physikochemisch erfolgt. Die Abgrenzung der Medizinprodukte zu Arzneimitteln ist bedeutsam, da Marktzugang und Verkehrsfähigkeit unterschiedlich geregelt sind.

[0009] Es ergibt sich daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit zur Unterdrucktherapie von schlecht heilenden oder chronischen Wunden zu schaffen, welche eine aktive Keimbekämpfung auch von multiresistenten Keimen erlaubt. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine möglichst sichere Unterdrucktherapie mit einer aktiven Keimbekämpfung zu schaffen. Zudem besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, eine verbesserte Unterdrucktherapie zu ermöglichen, die Patienten schnell zur Verfügung gestellt werden kann, ohne langwierige Zulassungsverfahren zu durchlaufen.

[0010] Diese Aufgaben löst die Erfindung mit einer Vorrichtung und einem Verfahren zur Unterdrucktherapie gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweils zugeordneten Unteransprüche.

[0011] Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zur Unterdrucktherapie von Wunden zur Verfügung. Die Wunde ist gemeinsam mit ihrer Wundumgebung mit einem gasundurchlässigen Abdeckmaterial gasdicht abschließbar, wobei der beim Abschließen gebildete Raum zwischen der Oberfläche der Wunde und der Wundumgebung einerseits und dem Abdeckmaterial andererseits einen Wundraum definiert. Die Vorrichtung umfaßt eine Unterdruckquelle, eine Ozonquelle zum Bereitstellen eines Ozonhaltigen Fluids, zumindest ein erstes Verbindungsmittel zum Herstellen einer ersten Transportleitung zwischen Unterdruckquelle und Wundraum und zumindest ein zwei-

tes Verbindungsmittel zum Herstellen einer zweiten Transportleitung zwischen Ozonquelle und Wundraum.

[0012] Damit bietet die Erfindung die Möglichkeit, gleichzeitig Wundexsudat aus der Wunde ableiten und Keime und Viren aktiv bekämpfen zu können. Bakterien einschließlich multiresistenten Keimen werden durch die Einwirkung von Ozon abgetötet und Viren inaktiviert. Zudem werden die durch die Bakterien entstehenden Gerüche neutralisiert, was die Behandlung deutlich angenehmer macht.

[0013] Die Erfindung bietet des Weiteren den Vorteil, die durchblutungsfördernde Wirkung von Unterdruck und Ozon zu kombinieren und so die periphere Sauerstoffversorgung zu verbessern sowie das Immunsystem zu aktivieren.

[0014] Im Gegensatz zur Instillationstherapie mit Arzneimitteln ist die behördliche Zulassung der erfindungsgemäßen Kombination der Unterdrucktherapie mit Ozonbehandlung als Medizinprodukt deutlich einfacher zu erreichen.

[0015] Da durch die aktive Keimbekämpfung mit der erfindungsgemäßen Unterdrucktherapie unter gleichzeitiger Anwendung einer Ozonspülung der Wunde der Heilungsprozess deutlich beschleunigt werden kann, sinken zudem die stationären Aufenthaltsdauern der Patienten, so dass neben der Verbesserten Heilung eine Kostenreduktion der gesamten Behandlung erreicht werden kann.

[0016] Der Ausdruck ”Unterdruck” bezieht sich auf Werte des Druckes unterhalb des atmosphärischen Drucks von 1013 hPa.

[0017] Die Unterdruckquelle der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfaßt eine Pumpeneinheit zum Absaugen von Flüssigkeit und Abgas aus dem Wundraum über die erste Transportleitung. Durch den Unterdruck kann in einer einfachen Ausführungsform auch das von der Ozonquelle bereitgestellte ozonhaltige Gas durch die zweite Transportleitung in den Wundraum hinein und durch diesen hindurch gesaugt werden. Die Pumpeneinheit kann beispielsweise von einer Membranpumpe gebildet werden. Die Pumpeneinheit ist vorzugsweise über eine Leitung, die mit einem Sicherheitsventil abgesichert ist, mit dem Wundraum verbunden.

[0018] Die Unterdruckquelle kann des Weiteren einen Drucksensor umfassen, welcher den im Betrieb der Vorrichtung aktuell im Wundraum anliegenden Druck erfaßt. Die Vorrichtung kann ferner Mittel zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Druckes im Wundraum umfassen.

[0019] Im Rahmen der Erfindung wird zusätzlich zu dem Ozonhaltigen Fluid keine weitere antibiotisch wirkende Substanz zugeführt, sondern als Wirkstoff allein Ozon in den Wundraum geleitet.

[0020] Die Erfindung bietet unterschiedliche Möglichkeiten, Ozon als Wirkstoff für die Behandlung einer Wunde einzusetzen. Je nach Einsatzort der Vorrichtung und Zustand der Wunde kann das Ozonhaltige Fluid ein Gas oder eine Flüssigkeit oder eine Dispersion eines Gases und einer Flüssigkeit sein. Je nachdem ist die Ozonquelle dazu ausgebildet, ein Ozonhaltiges Gasgemisch bereitzustellen. Werden Gase durch die Ozonquelle geleitet, entstehen ionisierte Gasmoleküle, welche einerseits keimtötend wirkend, und andererseits die Heilung von Wunden unterstützen können.

[0021] Ein ozonhaltiges Gasgemisch kann außer Ozon zumindest ein Gas enthalten, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid oder Edelgase umfaßt. Gerade Stickstoffmonoxid kann dabei die Zündgrenze von Ozon herabsetzen, was die Sicherheit der Anwendung der Vorrichtung erhöht.

[0022] Die Ozonquelle kann jedoch auch dazu ausgebildet sein, eine Ozonhaltige Flüssigkeit bereitzustellen, welche insbesondere außer Ozon Wasser enthält. Dann wird bei der Anwendung der Vorrichtung die Wunde gleichzeitig befeuchtet, was ein feuchtes Wundmilieu fördert. Auch im Fall eines flüssigen ozonhaltigen Fluids ist die Ozonquelle gemäß einer weiteren Ausführungsform dazu ausgebildet, eine Ozonhaltige Flüssigkeit bereitzustellen, welche außer Ozon mindestens ein weiteres Gas enthält, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid oder Edelgase umfaßt. Gerade Stickstoffmonoxid kann dabei die Zündgrenze von Ozon herabsetzen, was die Sicherheit der Anwendung der Vorrichtung erhöht.

[0023] Das Gas kann im Rahmen der Erfindung in Flüssigkeit, insbesondere in Wasser, gelöst und/oder in Form feiner Blasen dispergiert. Im Rahmen der Erfindung wird zusätzlich zu der Ozonhaltigen Flüssigkeit keine weitere antibiotisch wirkende Substanz zugeführt, sondern als Wirkstoff allein Ozon in den Wundraum geleitet.

[0024] Aufgrund seiner Instabilität kann Ozon nicht über längere Zeit gelagert oder wie andere industriell verwendete Gase in Druckflaschen bereitgestellt werden. Vor seiner Anwendung wird es im Rahmen der Erfindung daher an Ort und Stelle erzeugt. Zur Herstellung wird Luft oder Sauerstoff eingesetzt. Im Ozonerzeuger werden die Sauerstoffmoleküle insbesondere durch stille elektrische Entladung, eine Wechselspannungs-Gasentladung, und/oder durch

UV-Bestrahlung zu Sauerstoffatomen dissoziiert, wonach die Ozonsynthese aus dissoziierten Sauerstoffatomen und Sauerstoffmolekülen stattfindet.

[0025] Gemäß der Erfindung umfaßt die Vorrichtung zur Unterdrucktherapie von Wunden in einer vorteilhaften Weiterbildung daher selbst als Ozonquelle einen Ozongenerator, welcher dazu ausgebildet ist, aus einer Sauerstoffquelle, insbesondere aus Luft, bevorzugt aus Umgebungsluft, Ozon zu synthetisieren.

[0026] In einer weiter verbesserten Ausführungsform der Erfindung ist die Ozonquelle baulich in die Unterdruckquelle integriert, so dass ein Aufbau mit nur wenigen einzelnen Komponenten realisiert werden kann. Dies ist insbesondere interessant, wenn die Vorrichtung für den Einsatz in der häuslichen Krankenpflege ausgebildet ist. Je nachdem, in welchem räumlichen Kontext die Vorrichtung zum Einsatz kommt, kann die Ozonquelle im Rahmen der Erfindung auch außerhalb der Unterdruckquelle angeordnet sein, beispielsweise bei der Verwendung der Vorrichtung in der stationären Behandlung in Krankenhäusern.

[0027] Die Vorrichtung kann vorteilhafterweise zumindest eine Sauerstoffquelle, insbesondere eine Sauerstoffflasche, umfassen.

[0028] Insbesondere ist die erfindungsgemäße Vorrichtung als mobile Einheit ausgebildet. Eine derartige Vorrichtung ist transportierbar und kann beispielsweise zuhause von Patienten an eine separat bereitgestellte Sauerstoffflasche angeschlossen werden. So wird der Einsatz im Homecare-Bereich möglich, und die Dauer eines stationären Aufenthalts der Patienten zur Wundbehandlung in Kliniken kann reduziert werden.

[0029] Um in der Art der Durchführung der Therapie individuell auf den jeweils vorliegenden Heilungs- und Infektionszustand der zu behandelnden Wunde eingehen zu können, stellt die Erfindung in einer vorteilhaften Weiterbildung eine Vorrichtung zur Unterdrucktherapie zur Verfügung, welche Mittel zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid in den Wundraum und/oder der Ozonkonzentration in dem ozonhaltigen Fluid umfaßt. Regelventile sind ein Beispiel für derartige Mittel. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, die Ozonkonzentration im Wundraum sowie die Dauer des Einwirkens einer bestimmten Ozonkonzentration vorgeben und während der Behandlung kontrollieren zu können.

[0030] Die Vorrichtung kann dabei zumindest eine Vorgabeeinrichtung umfassen, welche mit den Mitteln zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid in den Wundraum zusammenwirkt. In der Vorgabeeinrichtung können zum einen werkseitig definierte Werte für die Ozonkonzentration in dem Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid voreingestellt sein, wobei in der Anwendung aus dieses Werten ausgewählt werden kann. Ebenfalls möglich ist es, zusätzlich oder alternativ die Vorgabeeinrichtung derart auszubilden, dass die Ozonkonzentration in dem Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid individuell auf beliebige Werte eingestellt werden kann. Eine derartige Einstellung umfaßt insbesondere die Vorgabe eines zeitlich variablen Verlaufs der Ozonkonzentration, beispielsweise eine Schwingung.

[0031] Wenn die Vorrichtung zudem Mittel zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Druckes im Wundraum umfaßt, kann in einer vorteilhaften Weiterbildung zumindest eine Vorgabeeinrichtung vorgesehen sein, welche mit den Mitteln zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Druckes im Wundraum zusammenwirkt. Diese Vorgabeeinrichtung kann mit der oben beschriebenen Vorgabeeinrichtung In der Vorgabeeinrichtung für die Ozonkonzentration gemeinsam eine Vorgabeeinrichtung bilden, oder mit dieser zwei separate Vorgabeeinrichtungen bereitstellen. Auch in der Vorgabeeinrichtung für den Druck können zum einen werkseitig definierte Werte voreingestellt sein, wobei in der Anwendung aus dieses Werten ausgewählt werden kann. Ebenfalls möglich ist es, zusätzlich oder alternativ die Vorgabeeinrichtung derart auszubilden, dass der Druck im Wundraum individuell auf beliebige Werte eingestellt werden kann. Eine derartige Einstellung umfaßt insbesondere die Vorgabe eines zeitlich variablen Verlaufs des Drucks im Wundraum, beispielsweise eine Schwingung.

[0032] Um den hygienischen Betrieb der Vorrichtung zu gewährleisten und die Infektionsgefahr für Pflegepersonal und Patient bei der Anwendung zu minimieren ist im Rahmen der Erfindung des Weiteren vorgesehen, dass die Vorrichtung einen Behälter zum Auffangen abgesaugten Wundsekrets und ozonhaltigen Fluids aus dem Wundraum umfaßt, welcher in der ersten Transportleitung zwischen Unterdruckquelle und Wundraum angeordnet ist.

[0033] Der Behälter zum Auffangen abgesaugten Wundsekrets und ozonhaltigen Fluids aus dem Wundraum kann mit dem ersten Verbindungsmittel zum Herstellen einer ersten Transportleitung zwischen Unterdruckquelle und Wundraum verbunden sein. das Verbindungsmittel kann zum Beispiel Schläuche oder Lumina als erstes Verbindungsmittel umfassen, welche den Wundraum mit dem Behälter und den Behälter mit der Unterdruckquelle verbindet.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Ausführungsform der Erfindung umfaßt der Behälter zum Auffangen abgesaugten Wundsekrets und

ozonhaltigen Fluids aus dem Wundraum eine Flüssigkeitsbarriere und/oder Feuchtigkeitsbarriere, welche im Betrieb der Vorrichtung Flüssigkeit im Behälter zurückhält und Feuchtigkeit aus dem Gas aufnehmen kann.

[0035] Damit wird auch die Möglichkeit geschaffen, bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung das Fluid, welches den Wundraum verläßt, aufzubereiten. Insbesondere für die Aufbereitung von ozonhaltigem Gasgemisch sind flüssige Bestandteile störend, welche aber mit der Flüssigkeitsbarriere im Behälter zurückgehalten werden können, so dass ein im Wesentlichen trockenes Gasgemisch für die Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt wird.

[0036] Um den Ozongehalt des Gasgemisches, das den Behälter als Abgas verläßt, reduzieren und so beispielsweise die Zündgrenze des Gasgemisches aus Sicherheitsgründen zu erhöhen, ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass die Vorrichtung eine Katalysatoreinheit mit einem Katalysator zur Umwandlung von Ozon in Sauerstoff und eine Abgasleitung zum Abführen von Abgasen der Katalysatoreinheit umfaßt.

[0037] Die Abgasleitung kann im einfachsten Fall zum Abführen von Abgasen der Katalysatoreinheit an die Umgebung ausgebildet sein. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann jedoch auch so weitergebildet werden, dass ein Recyclen von Ozon beziehungsweise Sauerstoff ermöglicht wird. Dann wird das sauerstoffhaltige Abgas der Katalysatoreinheit der Ozonquelle zugeführt. Dazu ist vorgesehen, dass die Abgasleitung zum Abführen von Abgasen der Katalysatoreinheit zumindest auch mit der Sauerstoffquelle und/oder der Ozonquelle verbunden ist, so dass der gesamte Abgasstrom oder ein Teil des Abgasstroms als Ressource für Ozon genutzt wird.

[0038] Für die Bauteile, welche mit Ozonhaltigem Fluid in Berührung kommen, werden im Rahmen der Erfindung ozonresistente Materialien verwendet. Dafür kommen beispielsweise Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Silikon in Frage. Die betreffenden Bauteile können aus ozonresistentem Material gefertigt oder mit einem solchen beschichtet sein. Derartige Bauteile sind neben den Verbindungsmitteln wie etwa Schläuchen oder Lumina zum Herstellen der Transportleitungen insbesondere die Abdeckung der Wunde, der Behälter, die Flüssigkeitsbarriere und die betreffenden Komponenten der Vakuumquelle, der Ozonquelle und der Katalysatoreinheit.

[0039] Die Erfindung stellt des Weiteren ein Verfahren zur Unterdrucktherapie von Wunden mit gleichzeitiger Ozonbehandlung der Wunde zur Verfügung.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Unterdrucktherapie, insbesondere unter Verwendung einer oben beschriebenen Vorrichtung, umfaßt folgende Schritte:

a) gasdichtes Abschließen der Oberfläche der Wunde und der Wundumgebung mit einem gasundurchlässigen Abdeckmaterial unter Ausbildung eines Wundraums,

b) Herstellen einer leitenden Verbindung zwischen Wundraum und Unterdruckquelle,

c) Herstellen einer leitenden Verbindung zwischen Wundraum und Ozonquelle und

d) in Betrieb Setzen der Unterdruckquelle und der Ozonquelle,

so dass zum einen im Wundraum ein Druck mit einem Wert unterhalb von 1013 hPa angelegt wird und gleichzeitig zum anderen der Wundraum von ozonhaltigem Fluid durchströmt wird.

[0041] Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass gleichzeitig der Druck im Wundraum und der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid zeitlich konstant gehalten werden.

[0042] In dieser einfachsten Form des Verfahrens wird Wundraum mit einem Unterdruck und mit ozonhaltigem Fluid beaufschlagt, wobei der Druck und die Ozonkonzentration im Wundraum sich zeitlich lediglich in den üblichen Schwankungen der Toleranzbreite verändern.

[0043] Die Erfindung bietet in einer vorteilhaften Weiterbildung die Möglichkeit, die mit der Ozonspülung kombinierte Unterdrucktherapie variabler zu gestalten, indem abwechselnd über einen Zeitraum t1 im Wundraum ein Druck mit einem Wert unterhalb von 1013 hPa angelegt wird und anschließend über einen Zeitraum t2 der Wundraum von ozonhaltigem Fluid durchströmt wird.

[0044] Während der Spülung des Wundraums mit ozonhaltigem Fluid kann der Druck auf dem Wert bleiben, der während des Zeitraums t1 herrschte, oder verändert werden. Beispielsweise können sich das Anlagen von Unterdruck im Wundraum und das Spülen mit Ozonhaltigem Fluid abwechseln.

[0045] Die abwechselnde Anwendung von Unterdruck und Ozonspülung wird auch als ”Intermittierende Betriebsweise” bezeichnet.

[0046] Des Weiteren kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit sich verändernden zeitlichen Verläufen von Unterdruck und/oder Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid und/oder Ozonkonzentration gearbeitet werden. Dabei verändert sich der Druck im Wundraum und/oder der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid und/oder die Ozonkonzentration im ozonhaltigen Fluid mit fortschreitender Zeit zwi-

schen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, insbesondere in periodischer Weise.

[0047] Bei einer Periodizität des Verlaufs von Druck und/oder Volumenstrom mit der Zeit können im Rahmen der Erfindung je nach medizinischer Indikation im konkreten Anwendungsfall Veränderungen des betrachteten Parameters in Form eines Rechtecksignals, eines Dreiecksignals, eines Sinusförmigen Signals oder eines sägezahnförmigen Signals realisiert werden. Diese Signalformen können auch nacheinander angelegt werden. Im einfachsten Fall eines Schwankens des Druckes und/oder des Volumenstroms und/oder der Ozonkonzentration nach Art einer Rechteckspannung wird in der Praxis der Übergang zwischen unterem und oberen Grenzwert durch eine Anstiegszeit und der Übergang zwischen oberem und unterem Grenzwert durch eine Abfallzeit bestimmt. Dadurch kommt es zur Ausbildung von Rampen im Verlauf des Druckes beziehungsweise des Volumenstroms und/oder der Ozonkonzentration in Abhängigkeit von der Zeit.

[0048] Insbesondere kann das erfindungsgemäße Verfahren derart durchgeführt werden, dass sich Zeitabschnitte gleichzeitiger Behandlung mit Unterdruck und Ozonspülung mit Zeitabschnitten alleiniger Ozonspülung und/oder alleiniger Unterdruckbehandlung abwechseln. Dazu ist in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass sich der Druck im Wundraum mit fortschreitender Zeit in periodischer Weise zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, und dass sich der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid und/oder die Ozonkonzentration in dem ozonhaltigen Fluid mit fortschreitender Zeit in periodischer Weise zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, wobei die Periodendauer TD der Periode des Drucks und die Periodendauer TV der Periode des Volumenstroms und/oder die Periodendauer TC der Periode der Ozonkonzentration identisch sind. Insbesondere können dabei die Perioden um einen Bruchteil der Periodendauer TD, TV zueinander versetzt sein.

[0049] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dieselben Bauteile sind dabei mit denselben Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

[0050] Fig. 1 Eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Unterdrucktherapie gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, illustriert an einer Wunde in Querschnittsansicht,

[0051] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Unterdrucktherapie gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, illustriert an einer Wunde in Querschnittsansicht,

[0052] Fig. 3 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Unterdrucktherapie gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung, illustriert an einer Wunde in Querschnittsansicht,

[0053] Fig. 4 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Unterdrucktherapie gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung, illustriert an einer Wunde in Querschnittsansicht,

[0054] Fig. 5 ein Flussdiagramm des Verfahrens zur Unterdrucktherapie gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

[0055] Fig. 6 ein Flussdiagramm des Verfahrens zur Unterdrucktherapie gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

[0056] Fig. 7 ein Flussdiagramm des Verfahrens zur Unterdrucktherapie gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

[0057] Fig. 8 eine Auftragung des zeitlichen Verlaufs des Drucks im Wundraum und des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

[0058] Fig. 9 eine Auftragung des zeitlichen Verlaufs des Drucks im Wundraum und des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

[0059] Fig. 10 eine Auftragung des zeitlichen Verlaufs des Drucks im Wundraum und des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

[0060] Fig. 11 eine Auftragung des zeitlichen Verlaufs des Drucks im Wundraum und der Ozonkonzentration in dem durch den Wundraum geleiteten Fluid gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

[0061] Fig. 12 eine Auftragung des zeitlichen Verlaufs des Drucks im Wundraum und der Ozonkonzentration in dem durch den Wundraum geleiteten Fluid gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0062] In **Fig.** 1 ist die Vorrichtung **1** zur Unterdrucktherapie gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt. In Querschnittsansicht ist eine Wunde **4** mit ihrer Wundumgebung **41** gezeigt. Die Wunde **4** und die Wundumgebung **41** sind mit einem fluiddichten Abdeckmaterial **5** überspannt, so dass zwischen der Oberfläche der Wunde **4** und der Wundumgebung **41** sowie der

der Wunde zugewandten Seite der Abdeckung **5** ein Wundraum **42** gebildet wird.

[0063] Je nach Art der Wunde kann im Rahmen der Erfindung zwischen der Wunde und der Wundumgebung einerseits und dem fluiddichten Abdeckmaterial andererseits ein Abstandshaltermaterial vorgesehen sein. Beispielsweise kann das fluiddichte Abdeckmaterial eine Schaumauflage an der Seite aufweisen, welche der Wunde zugewandt verwendet wird. Ein entsprechendes Pflaster mit Schaumauflage ist eine einfache Möglichkeit für ein solches Abdeckmaterial. Das Abstandshaltermaterial dient bei Verwendung der Vorrichtung zur Unterdrucktherapie dazu, zu vermeiden, dass die Abdeckung auf die Wundoberfläche gesaugt wird, wenn das Abdeckmaterial selbst keine ausreichende Steifigkeit aufweist. So wird sicher gestellt, dass die Durchströmbarkeit des Wundraums zuverlässig gegeben ist.

[0064] Die Vorrichtung **1** zur Unterdrucktherapie umfaßt eine Vakuumquelle **2**, beispielsweise eine Membranpumpe. Mittels eines Schlauches oder Lumens als Verbindungsmittel **24** ist die Vakuumquelle **2** mit dem Wundraum **42** verbunden, so dass im Betrieb der Vorrichtung **1** im Wundraum **42** ein Unterdruck erzeugt werden kann.

[0065] Die Vorrichtung **1** umfaßt des Weiteren eine Ozonquelle **3**, beispielsweise einen Ozongenerator. In der Ozonquelle **3** wird im Betrieb der Vorrichtung **1** ein ozonhaltiges Fluid bereitgestellt. Zur Bildung Ozon wird Sauerstoff in Ozon umgewandelt. Als Sauerstoffquelle wird im gezeigten Beispiel Umgebungsluft **32** verwendet. Mittels eines Schlauches oder Lumens als Verbindungsmittel **34** ist die Ozonquelle **3** mit dem Wundraum **42** verbunden, so dass im Betrieb der Vorrichtung **1** ozonhaltiges Fluid in den Wundraum **42** geleitet werden kann.

[0066] Über die erste Transportleitung **24** wird Wundexsudat sowie ozonhaltiges Fluid aus dem Wundraum **42** abgesaugt. Da das ozonhaltige Fluid noch Sauerstoff enthalten kann, besteht bei Atmosphärendruck die Gefahr einer explosionsartigen Zersetzung des Gemisches. Um diese Gefahr auszuräumen, weist die Vorrichtung eine Katalysatoreinheit **8** auf, durch welche das aus dem Wundraum abgesaugte Ozongemisch geleitet wird, bevor es die Vorrichtung **1** über deren Abgasleitung **9** verläßt. In der Katalysatoreinheit wird überschüssiges Ozon abgebaut, so dass die Ozonkonzentration im Abgas deutlich unterhalb von 11,5 Vol.-% liegt.

[0067] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist Vorrichtung **1** zusätzlich zu den Bauteilen der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführungsform einen Behälter **7** auf. Der Behälter **7** ist in der ersten Transportleitung **24** vom Wundraum **42** zur Vakuumquelle **2** angeordnet. In dem Behälter wird das Wundexsudat gesammelt, so dass der Vakuumquelle ein trockeneres ozonhaltiges Fluid zugeführt wird. Dadurch sinken die technischen Anforderungen an die einzusetzende Vakuumpumpe.

[0068] Des Weiteren weist die Vorrichtung **1** gemäß **Fig.** 2 Mittel **6** zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid in den Wundraum und/oder der Ozonkonzentration in dem ozonhaltigen Fluid auf. Diese sind funktionell mit der Ozonquelle verbunden und in der zweiten Transportleitung angeordnet, in welcher im Betrieb das ozonhaltige Fluid von der Ozonquelle zum Wundraum geführt wird.

[0069] Die Ozonkonzentration im Wundraum **42** kann über das Festlegen des Volumenstroms an Ozon bestimmt werden, welches in der Gesamtmenge an ozonhaltigem Fluid eingebracht wird. Durch ein Ventil, insbesondere ein Steuer- und/oder Regelventil für das Ozon im Trägermedium, also beispielsweise Umgebungsluft oder Wasser, kann die Ozonkonzentration im Wundraum **42** eingestellt werden. Dazu kann vorgesehen sein, dass die Mittel **6**, beispielsweise in Form eines Steuerventils, Ozonkonzentrationen auf werkseitig in der Vorrichtung **1** festgelegten Stufen erlauben. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass die Mittel **6**, beispielsweise in Form eines Regelventils, individuell für den jeweiligen Anwendungsfall beliebige Ozonkonzentrationen ermöglichen. Die Ozonkonzentration beziehungsweise der Volumenstrom an Ozon kann dabei während der Behandlungsdauer variieren.

[0070] In **Fig.** 3 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** zur Unterdrucktherapie dargestellt. Als Sauerstoffquelle **32** für die Ozonquelle **3** wird eine Sauerstoffflasche eingesetzt. Es können zudem weitere Gasflaschen, beispielsweise Stickstoffflaschen, an die Ozonquelle angeschlossen werden (nicht dargestellt). Damit wird es durch die Erfindung möglich, die Vorrichtung **1** zur Unterdrucktherapie als mobile Einheit auch für die Verwendung von zuhause gepflegten Patienten zu schaffen.

[0071] In Ergänzung zu den oben beschriebenen Komponenten weist die Vorrichtung **1** Verbindungsmittel zum Herstellen einer Transportleitung **93** zwischen Katalysatoreinheit **8** und der Ozonquelle **3**, insbesondere zwischen der Abgasleitung **9** der Katalysatoreinheit **8** und der Ozonquelle **3**, beispielsweise einen Schlauch oder Lumen, auf. So kann im Betrieb der Vorrichtung zumindest ein Teil des Abgases der Katalysatoreinheit **8** der Ozonquelle **3** wieder zugeführt werden. Dadurch wird der Sauerstoffverbrauch der Vorrichtung **1** gesenkt, so dass die Betriebszeit mit einer Sauerstoffflasche erhöht werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Vorrich-

tung **1** als mobile Einheit für die Nachsorge von Wunden von Patienten zuhause verwendet wird.

[0072] In der in **Fig.** 4 gezeigten weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Behälter **7** eine Flüssigkeitsbarriere **71** auf. Die Flüssigkeitsbarriere **71** ermöglicht im Betrieb der Vorrichtung **1** eine Trennung der flüssigen Phase **711** von der gasförmigen Phase des aus dem Wundraum **42** abgesaugten Gemisches aus Wundexsudat und ozonhaltigem Fluid. Die gasförmige Phase wird über die Pumpe **2** aus dem Behälter **7** abgesaugt und der Katalysatoreinheit **8** zugeführt.

[0073] In **Fig.** 5 ist der grundsätzliche Ablauf des Verfahrens bei Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Unterdrucktherapie anhand eines Flussdiagramms dargestellt. Zunächst wird das Abdeckmaterial über Wunde und Wundumgebung angebracht. Dann wird der Wundraum mit der Unterdruckquelle und der Ozonquelle verbunden. Danach werden Unterdruckquelle und Ozonquelle eingeschaltet. Nun befindet sich die Vorrichtung im Betrieb. Im dargestellten Ausführungsbeispiel herrscht ein Unterdruck im Wundraum, während dieser gleichzeitig von ozonhaltigem Fluid durchströmt wird.

[0074] Beispielsweise wird von der Unterdruckquelle ein Unterdruck von 125 mm Hg erzeugt. Die Einheit ”mm Hg” (Millimeter Quecksilbersäule) wird häufig im Zusammenhang mit Unterdrucktherapiegeräten verwendet. Ein Wert von 1 mm Hg entspricht 133,322 Pa (Pascal). Während der Unterdruck von 125 mm Hg aufrecht erhalten wird, kann die Wunde mit Ozon belüftet werden, wobei eine ständige Ozonerzeugung und Zufluss des Ozons in den Wundraum sowie eine ständige Unterdruckerzeugung beziehungsweise Absaugung aus dem Wundraum erfolgen.

[0075] Im Verlauf der Therapie kann dabei die Ozonkonzentration unter Verwendung der Mittel **6**, beispielsweise in Form eines Steuer und/oder Regelventils, eingestellt werden. Bei der topischen Wundbehandlung werden Ozonkonzentrationen zwischen etwa 1 µg/ml (Mikrogramm pro Milliliter) und etwa 100 µg/ml je nach Anwendung empfohlen. Für eine antibiotische Wirkung wird eine hohe Ozonkonzentration zwischen etwa 80 µg/ml und etwa 100 µg/ml emfpohlen, für eine heilungsfördernde Wirkung eine geringere Ozonkonzentration zwischen etwa 10 µg/ml und etwa 25 µg/ml. Je höher die Ozonkonzentration ist, desto höher ist die antibiotische Wirkung; nimmt die Ozonkonzentration ab, steigt die heilungsfördernde Wirkung.

[0076] Für den zeitlichen Verlauf von Unterdruck und Ozonkonzentration im Wundraum während der Behandlungsdauer bietet die Erfindung die Möglichkeit zur flexiblen Wahl der Parameter Druck, Ozonkonzentration beziehungsweise Volumenstrom an Ozon sowie Zeitintervall, innerhalb dessen bestimmte Werte oder Werteverläufe der Parameter herrschen. Darauf wird exemplarisch anhand der **Fig.** 8 bis **Fig.** 12 unten näher eingegangen.

[0077] Soll die Behandlung beendet werden, werden Unterdruckquelle und Ozonquelle ausgeschaltet und ihre jeweilige Verbindung mit dem Wundraum gelöst. Dann wird das Abdeckmaterial entfernt und die Behandlung ist abgeschlossen.

[0078] In den folgenden Flussdiagrammen sind die Schritte des Einschaltens der Unterdruckquelle (Ozonquelle), der Zustand des Unterdrucks im Wundraum beziehungsweise des Strömens ozonhaltigen Fluids durch den Wundraum sowie des Ausschaltens der Unterdruckquelle (Ozonquelle) als Block D (Block O) zusammengefasst dargestellt.

[0079] Eine Variation der gleichzeitigen Beaufschlagung der Wunde mit Unterdruck und Ozon, wie im Flussdiagramm in **Fig.** 5 als sogenannter ”kontinuierlicher Modus” dargestellt, ist die Möglichkeit, über einen bestimmten Zeitraum einen Unterdruck abzulegen und dann die Zuführung des Ozons zu initiieren, oder umgekehrt. Diese Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens sind im Flussdiagramm in **Fig.** 6 dargestellt. Demnach kann im Rahmen der Erfindung eine Unterdruckbehandlung der Ozonspülung der Wunde vorausgehen (linker Zweig im Flussdiagramm) oder auf die Ozonspülung folgen (rechter Zweig im Flussdiagramm).

[0080] In **Fig.** 7 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Dabei wird der Wundraum abwechselnd mit Unterdruck und Ozonspülung beaufschlagt, wobei dieser Wechsel beliebig oft wiederholt werden kann. Im sogenannten ”Intervallmodus” oder ”intermittierenden Modus” wird durch die Unterdruckquelle im Wundraum ein Unterdruck erzeugt, beispielsweise 125 mm Hg, und für einen Zeitraum, beispielsweise 2 min, aufrecht erhalten. Nach dieser vorgegebenen Zeit wird ozonhaltiges Fluid in den Wundraum geleitet und dadurch der Unterdruck wieder abgebaut. Nach einem ebenfalls vorgebbaren Zeitintervall baut die Vakuumpumpe den Unterdruck im Wundraum wieder auf, der Vorgang wiederholt sich.

[0081] Die in den **Fig.** 5, **Fig.** 6 und **Fig.** 7 aufgezeigten Möglichkeiten zur Durchführung des Verfahrens können im Rahmen der Erfindung auch miteinander kombiniert werden. Beispielsweise kann die Unterdrucktherapie zunächst im kontinuierlichen Modus durchgeführt werden und anschließend im intermittierenden Modus oder umgekehrt.

[0082] In **Fig.** 8 ist der zeitliche Verlauf von Druck und Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid für den einfachsten Fall eines Betriebs im kontinuierlichen Mo-

dus des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt: Beide Parameter haben für die gesamte Behandlungsdauer einen konstanten Wert.

[0083] In **Fig.** 9 ist der zeitliche Verlauf von Druck und Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid für einen Betrieb im kontinuierlichen Modus gezeigt, bei welchem der gleichzeitigen Beaufschlagung des Wundraums mit Unterdruck und Ozonspülung eine Phase alleiniger Unterdruckbehandlung vorausgeht. Erst nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitraums t1 wird ozonhaltiges Fluid in den Wundraum geleitet.

[0084] In **Fig.** 10 ist der zeitliche Verlauf von Druck und Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid für einen Betrieb im kontinuierlichen Modus gezeigt, bei welchem während der gleichzeitigen Beaufschlagung des Wundraums mit Unterdruck der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid zeitlich veränderlich ist und bis zu einem Zeitraum t1 einen Wert von V_o hat, um dann für die Dauer von t1 bis t2 auf einen Wert V_u abzusinken. Während eines Zeitraums von t2 bis t3 nimmt der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid wieder den Wert V_o an, ebenso zwischen den Zeitpunkten t4 und t5 sowie ab dem Zeitpunkt t6. Während des Zeitraums von t3 bis t4 und zwischen den Zeitpunkten t5 und t6 nimmt der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid einen Wert von V_u an.

[0085] Auf diese Weise kann in vorgebbaren Zeitintervallen die Ozonkonzentration im Wundraum auf verschiedene Werte eingestellt werden. Beispielsweise kann alle 5 min für eine Dauer von 1 min dem Wundraum Ozon zugeführt werden, wobei die Vakuumpumpe dauerhaft einen Unterdruck von beispielsweise 125 mm Hg erzeugt. **Fig.** 10 zeigt ein einfaches Beispiel mit zwei verschiedenen Werten V_u und V_o, grundsätzlich sind unterschiedliche Werte für jedes Zeitintervall möglich.

[0086] In **Fig.** 11 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens illustriert. Aufgetragen sind der zeitliche Verlauf des Drucks und der zeitliche Verlauf der Ozonkonzentration im ozonhaltigen Fluid. Die Ozonkonzentration kann beispielsweise über den Volumenstrom an Ozon in Relation zum gesamten Volumenstrom des ozonhaltigen Fluids eingestellt werden.

[0087] Bis zu einem Zeitraum t1 hat die Ozonkonzentration einen Wert von c_o hat, um dann für die Dauer von t1 bis t2 auf einen Wert c_u abzusinken. Während eines Zeitraums von t2 bis t3 nimmt die Ozonkonzentration wieder den Wert c_o an, ebenso zwischen den Zeitpunkten t4 und t5 sowie ab dem Zeitpunkt t6. Während des Zeitraums von t3 bis t4 und zwischen den Zeitpunkten t5 und t6 nimmt die Ozonkonzentration Wert von c_u an. **Fig.** 11 zeigt ein einfaches Beispiel mit zwei verschiedenen Werten c_u und c_o, grundsätzlich sind unterschiedliche Werte für jedes Zeitintervall möglich.

[0088] In dem in **Fig.** 11 illustrierten Fall der intermittierenden Betriebsweise verändert sich das Niveau des Drucks analog dem der Ozonkonzentration zwischen den Werten p_o und p_u. Druck und Ozonkonzentration schwanken sozusagen in Phase.

[0089] Einen Sonderfall der intermittierenden Betriebsweise stellt der Betrieb mit periodisch schwankenden Werten für Druck und Ozonkonzentration dar. Ein solcher ist am Beispiel eines Verlaufs von Druck und Ozonkonzentration nach Art einer Rechteckspannung im Diagramm in **Fig.** 12 dargestellt. Die Periodendauer der Schwankung der Ozonkonzentration beträgt Tc. Die Periodendauer der Schwankung des Drucks beträgt Tp. Die Schwankung des Drucks hinkt allerdings der Schwankung der Ozonkonzentration zeitlich hinterher. Druck und Ozonkonzentration schwanken mit zeitlichem Versatz; der zeitliche Verlauf der beiden Parameter zeigt sozusagen eine Phasenverschiebung.

[0090] Im Rahmen der Erfindung können auch andere Formen des zeitlichen Verlaufs von Druck und/oder Ozonkonzentration, beispielsweise nach Art einer Sinusschwingung oder einer Dreieckspannung beziehungsweise einer Sägezahnspannung gewählt werden, wobei die Werte jeweils zwischen einem mit dem Index ”o” bezeichneten oberen Grenzwert und einem mit dem Index ”u” bezeichneten unteren Grenzwert schwanken.

[0091] Es ist dem Fachmann ersichtlich, dass die Erfindung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern vielmehr in vielfältiger Weise variiert werden kann. Insbesondere können die Merkmale der einzelnen Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert oder gegeneinander ausgetauscht werden. Dies gilt für die Bauteile der Vorrichtung ebenso wie für die Verfahrensschritte, die in den Flussdiagrammen dargestellt sind.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zur Unterdrucktherapie von Wunden
2	Unterdruckquelle, Vakuumquelle, Membranpumpe
24	erstes Verbindungsmittel zum Herstellen einer ersten Transportleitung zwischen Unterdruckquelle und Wundraum, Lumen, Schlauch
3	Ozonquelle
31	Ozongenerator
32	Sauerstoffquelle, Umgebungsluft, Sauerstoffflasche
34	zweites Verbindungsmittel zum Herstellen einer zweiten Transportleitung zwi-

	schen Ozonquelle und Wundraum, Lumen, Schlauch
4	Wunde
41	Wundumgebung
42	Wundraum
5	fluidundurchlässiges Abdeckmaterial
6	Mittel zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid in den Wundraum und/oder der Ozonkonzentration in dem ozonhaltigen Fluid, Ventil, Steuer- und/oder Regelventil
7	Behälter
71	Flüssigkeitsbarriere
711	Flüssigkeit
8	Katalysatoreinheit, Katalysator
9	Abgasleitung zum Abführen von Abgasen der Katalysatoreinheit
93	drittes Verbindungsmittel zum Herstellen einer vierten Transportleitung zwischen Katalysatoreinheit und Ozonquelle, Schlauch, Lumen

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 1993/09727 [0004]
- US 2011/0184357 A1 [0005, 0006]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**), welche gemeinsam mit ihrer Wundumgebung (**41**) mit einem gasundurchlässigen Abdeckmaterial (**5**) gasdicht abschließbar sind, wobei der beim Abschließen gebildete Raum zwischen der Oberfläche der Wunde und der Wundumgebung einerseits und dem Abdeckmaterial andererseits einen Wundraum (**42**) definiert,
umfassend eine Unterdruckquelle (**2**),
eine Ozonquelle (**3**) zum Bereitstellen eines Ozonhaltigen Fluids,
zumindest ein erstes Verbindungsmittel (**24**) zum Herstellen einer ersten Transportleitung zwischen Unterdruckquelle und Wundraum und
zumindest ein zweites Verbindungsmittel (**34**) zum Herstellen einer zweiten Transportleitung zwischen Ozonquelle und Wundraum.

2. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) dazu ausgebildet ist, ein Ozonhaltiges Gasgemisch bereitzustellen, welches außer Ozon zumindest ein Gas enthält, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid umfaßt.

3. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) dazu ausgebildet ist, eine Ozonhaltige Flüssigkeit bereitzustellen.

4. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) dazu ausgebildet ist, eine ozonhaltige Flüssigkeit bereitzustellen, welche außer Ozon Wasser enthält.

5. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) dazu ausgebildet ist, eine Ozonhaltige Flüssigkeit bereitzustellen, welche außer Ozon mindestens ein weiteres Gas enthält, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid umfaßt.

6. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) ein Ozongenerator ist, welcher dazu ausgebildet ist, aus einer Sauerstoffquelle (**32**), insbesondere aus Luft, bevorzugt aus Umgebungsluft, Ozon zu synthetisieren.

7. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) baulich in die Unterdruckquelle (**2**) integriert ist.

8. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ozonquelle (**3**) außerhalb der Unterdruckquelle (**2**) angeordnet ist.

9. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Vorrichtung zumindest eine Sauerstoffquelle (**32**), insbesondere eine Sauerstoffflasche, umfaßt.

10. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Vorrichtung als mobile Einheit ausgebildet ist.

11. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Vorrichtung Mittel (**6**) zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Volumenstroms an ozonhaltigem Fluid in den Wundraum und/oder der Ozonkonzentration in dem ozonhaltigen Fluid umfaßt.

12. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Vorrichtung einen Behälter (**7**) zum Auffangen abgesaugten Wundsekrets und ozonhaltigen Fluids aus dem Wundraum (**42**) umfaßt, welcher in der ersten Transportleitung (**24**) zwischen Unterdruckquelle (**2**) und Wundraum (**42**) angeordnet ist.

13. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Behälter (**7**) zum Auffangen abgesaugten Wundsekrets und ozonhaltigen Fluids aus dem Wundraum (**42**) eine Flüssigkeitsbarriere (**71**) umfaßt, welche im Betrieb der Vorrichtung Flüssigkeit (**711**) im Behälter (**7**) zurückhält.

14. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorrichtung eine Katalysatoreinheit (**8**) mit einem Katalysator zur Umwandlung von Ozon in Sauerstoff und
zumindest eine Abgasleitung (**9**) zum Abführen von Abgasen der Katalysatoreinheit umfaßt.

15. Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Abgasleitung (**9**, **93**) zum Abführen von Abgasen der Katalysatoreinheit (**8**) zumin-

dest auch mit der Sauerstoffquelle (**32**) und/oder der Ozonquelle (**3**) verbunden ist.

16. Verfahren zur Unterdrucktherapie von Wunden unter Verwendung einer Vorrichtung (**1**) zur Unterdrucktherapie von Wunden (**4**) nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit folgenden Schritten
a) gasdichtes Abschließen der Oberfläche der Wunde (**4**) und der Wundumgebung (**41**) mit einem gasundurchlässigen Abdeckmaterial (**5**) unter Ausbildung eines Wundraums (**42**),
b) Herstellen einer leitenden Verbindung (**24**) zwischen Wundraum (**42**) und Unterdruckquelle (**2**),
c) Herstellen einer leitenden Verbindung (**34**) zwischen Wundraum (**42**) und Ozonquelle (**3**)
d) in Betrieb Setzen der Unterdruckquelle (**2**) und der Ozonquelle (**3**),
so dass im Wundraum (**42**) ein Druck mit einem Wert unterhalb von 1013 hPa angelegt wird und gleichzeitig der Wundraum von ozonhaltigem Fluid durchströmt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Druck im Wundraum und der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid zeitlich konstant gehalten werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet,** dass abwechselnd über einen Zeitraum t1 im Wundraum ein Druck mit einem Wert unterhalb von 1013 hPa angelegt wird und anschließend über einen Zeitraum t2 der Wundraum von ozonhaltigem Fluid durchströmt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 18, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich der Druck im Wundraum mit fortschreitender Zeit zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, insbesondere in periodischer Weise.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16, 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid und/oder die Ozonkonzentration im ozonhaltigen Fluid mit fortschreitender Zeit zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, insbesondere in periodischer Weise.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16, 18, 19 oder 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich der Druck im Wundraum mit fortschreitender Zeit in periodischer Weise zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, und dass
sich der Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid und/oder die Ozonkonzentration im ozonhaltigen Fluid mit fortschreitender Zeit in periodischer Weise zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert verändert, wobei die Periodendauer (Tp) der Periode des Drucks und die Periodendauer der Periode des Volumenstroms und/oder die Periodendauer (Tc) der Periode der Ozonkonzentration identisch sind.

22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Perioden um einen Bruchteil der Periodendauer (Tp, Tc) zueinander versetzt sind

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

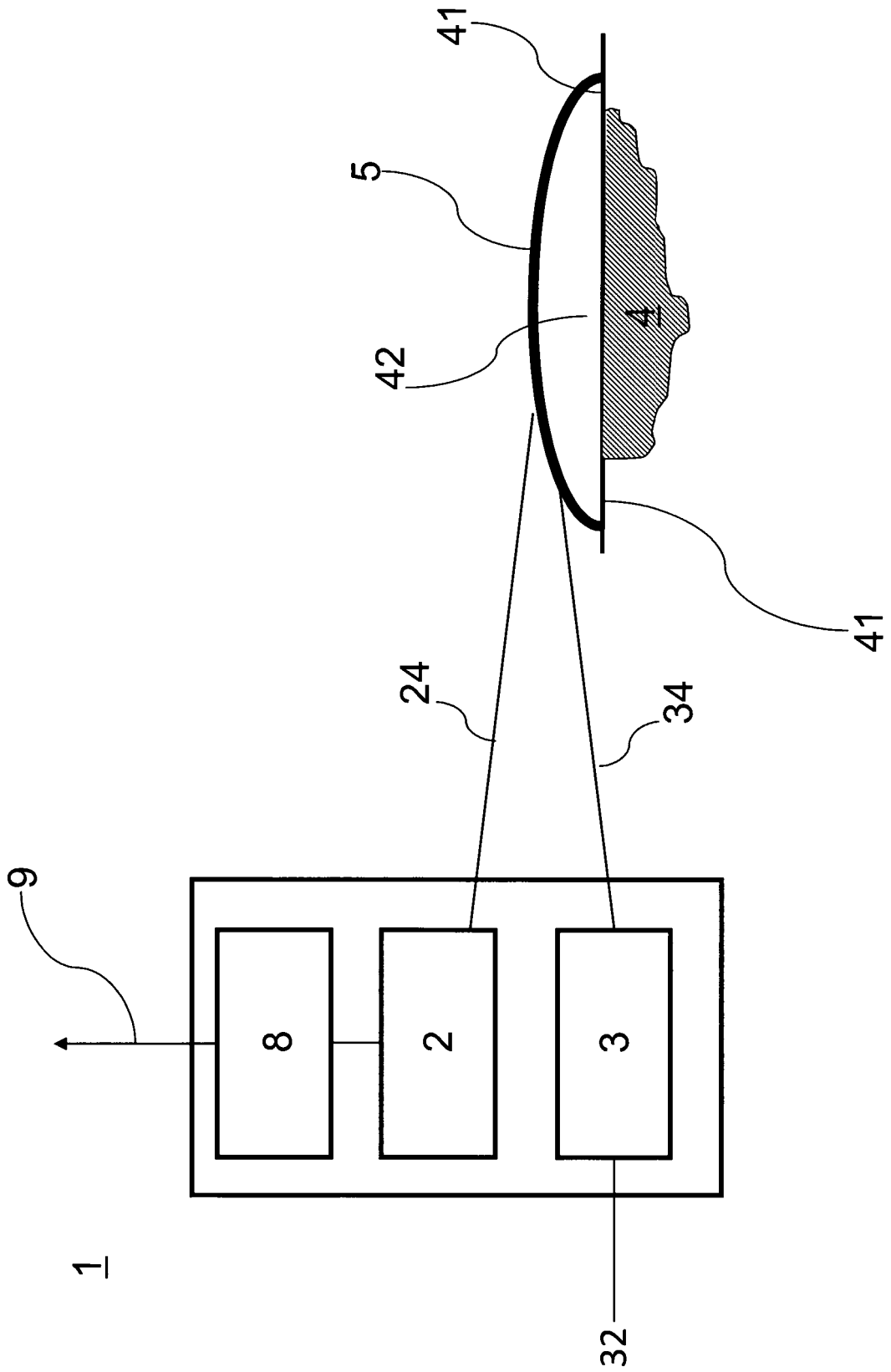


Fig. 1

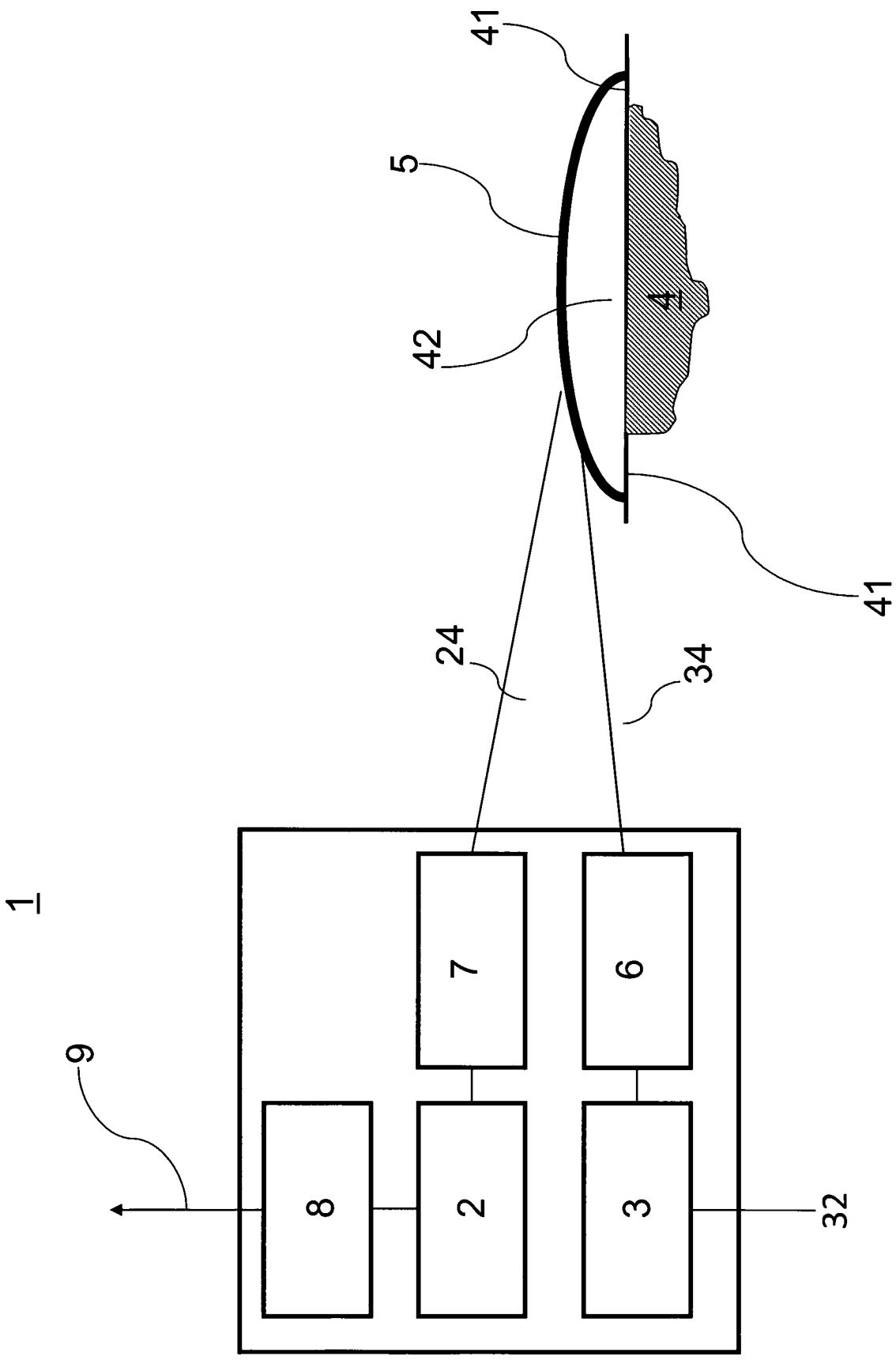


Fig. 2

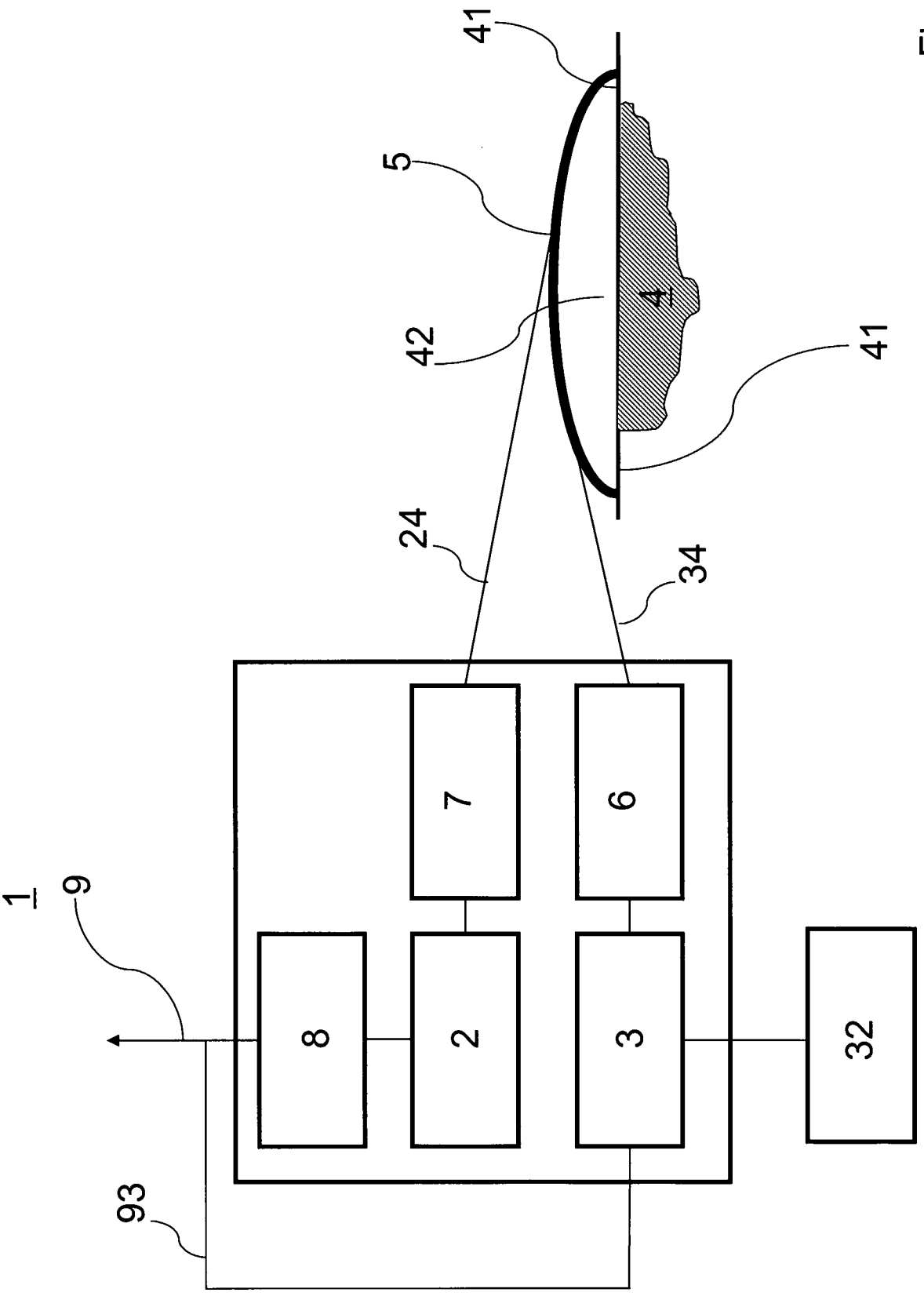


Fig. 3

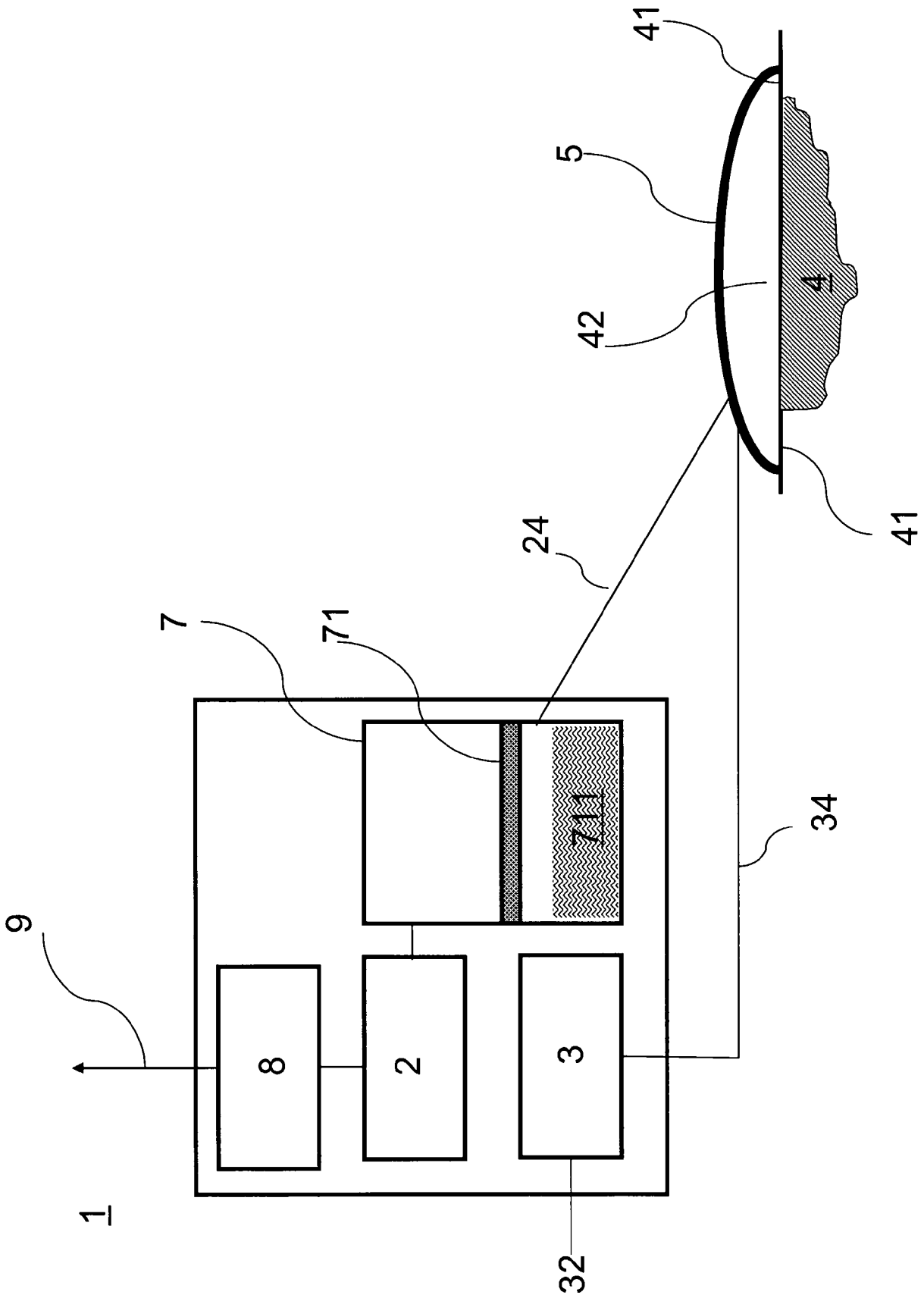


Fig. 4

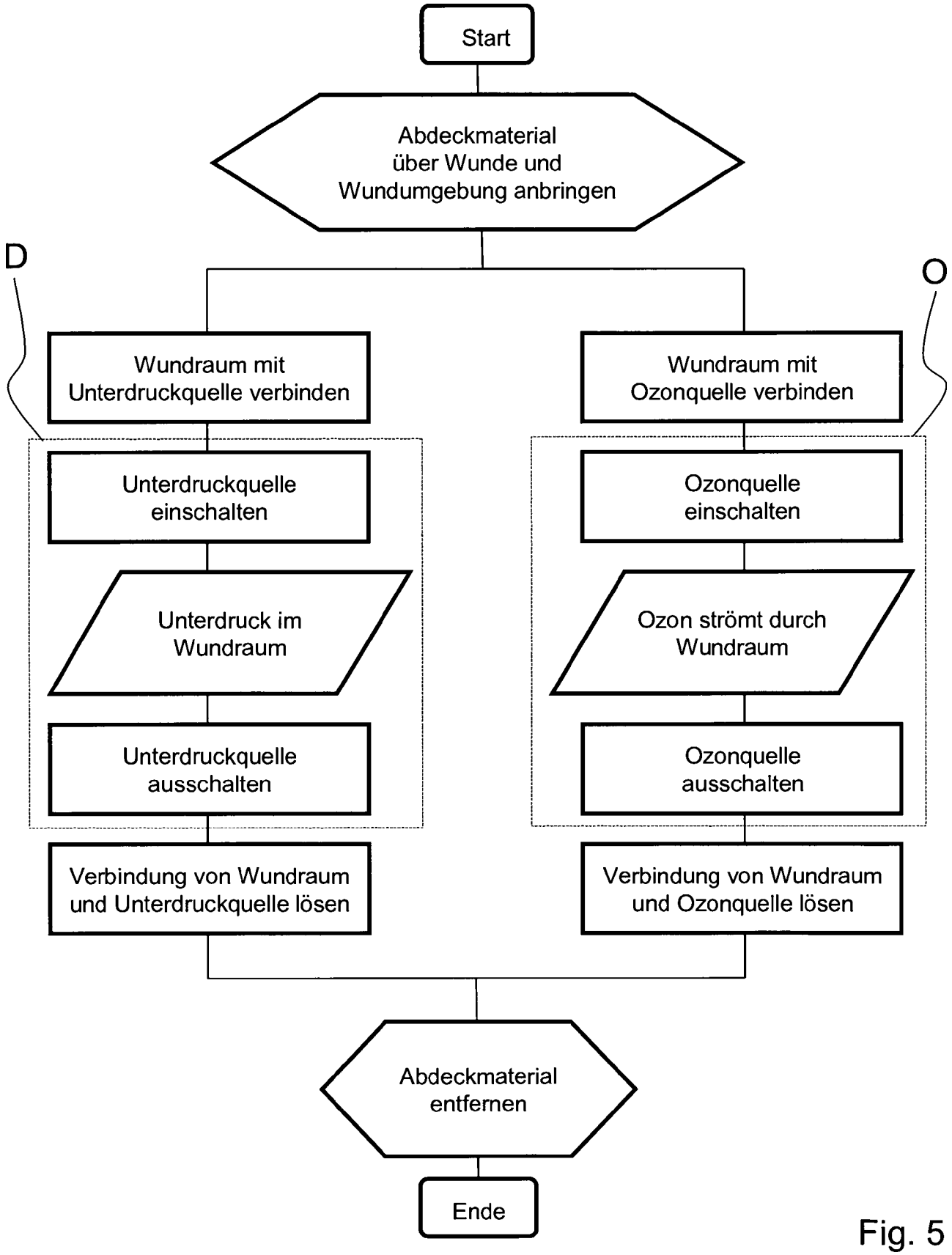

Start
Abdeckmaterial über Wunde und Wundumgebung anbringen
D
O
Wundraum mit Unterdruckquelle verbinden
Wundraum mit Ozonquelle verbinden
Unterdruckquelle einschalten
Ozonquelle einschalten
Unterdruck im Wundraum
Ozon strömt durch Wundraum
Unterdruckquelle ausschalten
Ozonquelle ausschalten
Verbindung von Wundraum und Unterdruckquelle lösen
Verbindung von Wundraum und Ozonquelle lösen
Abdeckmaterial entfernen
Ende

Fig. 5

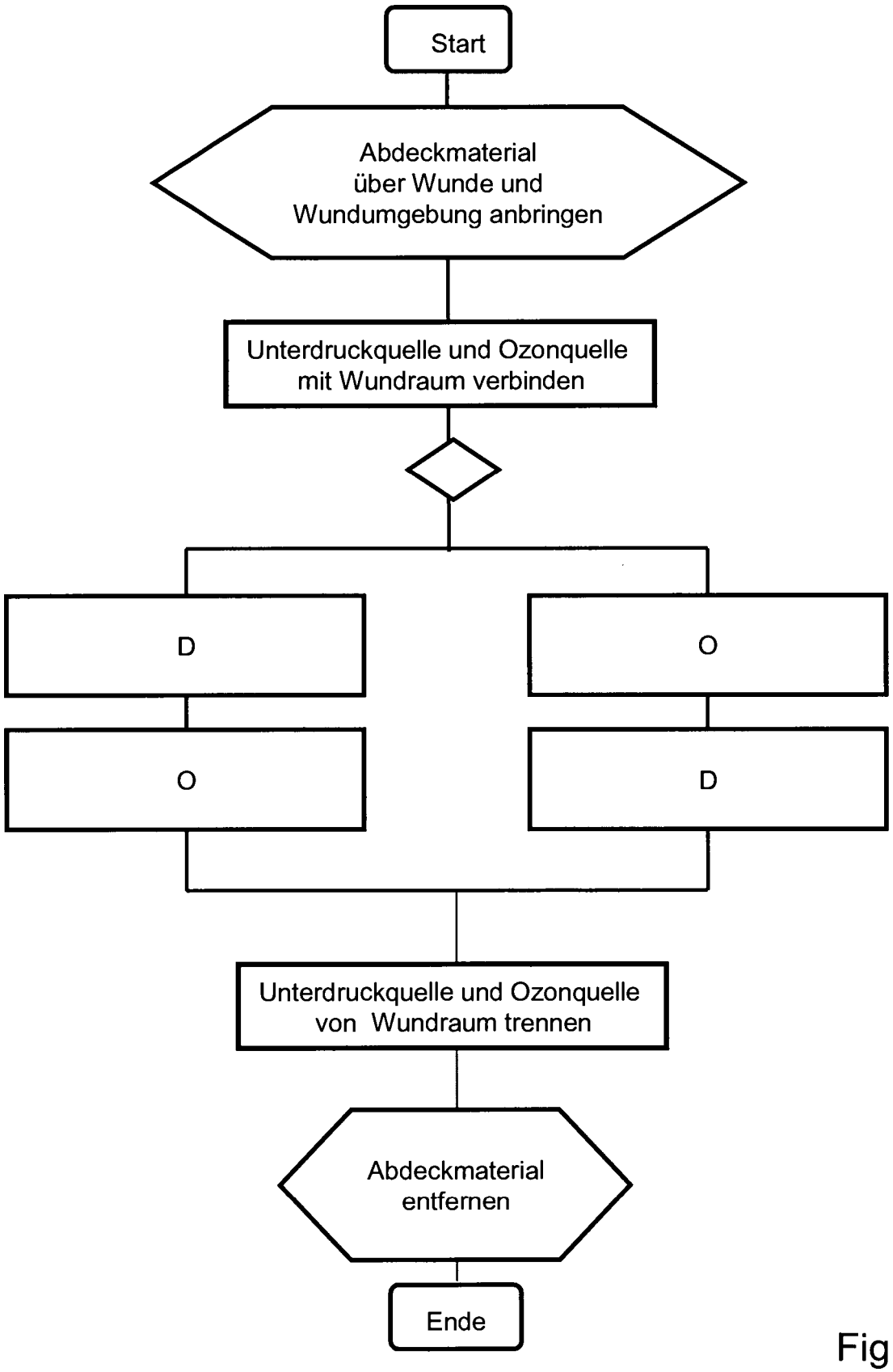

Start
Abdeckmaterial über Wunde und Wundumgebung anbringen
Unterdruckquelle und Ozonquelle mit Wundraum verbinden
D
O
O
D
Unterdruckquelle und Ozonquelle von Wundraum trennen
Abdeckmaterial entfernen
Ende

Fig. 6

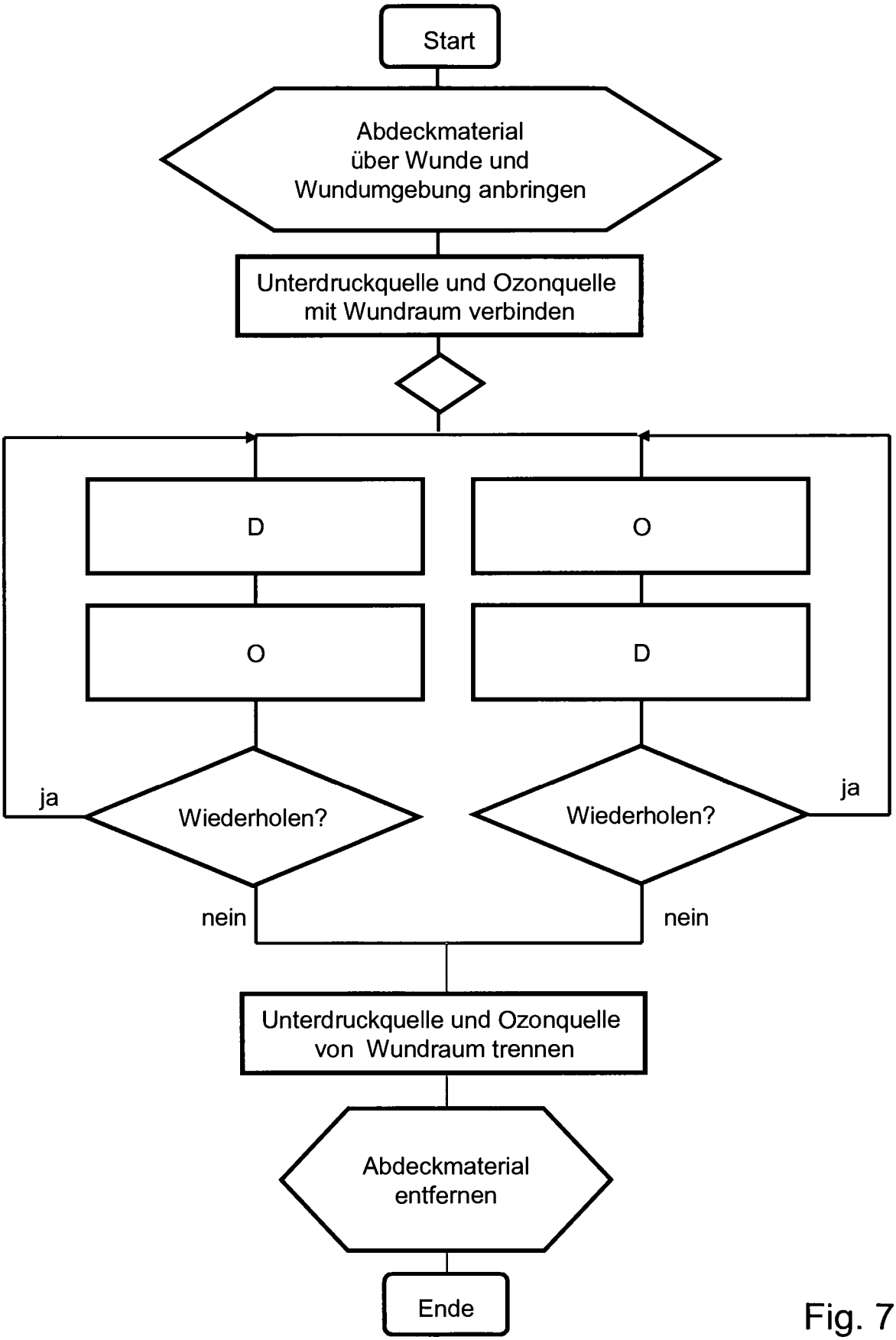

Start
Abdeckmaterial über Wunde und Wundumgebung anbringen
Unterdruckquelle und Ozonquelle mit Wundraum verbinden
D
O
O
D
ja
Wiederholen?
Wiederholen?
ja
nein
nein
Unterdruckquelle und Ozonquelle von Wundraum trennen
Abdeckmaterial entfernen
Ende

Fig. 7

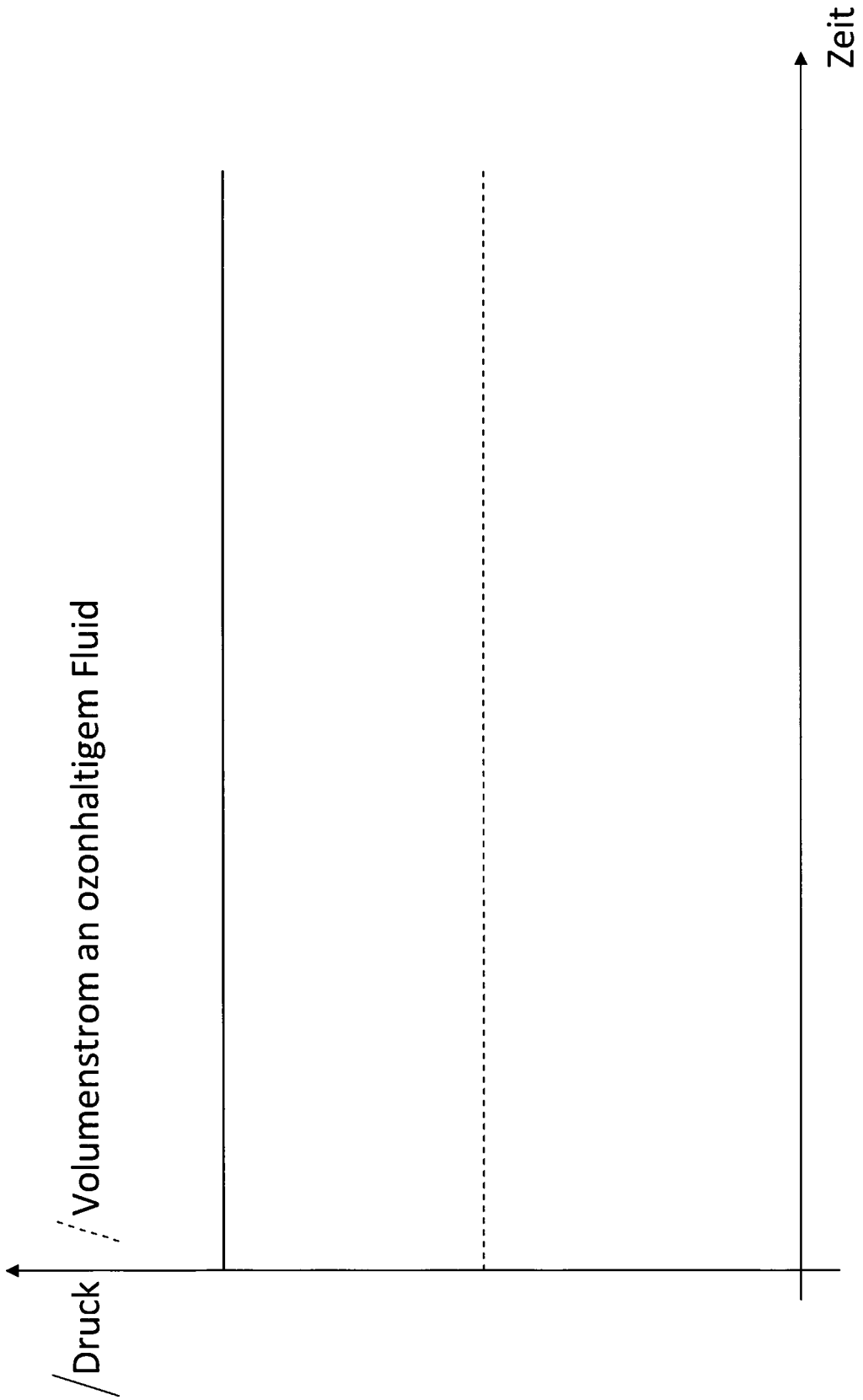


Fig. 8

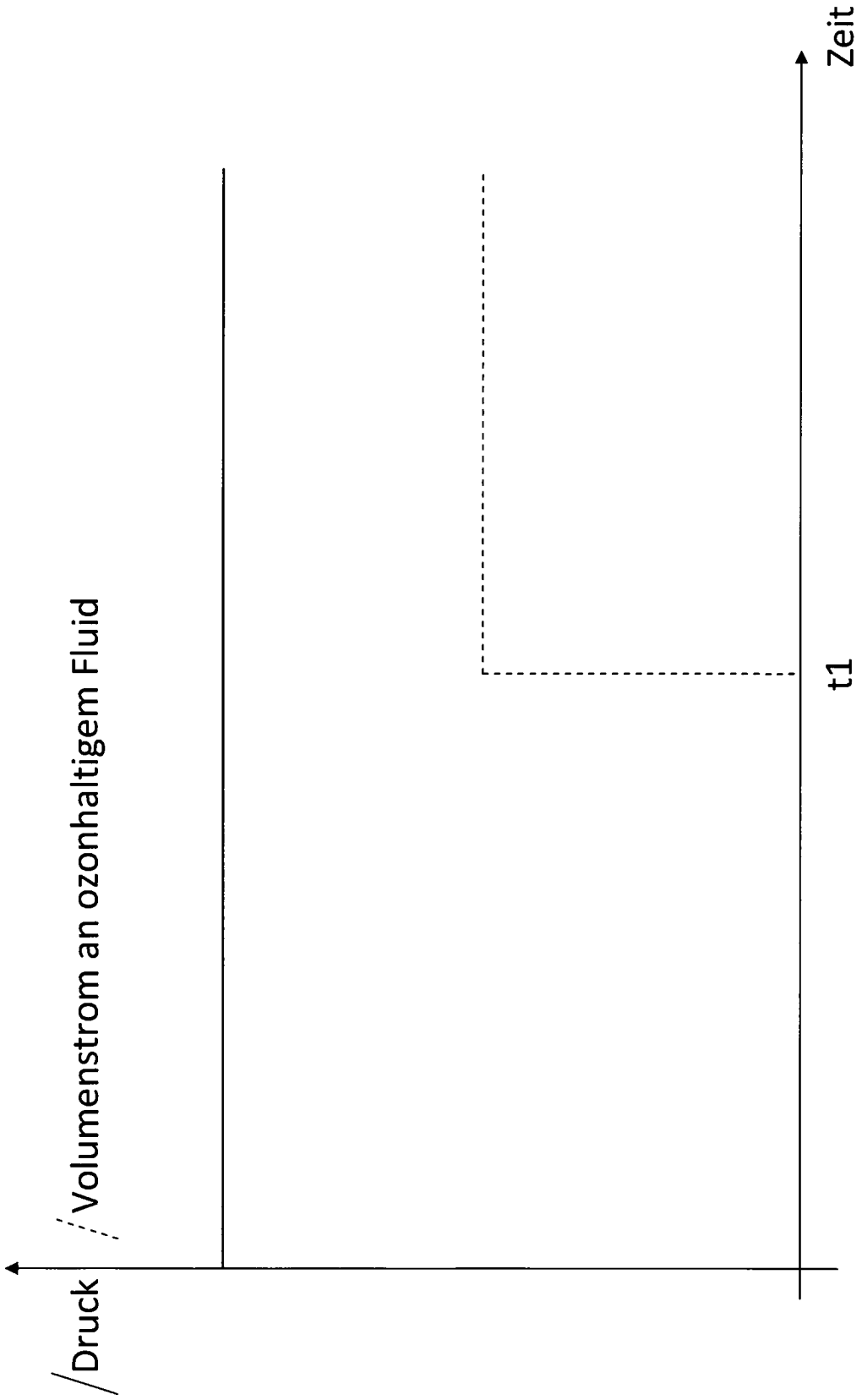


Fig. 9

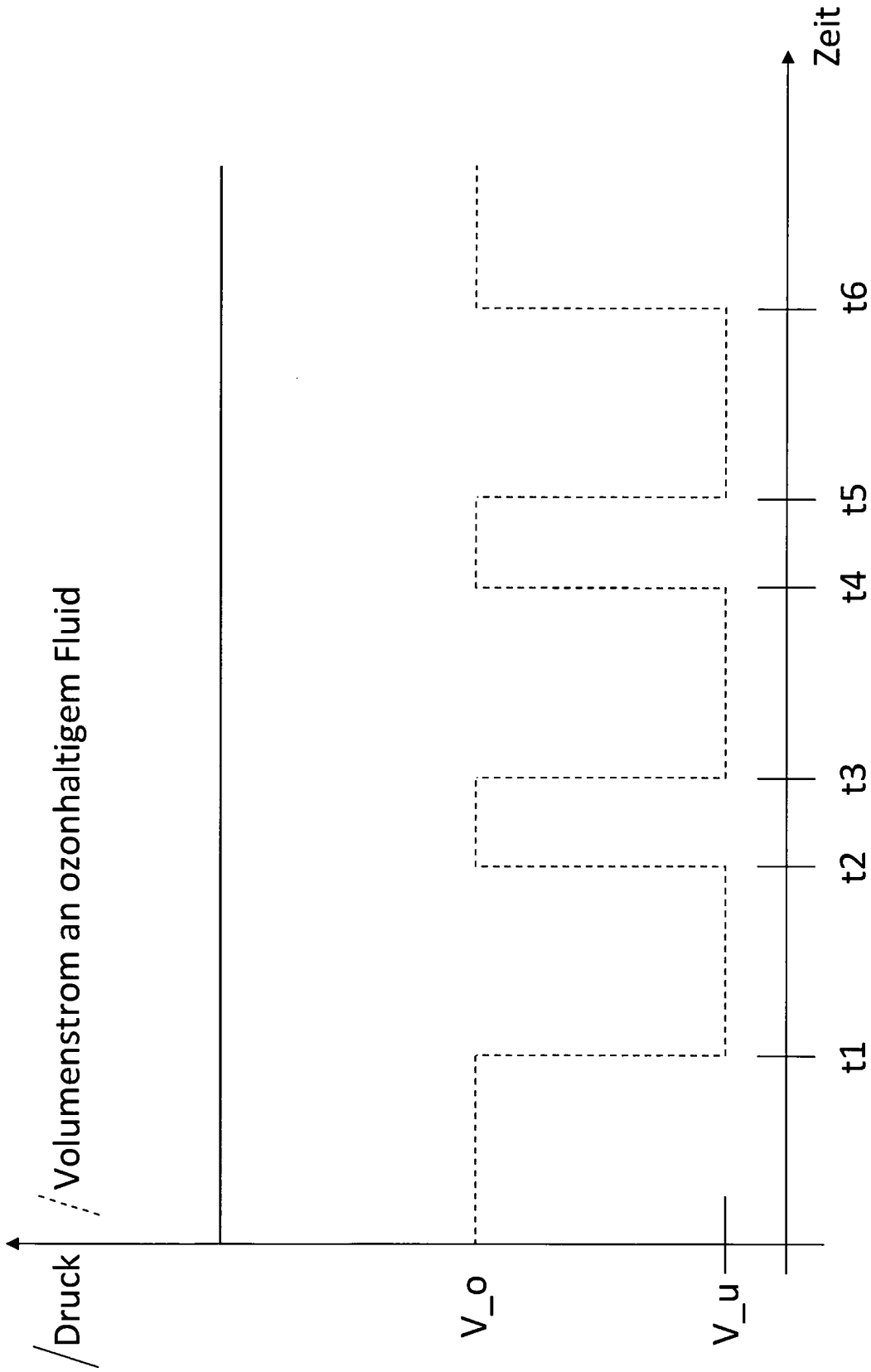

Druck
Volumenstrom an ozonhaltigem Fluid
V_o
V_u
Zeit
t1
t2
t3
t4
t5
t6

Fig. 10

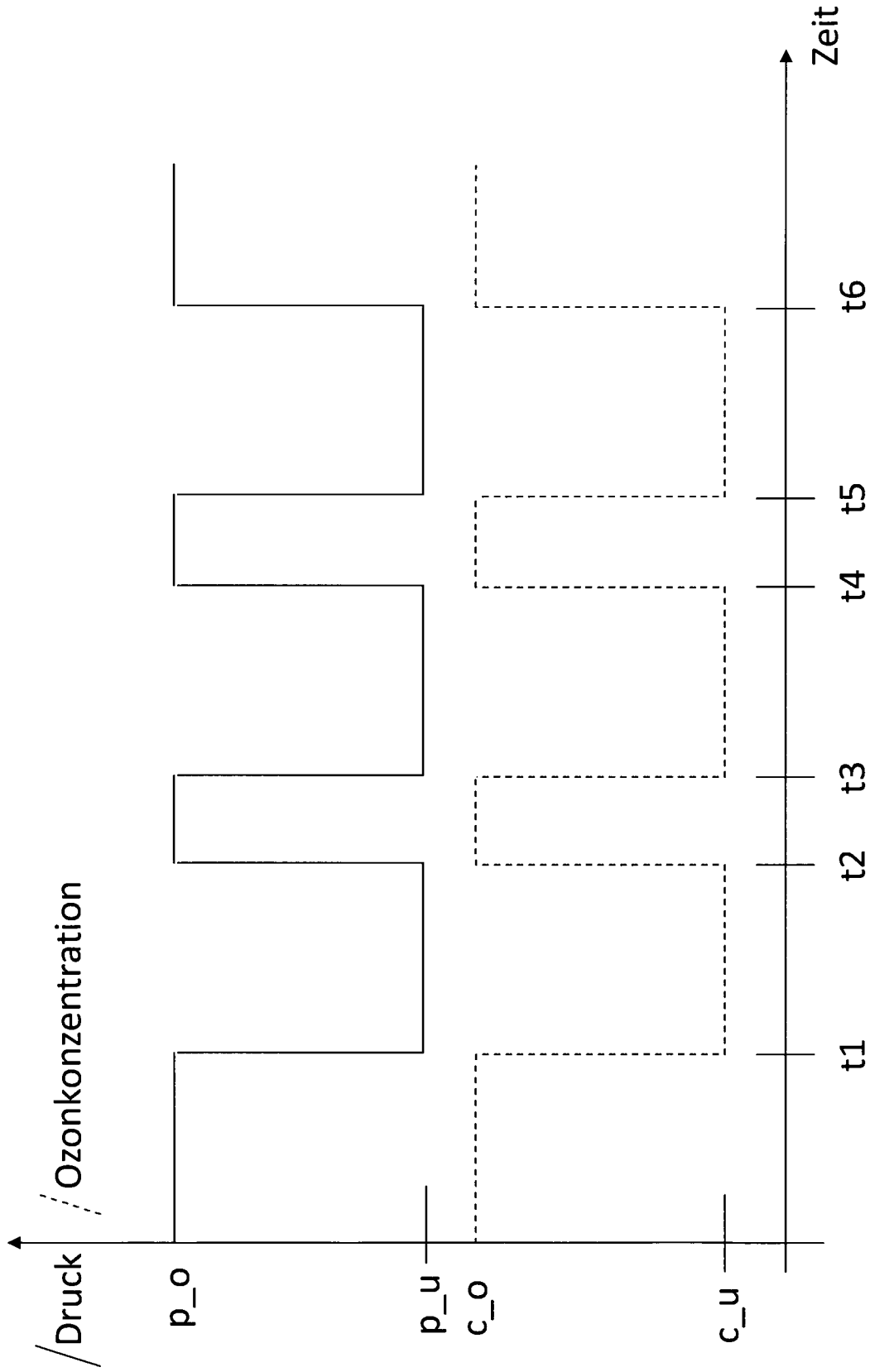


Fig. 11

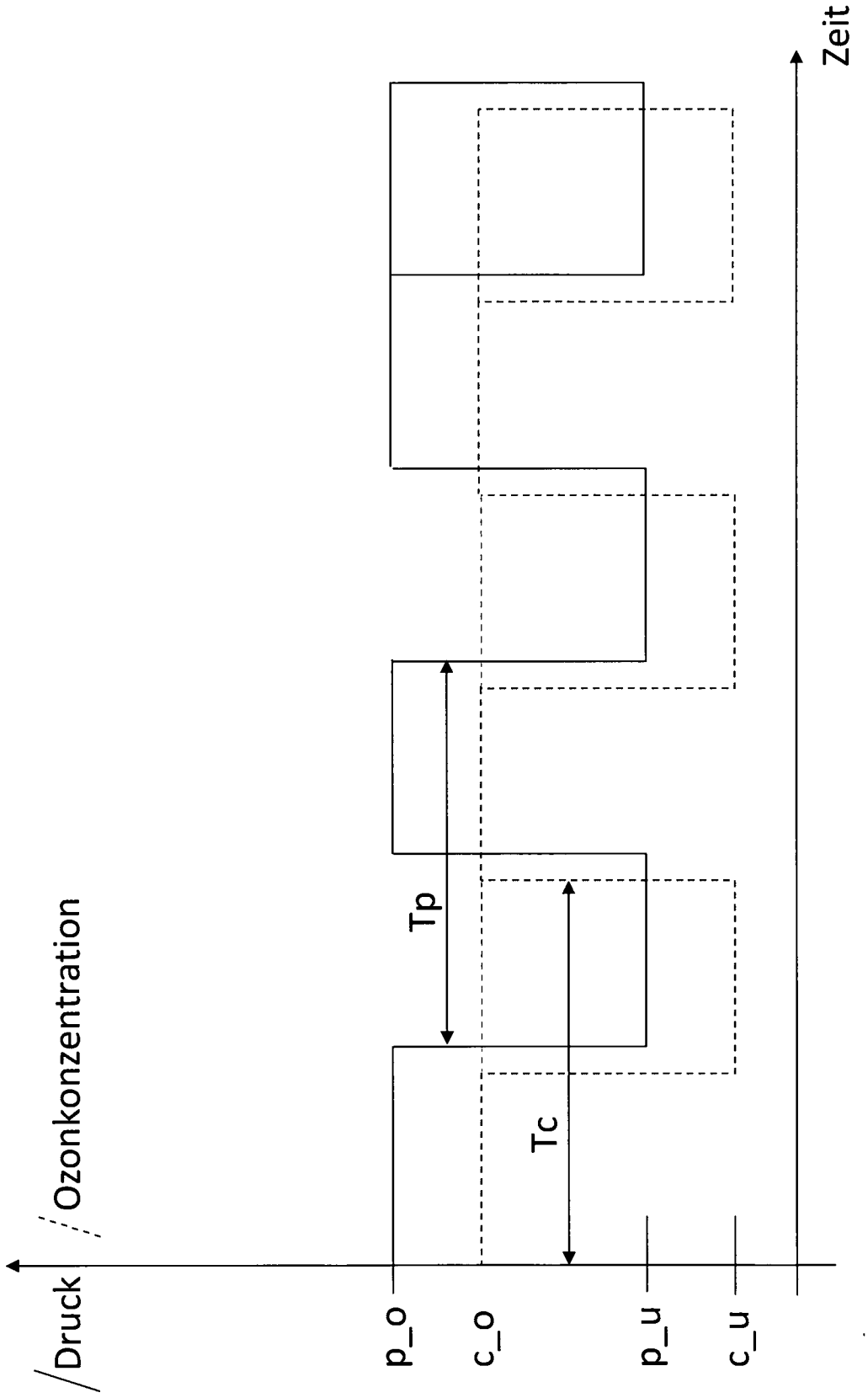


Fig. 12