



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **716 955 B1**

(51) Int. Cl.: **A62B** 13/00 (2006.01)  
**F16H** 9/04 (2006.01)  
**F16H** 9/24 (2006.01)  
**F16H** 7/00 (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 000539/2021

(22) Anmeldedatum: 01.04.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 22.05.2020

(30) Priorität: 13.11.2018 IL 262997

(24) Patent erteilt: 31.01.2024

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.01.2024

(73) Inhaber:  
Beth-El Zikhron Yaaqov Industries Ltd., P.O. Box 166  
3095101 Zikhron Yaaqov (IL)

(72) Erfinder:  
Jonathan Schneider, 3095101 Zikhron Yaaqov (IL)  
Samuel Köger, 3095101 Zikhron Yaaqov (IL)

(74) Vertreter:  
Felber und Partner AG, Dufourstrasse 116  
8008 Zürich (CH)

(86) Internationale Anmeldung:  
PCT/IL 2019/050376

(87) Internationale Veröffentlichung:  
WO 2020/100132

(54) **Modulares ABC-Filtersystem**

(57) Die Erfindung betrifft ein an der Wand eines Schutzraumes montiertes ABC-Filtersystem [10] mit einem modularen Aufbau. Die Hauptbaugruppen sind: eine Filtereinheit [30], ein Gebläse [40], eine manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit [20] und ein Umschaltventil [50]. Jede der Hauptbaugruppen des ABC-Filter-systems kann durch eine Hauptbaugruppe mit anderer Kapazität ersetzt werden, ohne dass die anderen Hauptbaugruppen davon betroffen sind.

Die Luftaustausch-Notfalleinheit [20] umfasst eine Vielzahl von gelenkigen Segmenten [22a, 22b, 22c], die seriell miteinander verbunden sind und einen klappbaren Arm bilden.

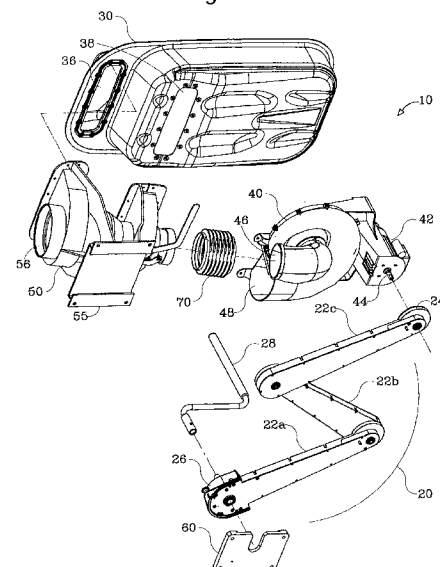
Ein erstes Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit ist schwenkbar mit dem Elektromotor verbunden und ein zweites Ende trägt eine Handkurbel.

Durch manuelles Drehen der Handkurbel [28] wird der Elektromotor [42] mit im Wesentlichen der Nenndrehzahl des Elektromotors gedreht.

Das Gebläse (40) wird von dem Elektromotor (42) angetrieben und ist entlang der Filtereinheit (30) in einem Bereich eines zweiten Endes derselben angeordnet. Ein erstes Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) ist schwenkbar mit dem Elektromotor (42) verbunden. Ein zweites Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) trägt die abnehmbare Handkurbel (28).

Das Umschaltventil (50), über das die Filtereinheit (30) und das Gebläse (40) mit einem Luftstrom koppelbar ist, erstreckt sich entlang der Filtereinheit (30) im Bereich des ersten Endes der Filtereinheit (30). Das Umschaltventil (50) umfasst ein Ge-

häuse und einen Zustandsauswahlgriff zum Verschieben eines Ventilelementes, wodurch ein Umschalten zwischen Belüftungs- und Filtrationszuständen möglich ist.



## Beschreibung

### BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein ABC-Filtersystem.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] In Israel müssen öffentliche Bauten wie Bürogebäude, Einkaufszentren, Industrieanlagen, Unterhaltungszentren und dergleichen einen ABC-geschützten Raum für den Einsatz im Notfall bereithalten. Der geschützte Raum sollte ein ABC-Filtersystem enthalten. Der bereitgestellte Raum kann zu normalen Zeiten für andere periodische Zwecke genutzt werden. Häufig werden die Räume als Besprechungs- oder Warteräume genutzt, die keine schweren Möbel benötigen und im Notfall schnell weggeräumt werden können. Aufgrund der hohen Kosten pro Quadratmeter Grundfläche in solchen Gebäuden ist es erwünscht, dass das ABC-Filtersystem möglichst wenig Platz beansprucht.

[0003] Die Vorschriften weisen darauf hin, dass ein solches öffentliches ABC-Filtersystem eine Filtereinheit, die aus einem Partikelfilter und einem Gasadsorptionsfilter besteht, und ein elektrisches Gebläse, das für eine bestimmte Luftaustauschrate geeignet ist, umfassen sollte. Darüber hinaus sollte das ABC-Filtersystem über eine Luftaustausch-Notfalleinheit verfügen, die mit menschlicher Kraft betrieben wird, einschließlich einer menschlichen Kraftschnittstelle, wie z. B. einer Handkurbel für die manuelle Bedienung bei einem Stromausfall. Die Luftaustausch-Notfalleinheit führt Frischluft in den Schutzraum ein, indem es menschliche Kraft anstelle von elektrischer Energie verwendet, wenn eine solche nicht verfügbar ist. Typischerweise enthält die Luftaustausch-Notfalleinheit ein drehzahlerhöhendes Getriebe mit einer Eingangswelle, die manuell durch die Handkurbel gedreht wird, und einer Ausgangswelle, die in den Antrieb des elektrischen Gebläses eingreift.

[0004] Zusätzlich besteht die Notwendigkeit, den Zustand des ABC-Filtersystems zu ändern, und zwar zwischen einem Lüftungsmodus, der in normalen Zeiten oder bei konventioneller Gefahr wirksam ist, und einem ABC-Schutzmodus, der bei ABC-Gefahr wirksam ist.

[0005] Der Begriff ABC, der für „Atomar, biologisch und chemisch“ steht, wird hier in der weiten Auslegung verwendet und meint eines oder mehrere der Folgenden: Nuklear, biologisch, radiologisch und chemisch. Dementsprechend sind nicht unbedingt alle Funktionen in einem Filtersystem implementiert. Zum Beispiel wird ein Filtersystem, das Schutz vor biologischen und chemischen Angriffen, aber keinen oder nur teilweisen Schutz vor nuklearen Angriffen bietet, dennoch als ABC-Filtersystem betrachtet.

[0006] Die israelische Patentanmeldung 244631 beschreibt ein Belüftungs- und Filtersystem für einen Sicherheitsraum, umfassend: ein Gebläse zum Blasen von Luft zur Belüftung des Sicherheitsraums, einen Luftfilter, der mit dem Gebläse verbunden werden kann, um die Luft zu filtern, ein Gehäuse, in dem der Luftfilter und das Gebläse eingeschlossen werden können, und einen Mechanismus zum Anheben des Gehäuses in eine Lagerposition an der Decke des Sicherheitsraums, um die Nutzung eines Raums unter dem Gehäuse zu ermöglichen, und zum Absenken des Gehäuses in eine Betriebsposition am Boden des Sicherheitsraums.

[0007] Die vorgeschlagene Lösung ist jedoch umständlich und erfordert im Notfall das Absenken des gesamten Filtersystems. Das Gesamtgewicht des Systems kann bis zu 100 kg betragen, und der Hebe- und Senkmechanismus, der eine einfache Bedienung für eine durchschnittliche Person ermöglichen muss, wird für sich genommen kompliziert.

[0008] Die israelische Patentanmeldung 246827 vom jetzigen Anmelder, auch veröffentlicht als PCT/IL2017/050747, beschreibt ein raumsparendes und allgemein platzsparendes, einfach zu bedienendes ABC-Filtersystem für kollektive Schutzräume. Gemäß der IL-Anmeldung 246827 ist das ABC-Filtersystem in einem Raum untergebracht, der sich außerhalb der angenehmen Reichweite der Personen im Schutzraum befindet, wodurch nutzbare Bodenfläche eingespart wird, während die Mittel zur Aktivierung und zur Änderung des Zustands des ABC-Filtersystems von einem Ort innerhalb der angenehmen Reichweite der Personen im Schutzraum aus bedient werden. Die Anmeldung schlägt auch grundsätzliche konstruktive Möglichkeiten zur Umsetzung der Erfindung vor.

[0009] Die oben genannte IL-Anmeldung 246827 löst das Platzproblem durch eine hoch gelegene Integration der verschiedenen Komponenten des Filtersystems. Eine solche hoch gelegene Integration erfordert ein spezifisches Systemdesign für jede Luftstromkapazität oder Installationsart. Daraus ergibt sich, dass Systeme, die für den Schutz von 8, 15, 30, 50 und 100 Personen vorgesehen sind, für jede Größe des Luftstromleistungsbereichs eine komplette Neuauslegung des gesamten Systems erfordern. Außerdem sind rechts- oder linkshändige Installationen, wie sie manchmal aus Platzgründen erforderlich sind, ebenfalls nur eingeschränkt möglich. Auch in öffentlichen Gebäuden wird ein ästhetisches Erscheinungsbild gefordert, da der geschützte Raum in der Regel für andere Zwecke genutzt wird. Darüber hinaus sind die in der IL-Anwendung 246827 bereitgestellten Lösungen prinzipiell, während spezifischere konstruktive Implementierungen erforderlich sind.

[0010] Die israelische Patentanmeldung 261094 des derzeitigen Anmelders beschreibt ein nahe der Decke montiertes ABC-Filtersystem für kollektive Schutzräume, das eine Filtereinheit, ein Gebläse und eine Luftaustausch-Notfalleinheit umfasst. Die Luftaustausch-Notfalleinheit umfasst: eine Vielzahl von gelenkigen Segmenten, die seriell miteinander verbunden sind, um einen klappbaren Arm zu bilden. Ein erstes Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit ist schwenkbar mit

einem Elektromotor verbunden, der ein Gebläse antreibt. Und ein zweites Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit trägt eine abnehmbare Handkurbel. Durch manuelles Drehen der Handkurbel wird eine Welle des Elektromotors mit im Wesentlichen einer Nenndrehzahl des Elektromotors gedreht. Das zweite Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit ist fest an einer Wand des Schutzraumes an einer für das manuelle Kurbeln der Handkurbel geeigneten Stelle zu befestigen. Die Luftaustausch-Notfalleinheit wird in normalen Zeiten selektiv hochgeklappt.

[0011] Die oben beschriebene IL-Anmeldung 261094 befasst sich speziell mit der Luftaustausch-Notfalleinheit und ihrem einzigartigen Aufbau. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann die beschriebene Luftaustausch-Notfalleinheit als Bestandteil eines modularen ABC-Filtersystems verwendet werden.

[0012] Dementsprechend gibt es einen Bedarf, die Systeme des Standes der Technik weiter zu optimieren und zu detaillieren, um ein ABC-Filtersystem bereitzustellen, das modular, ästhetisch, effizient in der Produktion, einfach in der Installation und niedrig in den Herstellungskosten ist.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Folglich ist es ein Hauptanliegen der vorliegenden Erfindung, die Nachteile und Einschränkungen der Systeme des Standes der Technik zu überwinden und einen optimierten Aufbau eines ABC-Filtersystems für Sammelschutzräume bereitzustellen. Die vorgeschlagene optimierte Struktur bietet eine hohe Integration der verschiedenen Elemente des Filtrationssystems bei gleichzeitiger Implementierung eines modularen Aufbaus aus Standardbausteinen. Dadurch können Filtersysteme mit unterschiedlichen Luftstromkapazitäten leicht montiert und die Produktion vereinfacht werden. Außerdem sind die meisten mechanischen Elemente für die Personen im Schutzraums nicht sichtbar, da sie hinter einer ästhetischen Filtereinheit und einer optionalen Umfangsabdeckung verborgen sind. Die optimierte Struktur ist das Ergebnis eines langen Forschungs- und Entwicklungsprozesses des Antragstellers.

[0014] Nach der Erfindung ist ein modulares, an einer Wand eines Schutzraums montiertes ABC-Filtersystem vorgesehen, umfassend vier Hauptbaugruppen, nämlich eine Filtereinheit, ein Gebläse, eine Luftaustausch-Notfalleinheit und ein Umschaltventil, wie folgt:

- a) Die Filtereinheit mit länglicher Form, die horizontal entlang eines oberen Abschnitts der Wand des Schutzraums angeordnet ist, wobei in einem Bereich eines ersten Endes der Filtereinheit dieselbe mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung versehen ist;
- b) Das Gebläse, das von einem Elektromotor angetrieben wird, wobei das Gebläse entlang der Filtereinheit in einem Bereich eines zweiten Endes derselben angeordnet ist;
- c) Die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit, die eine Vielzahl von gelenkig miteinander verbundenen Segmenten umfasst, die einen klappbaren Arm bilden, wobei ein erstes Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit schwenkbar mit dem Elektromotor verbunden ist und ein zweites Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit eine abnehmbare Handkurbel trägt, wobei die Luftaustausch-Notfalleinheit in einen hochgeklappten Zustand bringbar ist; und
- d) das Umschaltventil, über das die Filtereinheit und das Gebläse mit einem Luftstrom koppelbar sind, wobei das Umschaltventil folgendes umfasst: ein röhrenförmiges Gehäuse, das sich entlang der Filtereinheit im Bereich des ersten Endes der Filtereinheit erstreckt, und weiter ein inneres, in Längsrichtung verschiebbares röhrenförmiges Ventilelement und einen Zustandsauswahlgriff zum Verschieben des röhrenförmigen Ventilelements, wodurch ein Umschalten des Umschaltventils zwischen Belüftungs- und Filtrationszuständen ermöglicht ist.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann jede der vier Hauptbaugruppen, auch Hauptelemente genannt, aus denen sich das ABC-Filtersystem zusammensetzt, durch ein Element mit der gleichen Funktionalität und einer anderen Kapazität ersetzt werden, ohne dass die anderen Elemente beeinträchtigt werden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Einlassöffnung und die Auslassöffnung der Filtereinheit der Wand des Schutzraumes zugewandt, wobei sie hinter der Filtereinheit verborgen sind, so dass eine sichtbare Fläche der Filtereinheit ein sauberes ästhetisches Aussehen hat.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung befinden sich das Gebläse, die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit und das Umschaltventil zwischen der Filtereinheit und der Wand des Schutzraumes, wobei sie hinter der Filtereinheit verborgen sind, und somit für die Schutzraumpersonen nicht sichtbar sind.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung schliesst das Filtersystem außerdem ein Bedienfeld ein, welches eine Statusanzeige-Schnittstelle umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie eine Luftstromrate des Gebläses anzeigt, wobei das Bedienfeld ferner einen Einstellknopf umfasst, der so konfiguriert ist, dass er eine Drehzahl des Motors einstellt.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist ein primärer Auslass des Umschaltventils über einen erweiterbaren Kanal mit einem Einlass des Gebläses verbunden.

[0020] Nach der Erfindung ist ausserdem ein Verfahren zum Betrieb des modularen, an der Schutzraumwand montierten Filtrationssystems vorgesehen. Das Verfahren umfasst einen oder mehrere der folgenden Schritte:

- a. Einschalten des Elektromotors, der das Gebläse antreibt.
- b. Beobachtung der Statusanzeige-Schnittstelle und Einstellen des Einstellknopfes, falls erforderlich, gemäß der Anzeige der Statusanzeige-Schnittstelle. Und
- c. Ausschalten des Elektromotors, der das Gebläse antreibt, wenn die Rückkehr zum Normalzustand oder das Verlassen des Schutzraums erklärt wird.

**[0021]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann das Verfahren ferner zwischen den Schritten b und c einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

- d. Erweiterung der Luftaustausch-Notfalleinheit bei einem Stromausfall, wenn die Luftaustausch-Notfalleinheit nicht bereits erweitert ist.
- e. Anbringen des zweiten Endes der Luftaustausch-Notfalleinheit an einer Wand des Schutzraums an einer geeigneten Position für das manuelle Kurbeln der Handkurbel.
- f. Befestigen der abnehmbaren Handkurbel an dem zweiten Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit.
- g. Kurbeln an der Handkurbel, während der Stromausfall anhält. Und
- h. Beobachten der Statusanzeige-Schnittstelle und ggf. Anpassen der Kurbelgeschwindigkeit der Handkurbel.

**[0022]** Gemäß einem zusätzlichen Aspekt der Erfindung kann das Verfahren ferner nach Schritt h einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

- i. Stoppen des Ankurbelvorgangs bei Wiederkehr der elektrischen Energie.
- j. Lösen der abnehmbaren Handkurbel vom zweiten Ende der Luftaustausch-Backup-Einheit, wenn die Rückkehr in den Normalzustand oder das Verlassen des Schutzraums erklärt wird.
- k. Lösen des zweiten Endes der Luftaustausch-Notfalleinheit von der Wand des Schutzraumes. Und
- l. Hochklappen der Luftaustausch-Notfalleinheit.

**[0023]** Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann das Verfahren ferner zwischen den Schritten b und c einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

- m. Umschalten des Zustandwahlgriffs in den Filtrationszustand bei einer ABC-Gefahrenmeldung. Und
- n. Zurückschalten des Zustandwahlgriffs in den Lüftungszustand, wenn die ABC-Gefahrendeklaration aufgehoben wird, und nur dann, wenn keine Kontamination festgestellt wurde.

#### **KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0024]** Die Erfindung und wie sie in der Praxis ausgeführt werden kann, wird unter Bezugnahme auf die folgenden illustrativen Figuren, nur als nicht einschränkendes Beispiel, verstanden, in denen gleiche Bezugsziffern gleiche Elemente bezeichnen, und in denen:

Abb. 1 ist eine Frontansicht eines ABC-Filtersystems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Abb. 2 ist eine perspektivische Ansicht einer anderen Ausführung des ABC-Filtersystems, dargestellt in Position an einer Wand eines Schutzraumes;

Abb. 3 ist eine perspektivische Ansicht des ABC-Filtersystems von Abb. 1, die eine faltbare Luftaustausch-Notfalleinheit in halb gefaltetem Zustand zeigt;

Abb. 4 ist eine perspektivische Rückansicht des in Abb. 3 gezeigten ABC-Filtersystems;

Abb. 5 ist eine Draufsicht auf das in Abb. 1 gezeigte ABC-Filtersystem;

Abb. 6 ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 1;

Abb. 7 ist eine Schnittdarstellung wie in Abb. 6, die einen anderen Betriebszustand zeigt;

Abb. 8 ist eine perspektivische ausgeklappte Darstellung des in Abb. 4 gezeigten ABC-Filtersystems;

Abb. 9 ist eine vergrößerte perspektivische ausgeklappte Darstellung der Luftaustausch-Notfalleinheit;

Abb. 10 ist eine perspektivische Skelettansicht, die die elektrischen und manuellen Antriebssysteme der Luftaustausch-Notfalleinheit zeigt;

Abb. 11 und 12 sind perspektivische ausgeklappte Darstellung eines Umschaltventils gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Abb. 13 und 14 sind Schnittansichten des Umschaltventils, die die verschiedenen Betriebszustände zeigen;

Abb. 15 ist eine perspektivische Ansicht des ABC-Filtersystems, hergestellt gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Abb. 16 ist eine perspektivische Ansicht des ABC-Filtersystems von Abb. 15, die die Luftaustausch-Notfalleinheit vollständig zusammengeklappt zeigt;

Abb. 17 ist eine perspektivische Rückansicht des ABC-Filtersystems von Abb. 16;

Abb. 18 ist eine perspektivische ausgeklappte Darstellung des in Abb. 17 gezeigten ABC-Filtersystems; und

Abb. 19 ist ein Flussdiagramm, das die Verfahrensschritte zum Betrieb des Filtersystems von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] Bevor die Erfindung im Detail beschrieben wird, werden einige Begriffe definiert, die sich auf die vorliegende Erfindung beziehen. Es ist zu beachten, dass die folgenden Definitionen in dieser Anwendung verwendet werden.

[0026] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung werden Richtungsbegriffe wie „oben“, „unten“, „unter“, „über“, „links“, „rechts“, „horizontal“, „vertikal“, „oberer“, „unterer“, „hoch“, „runter“ usw. nur der Einfachheit halber bei der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet. Die Baugruppen, die die vorliegende Erfindung demonstrieren, können auf verschiedene Weise ausgerichtet werden.

[0027] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „Mehrzahl“ auf zwei oder mehr als zwei.

[0028] Im Sinne der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „Scharnierelement“ auf ein Element, das mit mindestens einem Scharnier versehen ist oder mindestens einen Scharnierpunkt aufweist, der ein Schwenken des Elements um den Scharnierpunkt ermöglicht.

[0029] Im Sinne der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „Segment“ auf eines der Teile, in die eine Baugruppe aufgeteilt ist oder aufgeteilt wird.

[0030] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „Luftaustausch-Notfalleinheit“ auf eine Vorrichtung, die mit menschlicher Energie betrieben wird und dazu dient, bei einem Stromausfall Frischluft in einen Schutzraum einzuleiten.

[0031] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „faltbar“ auf eine Struktur, die auf einen kleinen Raum zusammengefaltet werden kann, wenn sie nicht verwendet wird.

[0032] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „Zahnkette“ oder „Stille Kette“ auf einen Ketten-typ, an dessen Gliedern Zähne ausgebildet sind, die in Standard- oder modifizierte Zahnräder eingreifen.

[0033] Im Sinne der vorliegenden Erfindung bezieht sich der Begriff „Teilung“ auf den Abstand zwischen aufeinanderfolgenden korrespondierenden physikalischen Erscheinungen, wie z. B. Rollen in einer Rollenkette.

[0034] Der Begriff „ABC“ wird in diesem Text als allgemeine Abkürzung für alle Arten von gefährlichen Agenzien oder Bedrohungen verwendet, einschließlich einer der folgenden: Atomar, Biologisch, Chemisch, Radiologisch und jede Kombination davon. Solche Kombinationen können z. B. enthalten: ABC, CBRA, CBR, BC, B und C.

[0035] Mit Bezug auf die Figuren, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, ist in Abb. 1 eine Vorderansicht eines in der Nähe der Decke montierten ABC-Filtersystems, allgemein mit 10 bezeichnet, gezeigt. Abb. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines ABC-Filtersystems, wobei gestrichelte Linien die nahe innere Begrenzung des Schutzraumes darstellen. Es wird darauf hingewiesen, dass das ABC-Filterssystem von Abb. 1 in einer ersten Orientierung montiert ist, während das ABC-Filterssystem von Abb. 2 in einer umgekehrten Orientierung montiert ist, wie weiter unten noch erläutert wird. Sichtbar in Abb. 1 und 2 sind ein Vorfilter 14, eine Filtereinheit 30 und eine Luftaustausch-Notfalleinheit, die allgemein mit 20 bezeichnet wird.

[0036] Der Vorfilter 14, der grobe Partikel zurückhalten soll, wird an einem Lufteinlass angebracht, der während des Baus in die Betonwand des Gebäudes eingelassen wird. Der Lufteinlass kann außerdem ein in der Technik bekanntes Ausblas-

ventil enthalten. Die Filtereinheit 30 umfasst typischerweise einen Partikelfilter 32 (Abb. 6) und einen Gasadsorptionsfilter 34 (Abb. 6). Die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 ist für den manuellen Betrieb eines Gebläses 40 (Abb. 4) bei einem Stromausfall ausgelegt.

**[0037]** Mit Bezug auf Abb. 8 ist eine explodierte Rückansicht des ABC-Filterystems 10 dargestellt, die die Modularität des Systems demonstriert. Wie in Abb. 8 gezeigt, umfasst das ABC-Filterssystem 10 vier Hauptbaugruppen: eine Filtereinheit 30, die eine Einlassöffnung 36 und eine Auslassöffnung 38 aufweist, ein von einem Elektromotor 42 angetriebenes Gebläse 40, ein Umschaltventil 50, das die Filtereinheit 30 und das Gebläse 40 selektiv mit dem Luftstrom koppelt, und eine Luftaustausch-Notfalleinheit 20.

**[0038]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 eine Vielzahl von klappbaren Segmenten 22 (a, b und c), die einen klappbaren Arm bilden. Die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 kann zu normalen Zeiten hochgeklappt werden, wie im Folgenden noch näher erläutert wird.

**[0039]** Mit Bezug auf die Abb. 15 bis 18 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der eine Umfangsabdeckung 150, die auch als Montagerahmen dient, die Filtereinheit 30 an der Wand des Schutzraumes befestigt. Die Umfangsabdeckung 150 kapselt das Gebläse 40, das Umschaltventil 50 und die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 im hochgeklappten Zustand, wie in Abb. 16 gezeigt. Es wird deutlich, dass die verschiedenen Elemente des Filtersystems für die Personen des Schutzraumes nicht sichtbar sind, wenn die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 hochgeklappt ist, da sie hinter der Filtereinheit 30 und der Umfangsabdeckung 150 verborgen sind.

**[0040]** Die sichtbare Vorderseite 154 der Filtereinheit 30 und die Umfangsabdeckung 150 weisen ein gepflegtes ästhetisches Erscheinungsbild auf, so dass der Schutzraum zu normalen Zeiten auch für andere Zwecke genutzt werden kann. Es wird auch geschätzt werden, dass das Filtrationssystem, wie es durch die verschiedenen Ausführungsformen offenbart wird, jederzeit mit minimalem Aufwand sofort einsatzbereit ist, wie im Folgenden erläutert wird.

**[0041]** Wie bereits erwähnt, ist das manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit für den manuellen Betrieb des Gebläses bei einem Stromausfall ausgelegt. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit als klappbarer Arm ausgebildet. Mit Bezug auf die Abb. 8 bis 10 besteht der klappbare Arm aus einer Vielzahl von Gelenksegmenten 22(a, b und c), die seriell miteinander verbunden sind. Die gelenkigen Segmente 22(a, b und c) sind für die Übertragung von Drehbewegungen untereinander konfiguriert. Mindestens eines der gelenkigen Segmente 22 (a, b oder c) umfasst mindestens eine Stufe eines ersten drehzahlerhöhenden Getriebes. Ein erstes Ende 24 der manuellen Luftaustausch-Notfalleinheit 20 ist schwenkbar mit dem Elektromotor 42 verbunden. Ein zweites Ende 26 der manuellen Luftaustausch-Notfalleinheit 20 trägt eine abnehmbare Handkurbel 28. Durch Drehen der Handkurbel 28 bei normalem Handbetrieb mit ca. 40 U/min wird der Elektromotor 42 im Wesentlichen mit der Nenndrehzahl des Elektromotors angetrieben. Die Drehbewegung wird vom obersten Gelenksegment 22c auf eine Welle 44 des Elektromotors 42 übertragen, typischerweise über einen unidirektionalen Freilauf. Das zweite Ende 26 des klappbaren Arms ist durch eine dafür vorgesehene Halterung 60 fest an einer Wand des Schutzraumes an einer für das manuelle Kurbeln der Handkurbel geeigneten Stelle zu befestigen. Die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20 kann zu normalen Zeiten selektiv hochgeklappt werden.

**[0042]** Mit Bezug auf die Abb. 3 und 4 ist die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20 in einem teilweise gefalteten Zustand dargestellt, in dem die Klappsegmente 22 um die Scharniere zu einer Z-Buchstabenform gefaltet sind. Wie in Abb. 17 gezeigt, können die Segmente weiter bis zu einem Punkt gefaltet werden, an dem das untere Segment 22a in der Nähe des oberen Segments 22c liegt, so dass die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20 hinter der Filtereinheit 30 verborgen ist und für die Personen des Schutzraums praktisch unsichtbar wird. Wie in Abb. 2 dargestellt, wird das ABC-Filterssystem 10 als Ganzes an einer Wand des Schutzraumes in Deckennähe angebracht. Dementsprechend stört das ABC-Filterssystem 10 zu normalen Zeiten, wenn die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20 hochgeklappt ist, nicht die regulären Aktivitäten, die im geschützten Raum stattfinden.

**[0043]** Mit Bezug auf die Abb. 4, 9 und 10 enthält gemäß der gezeigten Ausführungsform jedes der aufklappbaren Segmente 22 (a, b und c) eine Stufe des ersten drehzahlerhöhenden Getriebes der manuellen Luftaustausch-Notfalleinheit 20. In Abb. 10 ist die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20 mit entfernten Strukturelementen dargestellt, wodurch die Übertragungselemente freigelegt werden. Das erste Drehzahlerhöhungsgetriebe ist als Rollenkettenantrieb mit 3 Stufen 72 (a, b und c) ausgeführt. Natürlich kann eine beliebige andere Anzahl von Gelenksegmenten und Getriebestufen verwendet werden, aber aus Gründen der Effizienz ist die optimale Anzahl die minimale Anzahl, die das gewünschte Drehzahlsteigerungsverhältnis liefert. Die Teilungsgröße des Rollenkettenantriebs wird zwischen 6mm und 8mm gewählt. Es versteht sich, dass die verschiedenen Stufen des ersten drehzahlerhöhenden Getriebes aufgrund der unterschiedlichen Momente und Drehzahlen, die mit jeder der Stufen verbunden sind, unterschiedliche Teilungsgrößen annehmen können.

**[0044]** Genauer gesagt, mit Bezug auf Abb. 10 wird bei manueller Betätigung der abnehmbaren Handkurbel 28 im Falle eines Stromausfalls ein erstes, auf einer Eingangswelle 66 angebrachtes Kettenrad 82 direkt durch die Handkurbel 28 gedreht. Das erste Kettenrad 82 treibt über eine erste Antriebskette 86 ein zweites Kettenrad 84 an, das kleiner als das erste Kettenrad 82 ist. Das erste Ritzel 82, die erste Antriebskette 86 und das zweite Ritzel 84 bilden zusammen die erste Stufe 72a des ersten drehzahlerhöhenden Getriebes der Luftaustausch-Notfalleinheit 20. Wie in Abb. 10 gezeigt, ist das zweite Kettenrad 84 an einem Ende einer ersten Zwischenwelle 88 montiert, die auch eine Gelenkachse zwischen dem ersten Segment 22a und dem zweiten Segment 22b des klappbaren Arms definiert, der die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 bildet.

Auf dem anderen Ende der ersten Zwischenwelle 88 ist ein drittes Kettenrad 92 montiert, das die gleiche Drehzahl wie das zweite Kettenrad 84 annimmt.

**[0045]** Das dritte Kettenrad 92 treibt über eine zweite Antriebskette 96 ein viertes Kettenrad 94 an, das kleiner ist als das dritte Kettenrad 92. Das dritte Kettenrad 92, die zweite Antriebskette 96 und das vierte Kettenrad 94 bilden zusammen die zweite Stufe 72b des ersten drehzahlerhöhenden Getriebes der Luftaustausch-Notfalleinheit 20. Das vierte Kettenrad 94 ist an einem Ende einer zweiten Zwischenwelle 98 montiert, die auch eine Gelenkachse zwischen dem zweiten Segment 22b und dem dritten Segment 22c des klappbaren Arms definiert, der die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 bildet. Auf dem anderen Ende der zweiten Zwischenwelle 98 ist ein fünftes Kettenrad 102 montiert, das die gleiche Drehzahl wie das vierte Kettenrad 94 aufnimmt.

**[0046]** Das fünfte Kettenrad 102 treibt über eine dritte Antriebskette 106 ein letztes Kettenrad 104 an, das kleiner ist als das fünfte Kettenrad 102. Das fünfte Ritzel 102, die dritte Antriebskette 106 und das letzte Ritzel 104 bilden zusammen die dritte Stufe 72c des ersten drehzahlerhöhenden Getriebes der Luftaustausch-Notfalleinheit 20.

**[0047]** Das letzte Ritzel 104 ist mit einem ersten Ende 107 der Motorwelle 44 über einen unidirektionalen Freilauf verbunden, der auch als Freilaufkupplung oder Freilauflager bezeichnet wird. Der unidirektionale Freilauf ermöglicht die Drehung der Motorwelle 44 durch die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20, verhindert aber die Drehung der ersten drehzahlerhöhenden Übertragungselemente durch den Freilauf, wenn der Motor elektrisch erregt ist. Es versteht sich, dass verschiedene Arten von unidirektionalen oder Kupplungsmechanismen abwechselnd verwendet werden können, z. B. ein Ratschenmechanismus oder ein in der Technik bekannter Wickelfedermechanismus.

**[0048]** Mit Bezug auf die Abb. 5 bis 8 besteht die Filtereinheit 30 aus einem Partikelfilter 32 und einem Gasadsorptionsfilter 34. Der Einlassanschluss 36 und der Auslassanschluss 38 sind luftstromgekoppelt mit dem Umschaltventil 50, das in Abb. 6 den Belüftungsmodus und in Abb. 7 den ABC-Filtermodus anzeigt, wie im Folgenden näher erläutert wird. Gemäß einer optionalen Ausführungsform ist die Filtereinheit 30 länglich geformt und horizontal entlang eines oberen Abschnitts einer Wand des Schutzraums angeordnet. Die Einlassöffnung 36 und die Auslassöffnung 38 der Filtereinheit befinden sich in unmittelbarer Nähe zueinander in der Nähe eines ersten Endes der Filtereinheit. Optional sind die Einlassöffnung und die Auslassöffnung der Filtereinheit der Wand des Schutzraumes zugewandt.

**[0049]** Mit Bezug auf die Abb. 15 bis 18, gemäß einer Ausführungsform, befestigt eine Umfangsabdeckung 150, die auch als Montagerahmen dient, die Filtereinheit 30 an der Wand des Schutzraumes. Das Gebläse 40, das Umschaltventil 50 und die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 sind alle direkt an der Innenfläche 156 (Abb. 17) der Filtereinheit 30 befestigt. So kann die Demontage des gesamten Filtersystems 10 zum Zwecke des Austausches oder der Wartung entweder durch Abnehmen der Umfangsabdeckung 150 einschließlich der Filtereinheit 30 von der Wand des Schutzraumes oder durch Abnehmen der Filtereinheit 30 von der Umfangsabdeckung 150 erfolgen, ohne die Umfangsabdeckung 150 von der Wand des Schutzraumes zu lösen.

**[0050]** Die Umfangsabdeckung 150 umfasst eine Öffnung 152 an ihrer Unterseite. Die Öffnung 152 ermöglicht das Ausklappen der Luftaustausch-Notfalleinheit 20, während die Umfangsabdeckung 150 in Position bleibt. Es versteht sich, dass eine abnehmbare, aufklappbare, verschiebbare oder anderweitig zu öffnende Abdeckung (nicht dargestellt) aus ästhetischen Gründen im Normalfall an der Öffnung 152 angebracht sein kann.

**[0051]** Um die klappbare Luftaustausch-Notfalleinheit 20 im Normalfall in der hochgeklappten Position zu arretieren, sind optional eine Aussparung an der Unterseite der Umfangsabdeckung 150 und ein Sicherungsstift 158 vorgesehen. So kann die Welle 66, die sich vom zweiten Ende 26 der Luftaustausch-Notfalleinheit 20 erstreckt, in der Aussparung verriegelt werden, wodurch die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 in der hochgeklappten Position gesichert wird. Bei einem Stromausfall wird der Sicherungsstift 158 entfernt und die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 in die Handbetriebsstellung ausgefahren.

**[0052]** Gemäß einer Ausführungsform kann die Umfangsabdeckung 150 eine Teilabdeckung sein, die am Boden des Filtersystems 10 vorgesehen ist. Eine solche Teilabdeckung sorgt für ein ästhetisches Erscheinungsbild und reduziert gleichzeitig die Material- und Herstellungskosten.

**[0053]** Doch mit Bezug auf die Abb. 15 und 16 ist beispielhaft an der Unterseite der Umfangsabdeckung 150 ein Bedienfeld 180 vorgesehen. Das Bedienfeld 180 umfasst einen elektrischen Schalter 181, der verdrahtet ist, um den Motor 42 des Gebläses 40 ein- und auszuschalten, einen Drehzahleinstellknopf 184, der für die Einstellung der Drehzahl des Motors 42 konfiguriert ist, und eine Statusanzeige-Schnittstelle 182. Eine optionale Lichtquelle 186 ist für Beleuchtungszwecke bei einem Stromausfall vorgesehen.

**[0054]** Die Statusanzeige-Schnittstelle 182 liefert eine sichtbare oder anderweitig wahrnehmbare Anzeige der Durchflussrate der in den Schutzraum eintretenden Frischluft. Die Statusanzeige kann ein mechanischer Flügelradtyp sein, wie er in der Technik bekannt ist, oder ein elektronischer Typ, wie er in Israelischen Patentanmeldung 257934 an den vorliegenden Anmelder beschrieben ist. Der gemessene Luftstrom wird durch das Gebläse 40 erzeugt, unabhängig davon, ob es wie bevorzugt elektrisch betrieben wird oder manuell bei Stromausfall und Einsatz der Luftaustausch-Notfalleinheit 20. Eine elektronische Statusanzeige-Schnittstelle 182 kann, wie dargestellt, eine Flüssigkristallanzeige (LCD) oder eine Reihe von Leuchtdioden (LEDs) verwenden, die eine visuelle Anzeige der Luftstromrate liefern. Bei der Verwendung von LED-Reihen wird beispielsweise die Luftstromgeschwindigkeit durch die Anzahl oder Position der leuchtenden LEDs interpretiert.

**[0055]** Es ist zu beachten, dass der Elektromotor 42 typischerweise überdimensioniert ist, um eine teilweise verstopfte Filtereinheit 30 zu kompensieren. Ein zu großer Luftstrom verkürzt jedoch die Betriebszeit des Adsorptionsfilters und ist daher unerwünscht. Um eine solche Situation während des normalen elektrischen Betriebs zu vermeiden, ist es notwendig, die Luftstromrate regelmäßig anzupassen. Im normalen elektrischen Betrieb kann der Bediener die Gebläsedrehzahl mit dem Einstellknopf 184 elektrisch einstellen. Im Falle eines Stromausfalls kann der Bediener die Drehgeschwindigkeit der Handkurbel 28 erhöhen oder verringern, um die gewünschte Luftstromrate zu erhalten, die auf der Statusanzeige-Schnittstelle 182 angezeigt wird, und so die Betriebszeit des Adsorptionsfilters verlängern und körperliche Anstrengung sparen, um eine längere manuelle Bedienung der Handkurbel zu ermöglichen.

**[0056]** Mit Bezug auf die Abb. 6, 8, 9 und 10 ist ein Sauganschluss 46 des Gebläses 40 über einen dehnbaren Kanal 70 mit dem Umschaltventil 50 luftgekoppelt. Die Ausblasöffnung 48 des Gebläses 40 ist zum Raum des Schutzraumes hin offen, so dass die gefilterte Luft ungehindert in den Raum strömen kann. Das Gebläse 40 wird von einem Elektromotor 42 entweder direkt oder über ein zweites drehzahlerhöhendes Getriebe 74 angetrieben, wie in Abb. 10 gezeigt. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und langfristigen Zuverlässigkeit kann ein Standard 4-poliger Induktionsmotor bevorzugt werden. Das zweite drehzahlerhöhende Getriebe, falls zutreffend, umfasst ein erstes Kettenrad 110, das an einem zweiten Ende 108 der Motorwelle 44 befestigt ist, eine Antriebskette 112 und ein zweites Kettenrad 114, das kleiner ist als das erste Kettenrad 110. Das zweite Ritzel 114 des zweiten Drehzahlerhöhungsgetriebes 74 ist an einem ersten Ende einer Gebläsewelle 116 angebracht. Das zweite Ende der Gebläsewelle 116 trägt ein Laufrad 76 des Gebläses 40.

**[0057]** Das zweite drehzahlerhöhende Getriebe 74, das das Gebläse antreibt, ist in der Lage, ein Laufrad 76 des Gebläses mit einer Drehzahl von über 3000 U/min unter Verwendung eines 4-poligen Induktionsmotors anzutreiben. Um die Übertragungsverluste zu minimieren, kann das zweite drehzahlerhöhende Getriebe 74 als Zahnriementrieb, als Rollenkettentrieb oder als Umlenkzahnkettentrieb, auch stille Kette genannt, ausgeführt sein. Aufgrund der hohen Drehzahl und des geringen Drehmoments dieses zweiten drehzahlerhöhenden Getriebes wird bei Verwendung eines Rollenkettentriebes oder eines geräuscharmen Kettentriebes die Teilungsgröße zwischen 3mm und 6mm gewählt. Selbstverständlich können auch andere Übertragungsarten verwendet werden, wie z. B. direkter Zahnradantrieb, einfacher Keilriemenantrieb, mehrilliger Riemenantrieb, auch bekannt als Keilrippen- oder Vielrippenantrieb, Flachriemenantrieb und Leiterkettenantrieb. Das Gebläse 40 ist entlang der Filtereinheit 30 in der Nähe eines zweiten Endes derselben distal von den Einlass- bzw. Auslassöffnungen 36, 38 angeordnet. Optional kann das Gebläse 40 zwischen der Filtereinheit 30 und der Wand des Schutzraumes positioniert werden.

**[0058]** Mit Bezug auf die Abb. 6, 7, 8, 13 und 14 ist das oben erwähnte Umschaltventil 50 so konfiguriert, dass es den Zustand des ABC-Filtersystems zwischen einem Belüftungsmodus, der in normalen Zeiten oder bei konventioneller Gefahr wirksam ist, und einem ABC-Schutzmodus, der bei ABC-Gefahr wirksam ist, ändert. Gemäß einer Ausführungsform besteht das Umschaltventil 50 aus einem rohrförmigen Gehäuse 52 und einem inneren, axial verschiebbaren rohrförmigen Ventilglied 54. Das rohrförmige Gehäuse 52 erstreckt sich entlang der Filtereinheit 30 in der Nähe ihres ersten Endes, wo die Einlassöffnung 36 und die Auslassöffnung 38 angeordnet sind. Ein erstes, vom Gebläse 40 entferntes Ende des rohrförmigen Gehäuses 52 dient als Primäreinlass 56 des Umschaltventils. Der primäre Einlass 56 ist luftstrommäßig mit dem Vorfilter 14 verbunden. Ein erstes Ende des axial verschiebbaren rohrförmigen Ventilglieds proximal zum Gebläse 40 dient als primärer Auslass 57 des Umschaltventils. Der primäre Auslass 57 ist ein Luftstrom, der über einen erweiterbaren Kanal 70 mit der Ansaugöffnung 46 des Gebläses 40 verbunden ist. Ein erster, vom rohrförmigen Gehäuse 52 ausgehender Querkanal, der luftstrommäßig mit der Einlassöffnung 36 der Filtereinheit 30 verbunden ist, dient als sekundärer Auslass 58 des Umschaltventils. Und ein zweiter, vom rohrförmigen Gehäuse 52 ausgehender Querkanal, der luftstrommäßig mit der Auslassöffnung 38 der Filtereinheit 30 verbunden ist, dient als zweiter Einlass 59 des Umschaltventils.

**[0059]** Wie bereits erwähnt, ist der primäre Auslass 57 des Umschaltventils 50 mit dem Ansauganschluss 46 des Gebläses 40 durch einen dehnbaren Kanal 70 luftgekoppelt, der eine axiale Verschiebung des rohrförmigen Ventilglieds 54 unter Beibehaltung der luftdichten Kopplung ermöglicht. Durch die axiale Verschiebung des rohrförmigen Ventilelements 54 in Richtung des ersten, vom Gebläse 40 entfernten Endes des rohrförmigen Gehäuses, wie in Abb. 6 und 13 gezeigt, verbindet der Luftstrom den Primäreinlass 56 mit dem Primärauslass 57 und umgeht so die Filtereinheit 30. Durch eine axiale Verschiebung des rohrförmigen Ventilelements 54 vom ersten Ende des rohrförmigen Gehäuses weg, wie in Abb. 7 und 14 gezeigt, wird der primäre Einlass 56 mit dem sekundären Auslass 58 und der primäre Auslass 57 mit dem sekundären Einlass 59 gekoppelt, während der direkte Durchgang vom primären Einlass 56 zum primären Auslass 57 blockiert wird, wodurch der Luftstrom durch die Filtereinheit 30 geleitet wird.

**[0060]** Detailliertere Informationen finden Sie in Abb. 11 und 12 zeigen zwei perspektivische Explosionsansichten des Umschaltventils, die aus verschiedenen Richtungen gezeigt werden. Das rohrförmige Ventilglied mit der allgemeinen Bezeichnung 54 wird aus seiner Position im rohrförmigen Gehäuse mit der allgemeinen Bezeichnung 52 herausgezogen, indem es entlang seiner Achse durch den primären Einlass 56 herausgezogen wird. Das rohrförmige Ventilelement 54 besteht aus einem ersten rohrförmigen Abschnitt 120, einem zweiten rohrförmigen Abschnitt 122, der im Durchmesser kleiner ist als der erste rohrförmige Abschnitt 120, und einem aerodynamisch geformten elliptischen Kegelabschnitt 124, der dazwischen angeordnet ist. Der elliptische Kegelabschnitt 124 erhält einen Basisdurchmesser, der im Wesentlichen dem des zweiten rohrförmigen Abschnitts 122 entspricht. Der elliptische Kegelabschnitt 124 ist in Richtung des ersten rohrförmigen Abschnitts 120 gerichtet und teilweise von diesem umschlossen. Alle drei Elemente, nämlich der erste rohrförmige Abschnitt 120, der zweite rohrförmige Abschnitt 122 und der elliptische Kegelabschnitt 124, haben eine gemeinsame

Längsachse. Die drei Elemente sind durch eine Vielzahl von radial angeordneten Längsrippen 126 zu einer Einheit verbunden. Ein Luftstrom ist durch einen peripheren Spalt 128, der sich zwischen dem ersten rohrförmigen Abschnitt 120 und dem elliptischen Konusabschnitt 124 befindet, und durch einen zylindrischen Spalt 130, der sich zwischen dem zweiten rohrförmigen Abschnitt 122 und dem elliptischen Konusabschnitt 124 befindet, möglich.

**[0061]** An dem rohrförmigen Ventilglied 54 sind ringförmige Elastomerdichtungen 131 vorgesehen. Ein Paar Dichtungen 131 ist an beiden Enden des ersten rohrförmigen Abschnitts 120 vorgesehen, ein weiteres Paar Dichtungen 131 ist an beiden Enden des zweiten rohrförmigen Abschnitts 122 vorgesehen, und ein drittes Paar Dichtungen ist an der Basis des elliptischen Kegelabschnitts 124 vorgesehen.

**[0062]** Das rohrförmige Gehäuse 52 ist als Zylinder mit abgestuftem Durchmesser konfiguriert, wobei der Abschnitt mit dem größeren Durchmesser 132 den ersten rohrförmigen Abschnitt 120 des rohrförmigen Ventilelements 54 aufnimmt und der Abschnitt mit dem kleineren Durchmesser 134 den zweiten rohrförmigen Abschnitt 122 des rohrförmigen Ventilelements 54 aufnimmt. Der erste Querkanal 136 erstreckt sich von dem Abschnitt mit dem größeren Durchmesser 132 des rohrförmigen Gehäuses 52. Und der zweite transversale Kanal 138 erstreckt sich von dem Abschnitt mit kleinerem Durchmesser 134 des rohrförmigen Gehäuses 52.

**[0063]** Gemäß einer Ausführungsform ist an dem rohrförmigen Gehäuse 52 eine optionale Halterung 55 vorgesehen, um die Befestigung des ABC-Filterystems 10 an der Wand des Schutzraumes zu erleichtern. Abhängig von der Länge der Filtereinheit 30 und dem Gesamtgewicht des ABC-Filterystems 10 kann auch eine zusätzliche Halterung (nicht dargestellt) am Gebläse 40 angebracht werden. Eine ergänzende Wandhalterung kann an der Wand des Schutzraumes befestigt werden, so dass das gesamte ABC-Filterssystem einfach und ohne zusätzliche Vorbereitungen an die ergänzende Wandhalterung gehängt werden kann.

**[0064]** Im Betrieb und unter Bezugnahme auf Abb. 13 und 14 sind Schnittansichten des allgemein mit 50 bezeichneten Umschaltventils in einem Belüftungsmodus (Abb. 13) und in einem ABC-Filtrationsmodus (Abb. 14) gezeigt, wie oben unter Bezugnahme auf die Abb. 6 und 7 kurz erläutert.

**[0065]** Gemäß der Ausführungsform sperrt im Belüftungsmodus, wie in Abb. 13 gezeigt, der erste rohrförmige Abschnitt 120 des rohrförmigen Ventilelements 54 den Ausgang in den ersten Querkanal 136. Und der zweite rohrförmige Abschnitt 122 des rohrförmigen Ventilelements 54 blockiert den Ausgang in den zweiten Querkanal 138. Dadurch strömt die in den Primäreinlass 56 des Umschaltventils 50 eintretende Luft durch den Umfangsspalt 128 und um den elliptischen Kegelabschnitt 124 des rohrförmigen Ventilelements 54. Die Luft strömt dann durch den zylindrischen Spalt 130, der sich zwischen dem zweiten rohrförmigen Abschnitt 122 und dem elliptischen Kegelabschnitt 124 befindet. Und durch den zweiten rohrförmigen Abschnitt 122 des rohrförmigen Ventilelements 54 zum primären Auslass 57 des Umschaltventils 50. Das Luftströmungsmuster wird durch gefeilte Mittellinien dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass der aerodynamisch geformte elliptische Kegelabschnitt 124 ein gleichmäßiges Strömungsmuster mit minimalen Verlusten bietet. Dieses Strömungsmuster ist besonders wichtig, um menschliche Energie bei Stromausfall zu sparen, wenn das Gebläse manuell betrieben wird.

**[0066]** Im ABC-Filtrationsmodus, wie in Abb. 14 dargestellt, wird das rohrförmige Ventilelement 54 axial vom Primäreinlass 56 weg bewegt, so dass der elliptische Kegelabschnitt 124 den axialen Durchgang vom Primäreinlass 56 zum Primärauslass 57 blockiert. Der erste rohrförmige Abschnitt 120 des rohrförmigen Ventilelements 54 gibt den Ausgang in den ersten Querkanal 136 frei und Luft kann vom primären Einlass 56 zum sekundären Auslass 58 strömen. Auf der anderen Seite gibt der zweite rohrförmige Abschnitt 122 des rohrförmigen Ventilelements 54 den Ausgang in den zweiten Querkanal 138 frei und die Luft kann vom sekundären Einlass 59 zum primären Auslass 57 strömen. Der Luftstromverlauf ist durch eine gefeilte Mittellinie dargestellt, wobei der Linienabschnitt außerhalb des Umschaltventils 50 den Luftdurchgang durch die Filtereinheit 30 zeigt.

**[0067]** Auf der Oberseite des rohrförmigen Gehäuses 52 ist gegenüber dem Sekundäreinlass 59 ein Zustandsauswahlgriff 140 schwenkbar angebracht. Der Zustandsauswahlgriff 140 ist mit einem ersten und einem zweiten Verbindungselement 142 bzw. 144 und einem Drehpunkt 146 versehen, die so angeordnet sind, dass sie eine Winkelverschiebung des Wahlhebels 140 in eine lineare Verschiebung des rohrförmigen Ventilelements 54 umsetzen. Der Drehzapfen 146 geht durch Öffnungen, die am rohrförmigen Ventilglied 54 in der Nähe des primären Auslasses 57 angebracht sind. Die Bewegung des Drehzapfens 146 durch die ersten und zweiten Verbindungselemente 142, 144 verschiebt das rohrförmige Ventilglied 54 in einen der oben beschriebenen Betriebszustände.

**[0068]** Mit Bezug auf die Abb. 17 und 18, gemäß einer alternativen Ausführungsform, ist ein anderer Zustandsauswahlmechanismus vorgesehen. Der Zustandwahlmechanismus umfasst einen Push-Pull-Griff 160, der mit einem ersten Arm eines Richtungsänderungsmechanismus, wie z. B. einem Umlenkhebel 162, verbunden ist, und ein Verbindungsglied 164, das an einem Ende am zweiten Arm des Umlenkhebels 162 und am anderen Ende am Drehzapfen 146 befestigt ist und durch das rohrförmige Ventilelement 54 hindurchgeht, wie oben mit Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben.

**[0069]** Der Griff 160 erstreckt sich unterhalb der Umfangsabdeckung 150 nach unten und ist bei ABC-Gefahrenmeldung leicht zu greifen und zu ziehen, um die Betriebsart auf Filtrationsbetrieb umzuschalten. Wenn Sie den Griff 160 nach oben drücken, kehrt das Filtersystem in den Lüftungsmodus zurück.

**[0070]** Wie bereits erwähnt, ist das ABC-Filtersystem von Abb. 1 in einer ersten Orientierung eingebaut, während das ABC-Filtersystem von Abb. 2 in einer umgekehrten Orientierung eingebaut ist. Zum besseren Verständnis wird die in Abb. 1 dargestellte Ausrichtung als rechtsseitige Installation und die in Abb. 2 dargestellte Ausrichtung als linksseitige Installation bezeichnet. Mit Bezug auf die Abb. 4, 8 und 9 wird deutlich, dass die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit 20 in jede beliebige Richtung gedreht werden kann, da sie, wie oben erwähnt, schwenkbar mit dem Elektromotor 42 verbunden ist. Das dritte Segment 22c der manuellen Luftaustausch-Notfalleinheit 20 kann optional über ein schwenkbares Gelenk am Rahmen des Elektromotors 42 befestigt werden. Dementsprechend kann das gesamte ABC-Filtersystem umgedreht werden, während die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 die gewünschte Richtung nach unten beibehält. Die Installationsoptionen rechts und links sind erforderlich, um unterschiedliche Positionen des Lufteinlasses in Bezug auf die Kanten der Schutzabdeckung zu bewerten. Offensichtlich sind solche unterschiedlichen Standorte der Luftansaugung aufgrund der unterschiedlichen architektonischen Gestaltung des Gebäudes üblich. Aus den obigen Ausführungen wird ersichtlich, dass das ABC-Filtersystem jede beliebige Ausrichtung annehmen kann und sich somit an jede Position der Luftansaugung anpasst, auch an unregelmäßige oder falsche Positionen.

**[0071]** Die beschriebenen Ausführungsformen und mögliche weitere Ausführungsformen der Erfindung bieten eine hohe Integration der vier Hauptbaugruppen oder Hauptelemente des ABC-Filtersystems bei gleichzeitiger Umsetzung eines modularen Aufbaus aus Standardbausteinen. Dementsprechend kann jedes der vier Hauptbaugruppen oder Hauptelemente, aus denen das ABC-Filtersystem besteht, durch ein Element mit derselben Funktionalität und einer anderen Kapazität ersetzt werden, ohne dass die anderen Elemente davon betroffen sind. Zum Beispiel kann eine längere oder kürzere Filtereinheit 30 für unterschiedliche Personenkapazitäten oder unterschiedliche Schutzzeiten verwendet werden, während die anderen Standardkomponenten verwendet werden. Optional kann nur das Gebläse 40 durch ein Gebläse mit einer anderen Durchflussmenge oder einem anderen Druck ersetzt werden, das für die Anwendung besser geeignet ist. Das Umschaltventil und die Luftaustausch-Notfalleinheit können effektiv für mehrere Kapazitäten von ABC-Filtersystemen verwendet werden. Dadurch können Filtersysteme mit unterschiedlichen Luftstromkapazitäten leicht montiert und die Produktion vereinfacht werden.

**[0072]** Die vorliegende Erfindung sucht Schutz in Bezug auf die Vorrichtung, wie oben beschrieben, sowie die Verfahrensschritte, die zur Erreichung des gewünschten Ergebnisses der Belüftung des Schutzraumes während der normalen Zeiten oder konventionellen Gefahr. Sowie die Reinigung der eintretenden Luft im Falle einer ABC-Kontamination. Beide Betriebe sind auch bei Stromausfall funktionsfähig. Die Methodenschritte demonstrieren die einfache Bedienung und die sofortige Einsatzbereitschaft des ABC-Filtersystems.

**[0073]** Dementsprechend und unter Bezugnahme auf Abb. 19 ist ein Verfahren zum Betrieb eines modularen, nahe der Decke montierten ABC-Filtersystems für Schutzräume vorgesehen, das einen oder mehrere der folgenden Schritte umfasst:

- a. Bereitstellung eines nahe der Decke montierten ABC-Filtersystems, das Folgendes umfasst: eine Filtereinheit 30, die entlang eines oberen Abschnitts einer Wand des Schutzraums positioniert ist; ein Gebläse 40, das von einem Elektromotor 42 angetrieben wird, wobei das Gebläse entlang der Filtereinheit 30 positioniert ist; eine Luftaustausch-Notfalleinheit 20, die eine Vielzahl von gelenkigen Segmenten 22 (a, b, c) umfasst, die seriell miteinander verbunden sind und einen faltbaren Arm bilden, wobei ein erstes Ende 24 der Luftaustausch-Notfalleinheit schwenkbar an dem Elektromotor 42 angebracht ist und ein zweites Ende 26 der Luftaustausch-Notfalleinheit 20 eine abnehmbare Handkurbel 28 trägt; eine Statusanzeige-Schnittstelle 182, die so konfiguriert ist, dass sie Folgendes anzeigt eine Luftstromrate des Gebläses 40; einen Einstellknopf 184, der zum Einstellen der Geschwindigkeit des Motors 42 konfiguriert ist; und ein Umschaltventil 50, das die Filtereinheit 30 und das Gebläse 40 selektiv mit dem Luftstrom koppelt, wobei das Umschaltventil einen Zustandsauswahlgriff 140, 160 zum Umschalten des Umschaltventils 50 zwischen Belüftungs- und Filtrationszuständen umfasst.
- b. Verwendung eines elektrischen Schalters 181 zum Einschalten des Elektromotors 42, der das Gebläse 40 antreibt, wenn der Schutzraum betreten werden muss. Angegeben als Start 200 und Aktivität 202 des Flussdiagramms in Abb. 19.
- c. Beobachten der Schnittstelle der Statusanzeige 182 und ggf. Einstellen des Einstellknopfes 184. Angegeben als Aktivität 204, Entscheidungen 250, 252 und Aktivität 254 des Flussdiagramms.
- d. Mit dem Schalter 181 den Elektromotor 42, der das Gebläse 40 antreibt, ausschalten und den Schutzraum verlassen, wenn die Rückkehr zum Normalzustand oder das Verlassen des Schutzraums erklärt wird. Angegeben als Entscheidungen 240 Aktivität 260 und Ende 262.

**[0074]** Das Verfahren kann ferner zwischen den Schritten c und d einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

- e. Ausfahren der Luftaustausch-Notfalleinheit 20 bei einem Stromausfall, wenn die Luftaustausch-Notfalleinheit 20 nicht bereits ausgefahren ist. Angegeben als Entscheidungen 206, 207 und Aktivität 208.

- f. Befestigen des zweiten Endes 26 der Luftaustausch-Notfalleinheit 20 an einer Wand des Schutzraumes an einer geeigneten Position für das manuelle Kurbeln der Handkurbel, typischerweise mit Hilfe einer Halterung 60. Wird als Aktivität 210 angezeigt.
- g. Anbringen der abnehmbaren Handkurbel 28 am zweiten Ende 26 der Luftaustausch-Notfalleinheit 20. Wird als Aktivität 212 angezeigt.
- h. Kurbeln an der Handkurbel 28, während der Stromausfall anhält. Angegeben als Aktivität 214 und Entscheidung 216 des Flussdiagramms.
- i. Beobachten Sie die Statusanzeige Schnittstelle 182 und stellen Sie bei Bedarf die Kurbelgeschwindigkeit der Handkurbel 28 ein. Angegeben als Aktivität 204, Entscheidungen 250, 252 und Aktivität 256 des Flussdiagramms.

**[0075]** Das Verfahren kann ferner nach Schritt i einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

- j. Stoppen des Ankurbelvorgangs bei Wiederkehr der elektrischen Energie. Angegeben als Aktivität 218 des Flussdiagramms.
- k. Lösen der abnehmbaren Handkurbel vom zweiten Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit, wenn die Rückkehr in den Normalzustand oder das Verlassen des Schutzraums erklärt wird. Angegeben als Aktivität 222 und Entscheidung 220 des Flussdiagramms.
- l. Lösen des zweiten Endes 26 der Luftaustausch-Notfalleinheit 20 von der Wand des Schutzraumes. Angegeben als Aktivität 224 des Flussdiagramms.
- m. Hochklappen der Luftaustausch-Notfalleinheit 20. Angegeben als Aktivität 226 des Flussdiagramms.

**[0076]** Das Verfahren kann ferner zwischen den Schritten c und d einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen

- n. Umschalten des Zustandwahlgriffs 140, 160 in den Filtrationszustand bei einer ABC-Gefahrenmeldung. Angegeben als Entscheidung 230 und Aktivität 232 des Flussdiagramms von Abb. 19.
- o. Zurückschalten des Zustandwahlgriffs 140, 160 in den Zustand Lüftung, wenn die ABC-Gefahrendeklaration aufgehoben ist und nur, wenn keine Verschmutzung festgestellt wurde. Angegeben als Entscheidungen 234, 236 und Aktivitäten 237, 238 des Flussdiagramms von Abb. 19. Es versteht sich von selbst, dass im Falle einer Verunreinigung das Filtersystem im Filtrationszustand belassen werden muss und die Filtereinheit durch Fachpersonal mit entsprechender Ausrüstung ausgetauscht werden sollte.

**[0077]** Es versteht sich, dass die Schritte e, f, g, die durch die Aktivitäten 208 bis 214 des Flussdiagramms gekennzeichnet sind, erforderlich sind, um den manuellen Betrieb der Luftaustausch-Notfalleinheit zu starten. Die folgenden Schritte k, l, m, die durch die Aktivitäten 220 bis 226 gekennzeichnet sind, sind jedoch optional oder können zu einem späteren Zeitpunkt oder von einer speziellen Wartungsperson durchgeführt werden, die das System weiter überprüfen kann, bevor es wieder in die Bereitschaft und in den eingeklappten Zustand gebracht wird.

**[0078]** Es wird deutlich, dass die oben beschriebenen und in den begleitenden Zeichnungen dargestellten spezifischen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nur beispielhaft dargestellt sind. Andere Variationen, Modifikationen und Anwendungen der vorliegenden Erfindung werden dem Fachmann ohne weiteres einfallen. Es wird daher klargestellt, dass alle derartigen Variationen innerhalb des Umfangs und des Geistes der Erfindung betrachtet werden. Dementsprechend ist der hier angestrebte Schutz wie in den nachstehenden Ansprüchen dargelegt.

#### Patentansprüche

1. Modulares, an einer Wand eines Schutzraums montiertes ABC-Filtersystem (10), umfassend vier Hauptbaugruppen, nämlich eine Filtereinheit (30), ein Gebläse (40), eine manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit (20) und ein Umschaltventil (50), wie folgt:
  - a) die Filtereinheit (30) mit länglicher Form, die horizontal entlang eines oberen Abschnitts der Wand des Schutzraums angeordnet ist, wobei in einem Bereich eines ersten Endes der Filtereinheit (30) dieselbe mit einer Einlassöffnung (36) und einer Auslassöffnung (38) versehen ist;
  - b) das von einem Elektromotor (42) angetriebene Gebläse (40), wobei das Gebläse (40) entlang der Filtereinheit (30) in einem Bereich eines zweiten Endes derselben angeordnet ist;
  - c) die Luftaustausch-Notfalleinheit (20), die eine Vielzahl von gelenkig miteinander verbundenen Segmenten (22a, 22b, 22c) umfasst, die einen klappbaren Arm bilden, wobei ein erstes Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit (20)

schwenkbar mit dem Elektromotor (42) verbunden ist und ein zweites Ende der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) eine abnehmbare Handkurbel (28) trägt, wobei die Luftaustausch-Notfalleinheit (20) in einen hochgeklappten Zustand bringbar ist; und

d) das Umschaltventil (50), über das die Filtereinheit (30) und das Gebläse (40) mit einem Luftstrom koppelbar sind, wobei das Umschaltventil (50) ein röhrenförmiges Gehäuse (52) umfasst, das sich entlang der Filtereinheit (30) im Bereich des ersten Endes der Filtereinheit (30) erstreckt, und weiter ein inneres, in Längsrichtung verschiebbares röhrenförmiges Ventilelement (54) sowie einen Zustandsauswahlgriff (140, 160) zum Verschieben des röhrenförmigen Ventilelements (54), wodurch ein Umschalten des Umschaltventils (50) zwischen Belüftungs- und Filtrationszuständen ermöglicht ist.

2. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei zur Anpassung des Filtersystems an unterschiedliche Personenkapazitäten und unterschiedliche Schutzzeiten sowie zur Vereinfachung seiner Produktion jede der vier Hauptbaugruppen des ABC-Filtersystems durch eine jeweils entsprechende Hauptbaugruppe gleicher Funktionalität, jedoch mit einer unterschiedlichen Luftstromkapazität, ersetzbar ist, ohne die anderen Hauptbaugruppen zu beeinträchtigen.
3. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei die angelenkten Segmente (22a, 22b, 22c) zur Übertragung einer Drehbewegung untereinander ausgebildet sind.
4. ABC-Filtersystem nach Anspruch 3, wobei mindestens eines der angelenkten Segmente (22a, 22b, 22c) mindestens eine Stufe (72a, 72b, 72c) eines ersten drehzahlerhöhenden Getriebes umfasst, so dass eine manuelle Drehung der Handkurbel (28) den Elektromotor (42) im Wesentlichen mit einer Nenndrehzahl des Elektromotors dreht.
5. ABC-Filtersystem nach Anspruch 4, umfassend drei angelenkte Segmente (22a, 22b, 22c), wobei jedes der angelenkten Segmente eine Stufe (72a, 72b, 72c) eines Rollenkettenantriebs des ersten drehzahlerhöhenden Getriebes umfasst.
6. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei das zweite Ende (26) der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) fest an einer Wand des Schutzraumes an einer geeigneten Position für das manuelle Kurbeln der Handkurbel (28) angebracht werden kann.
7. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei die Einlassöffnung (36) und die Auslassöffnung (38) der Filtereinheit (30) der Wand des Schutzraumes zugewandt sind, wobei sie hinter der Filtereinheit (30) verborgen sind.
8. ABC-Filtersystem nach Anspruch 7, wobei das Gebläse (40), die manuelle Luftaustausch-Notfalleinheit (20) und das Umschaltventil (50) zwischen der Filtereinheit (30) und der Wand des Schutzraumes angeordnet sind, wobei sie hinter der Filtereinheit (30) verborgen sind.
9. ABC-Filtersystem nach Anspruch 8, wobei eine Umfangsabdeckung (150) in Form eines Montagerahmens die Filtereinheit (30) an der Wand des Schutzraumes befestigt, wobei die Umfangsabdeckung (150) das Gebläse (40), das Umschaltventil (50) und die Notfalleinheit (20) für den manuellen Luftaustausch im hochgeklappten Zustand einkapselt.
10. ABC-Filtersystem nach Anspruch 9, wobei die Umfangsabdeckung (150) eine Öffnung (152) an ihrer Unterseite aufweist, wobei die Öffnung (152) ein Ausklappen der Luftaustausch-Notfalleinheit ermöglicht, während die Umfangsabdeckung (150) in Position bleibt.
11. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei die Filtereinheit (30) ferner einen Partikelfilter (32) und einen Gasadsorptionsfilter (34) umfasst.
12. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei das Gebläse (40) von dem Elektromotor (42) über ein zweites drehzahlerhöhendes Getriebe (74) angetrieben wird, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: Zahnradantrieb, Riemenantrieb, Mehrriemenantrieb, Zahnriemenantrieb; einem Rollenkettenantrieb; oder einem Kettenantrieb mit umgekehrten Zähnen;
13. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, ferner umfassend ein Bedienfeld (180), welches eine Statusanzeige-Schnittstelle (182) umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie eine Luftstromrate des Gebläses (40) anzeigt, wobei das Bedienfeld (180) ferner einen Einstellknopf (184) umfasst, der so konfiguriert ist, dass er die Drehzahl des Motors (42) einstellt.
14. ABC-Filtersystem nach Anspruch 1, wobei ein erstes Ende des rohrförmigen Gehäuses (52) distal von dem Gebläse als primärer Einlass (56) des Umschaltventils dient, ein erstes Ende des axial verschiebbaren rohrförmigen Ventilelements (54) proximal von dem Gebläse als primärer Auslass (57) des Umschaltventils dient, ein erster Querkanal, der sich von dem röhrenförmigen Gehäuse erstreckt und dessen Luftstrom mit der Einlassöffnung (36) der Filtereinheit (30) gekoppelt ist, als ein sekundärer Auslass (58) des Umschaltventils (50) dient, und ein zweiter Querkanal, der sich von dem röhrenförmigen Gehäuse (52) erstreckt und dessen Luftstrom mit der Auslassöffnung (38) der Filtereinheit (30) gekoppelt ist, als ein sekundärer Einlass (59) des Umschaltventils (50) dient.
15. ABC-Filtersystem nach Anspruch 14, wobei der primäre Auslass (57) des Umschaltventils (50) ein Luftstrom ist, der mit einem Einlass (46) des Gebläses (40) durch einen erweiterbaren Kanal (70) verbunden ist.
16. ABC-Filtersystem nach Anspruch 14, wobei durch eine axiale Verschiebung des rohrförmigen Ventilelements (54) in Richtung des ersten Endes des rohrförmigen Gehäuses (52) ein Luftstrom den Primäreinlass (56) mit dem Primärauslass (57) verbindet und so die Filtereinheit (30) umgeht.

17. ABC-Filtersystem nach Anspruch 14, bei dem durch eine axiale Verschiebung des rohrförmigen Ventilelements (54) weg vom ersten Ende des rohrförmigen Gehäuses (52) der Luftstrom den primären Einlass (56) mit dem sekundären Auslass (58) koppelt und der Luftstrom den primären Auslass (57) mit dem sekundären Einlass (59) koppelt und so den Luftstrom durch die Filtereinheit (30) leitet.
18. Verfahren zum Betrieb des modularen, an der Schutzraumwand montierten ABC-Filtersystems nach Anspruch 13, das die folgenden Schritte umfasst:
  - a. das Einschalten des Elektromotors (42), der das Gebläse (40) antreibt;
  - b. Beobachten der Statusanzeige-Schnittstelle (182) und Einstellen des Einstellknopfes (184), falls erforderlich gemäß der Anzeige der Statusanzeige-Schnittstelle (182); und
  - c. Abschalten des Elektromotors (42), der das Gebläse (40) antreibt, wenn die Rückkehr zum Normalzustand oder das Verlassen des Schutzraumes erklärt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, das ferner zwischen den Schritten b und c die folgenden Schritte umfasst:
  - d. das Ausfahren der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) bei einem Stromausfall, wenn die Luftaustausch-Notfalleinheit nicht bereits ausgefahren ist;
  - e. Anbringen des zweiten Endes (26) der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) an einer Wand des Schutzraumes an einer geeigneten Stelle zum manuellen Kurbeln der Handkurbel (28),
  - f. Anbringen der abnehmbaren Handkurbel (28) an dem zweiten Ende (26) der Luftaustausch-Notfalleinheit (20),
  - g. Kurbeln der Handkurbel (28), während der Stromausfall anhält; und
  - h. Beobachten der Statusanzeige-Schnittstelle (182) und Anpassen der Kurbeldrehzahl der Handkurbel (28), falls erforderlich gemäß der Anzeige der Statusanzeige-Schnittstelle (182).
20. Verfahren nach Anspruch 19, das ferner nach Schritt h die folgenden Schritte umfasst:
  - i. Unterbrechung des Ankurbelvorgangs bei Wiederkehr der elektrischen Energie;
  - j. Abnehmen der abnehmbaren Handkurbel (28) vom zweiten Ende (26) der Luftaustausch-Notfalleinheit (20), wenn die Rückkehr in den Normalzustand oder das Verlassen des Schutzraums erklärt wird,
  - k. Lösen des zweiten Endes (26) der Luftaustausch-Notfalleinheit (20) von der Wand des Schutzraums; und
  - l. Hochklappen der Luftaustausch-Notfalleinheit (20).
21. Verfahren nach Anspruch 18, das ferner zwischen den Schritten b und c die folgenden Schritte umfasst:
  - m. Umschalten des Zustandsauswahlgriffs (160) in den Filtrationszustand im Falle einer ABC-Gefahrenmeldung; und
  - n. Zurückschalten des Zustandsauswahlgriffs (160) in den Belüftungszustand, wenn die ABC-Gefahrendeklaration aufgehoben wird, und nur, wenn keine Kontamination festgestellt wird.

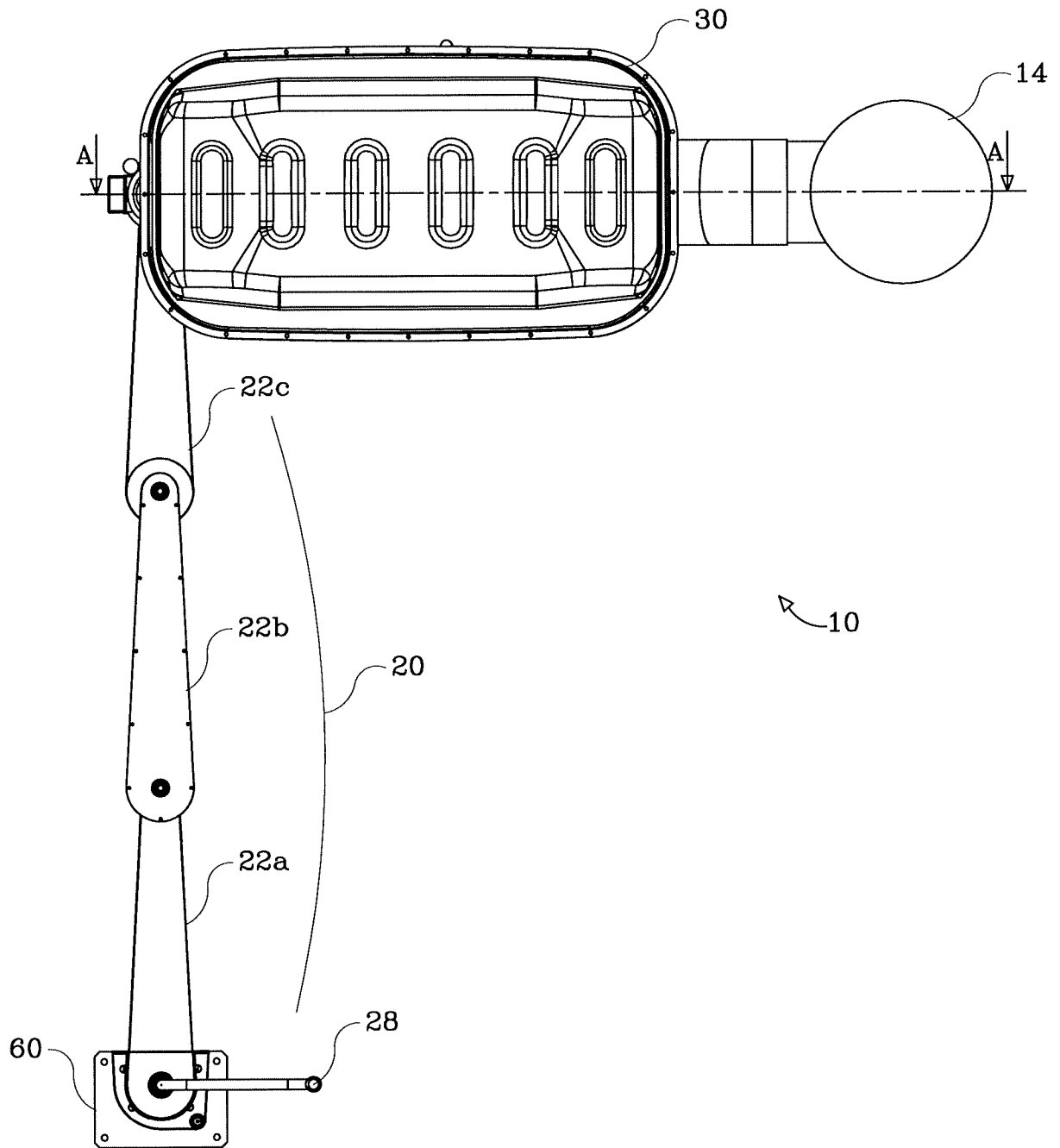


Abb. 1

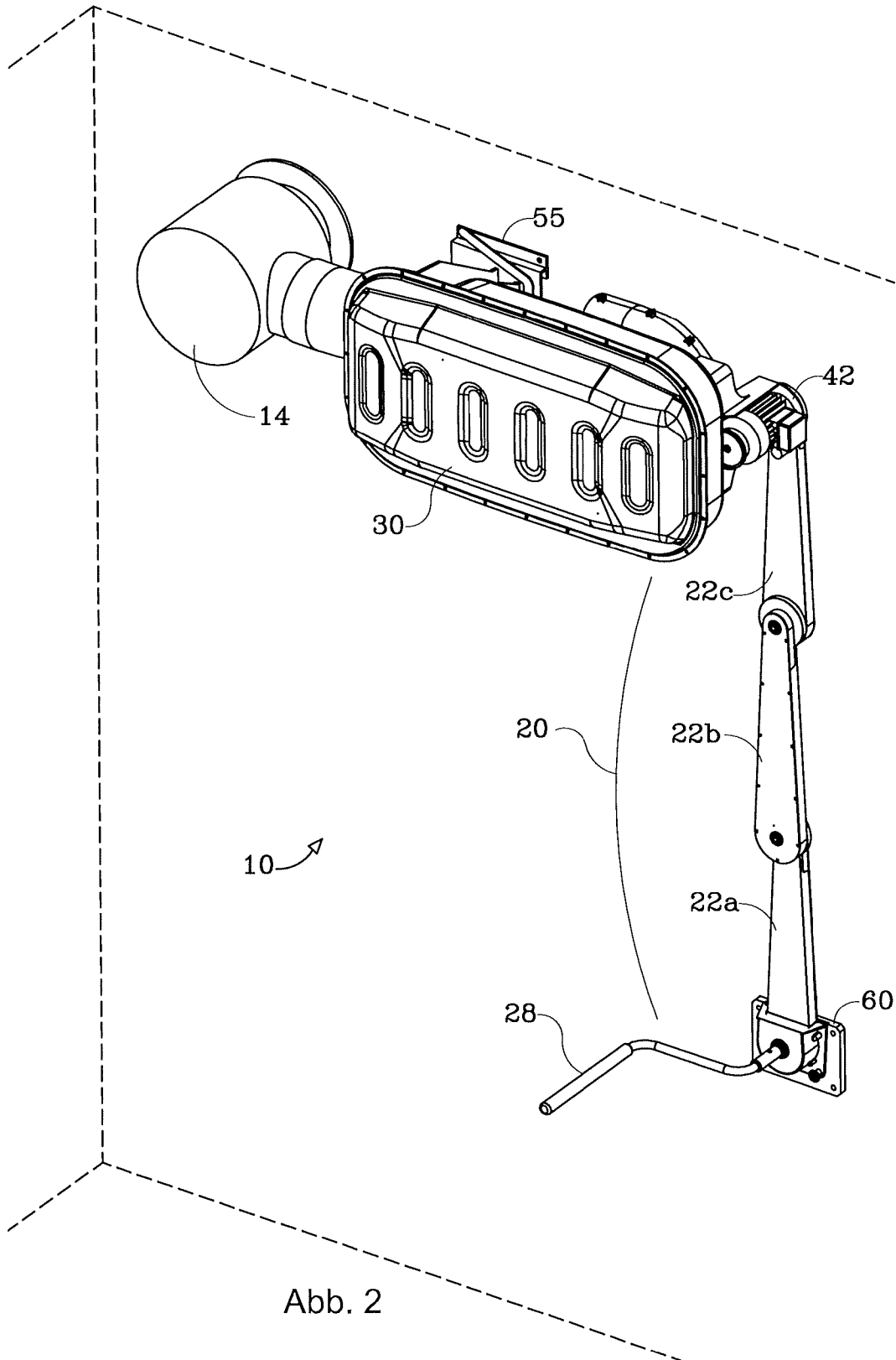


Abb. 2

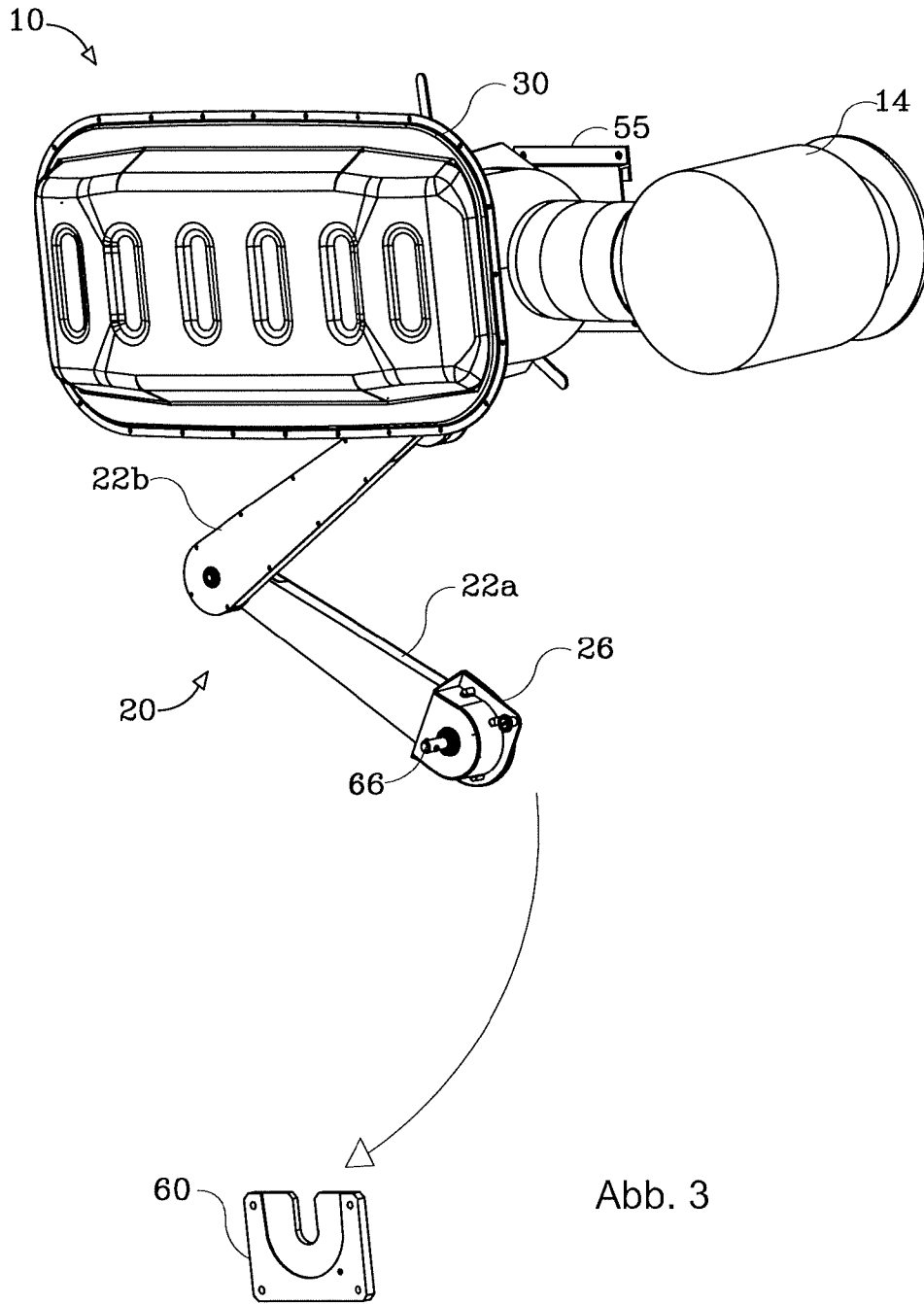


Abb. 3

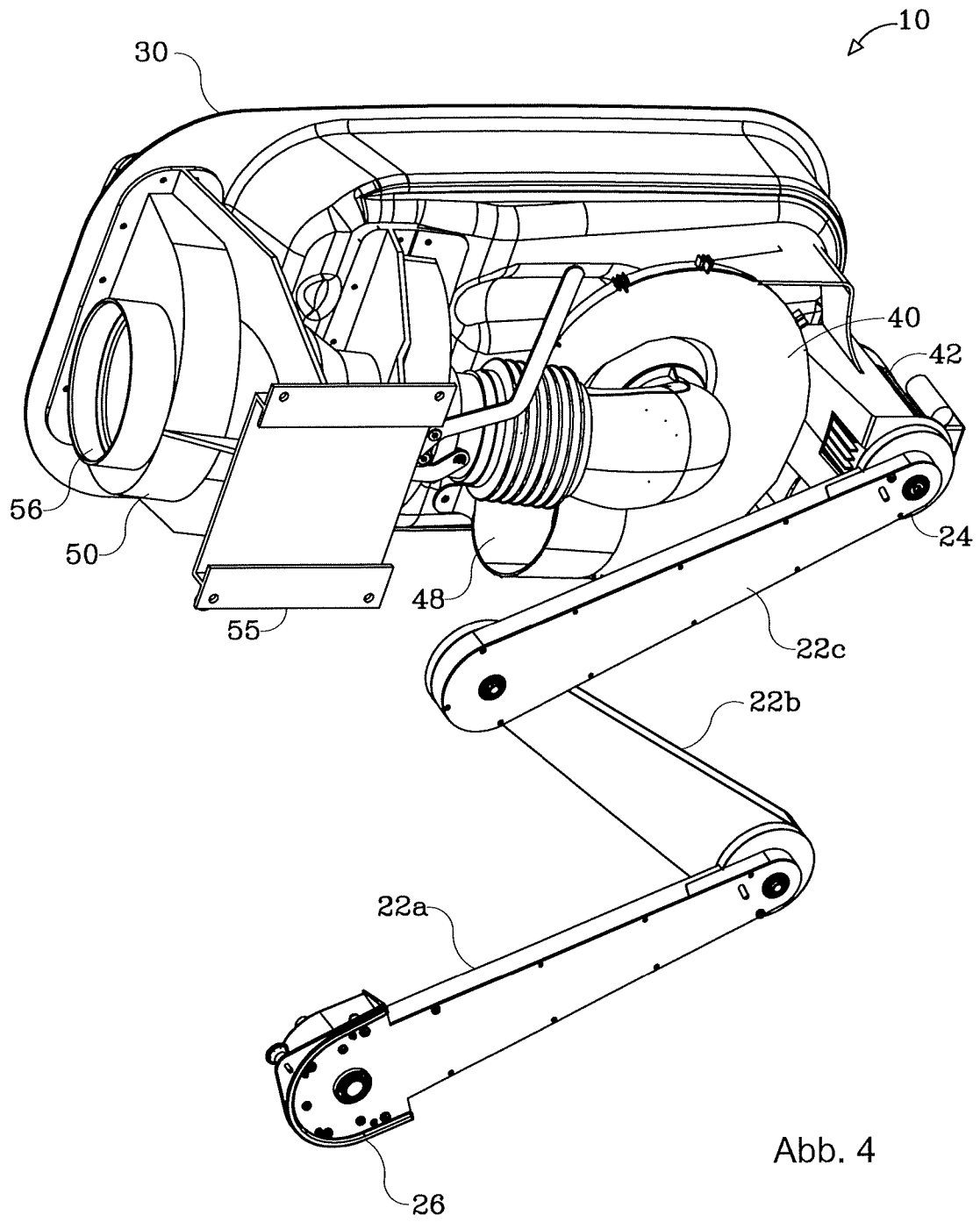


Abb. 4

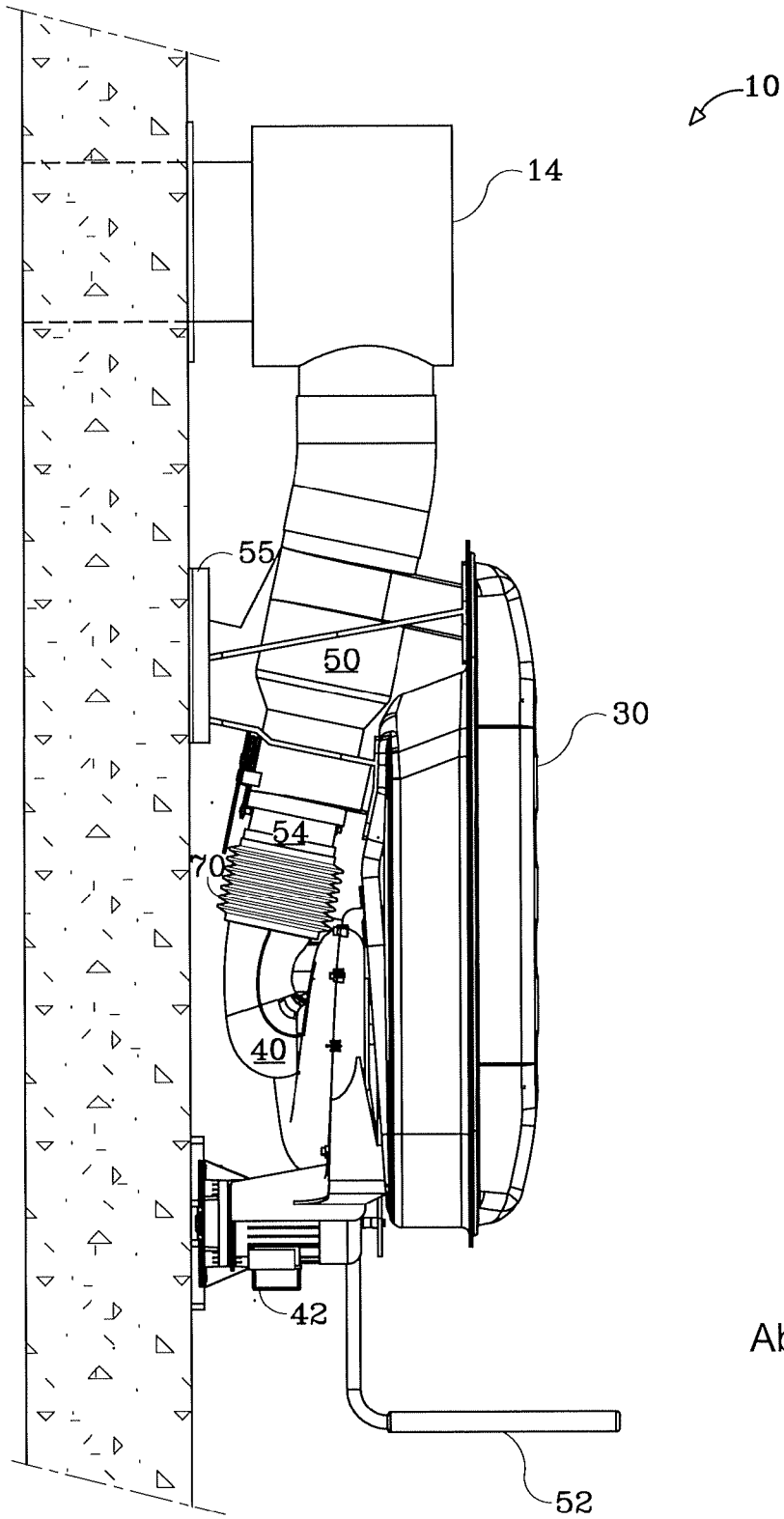


Abb. 5

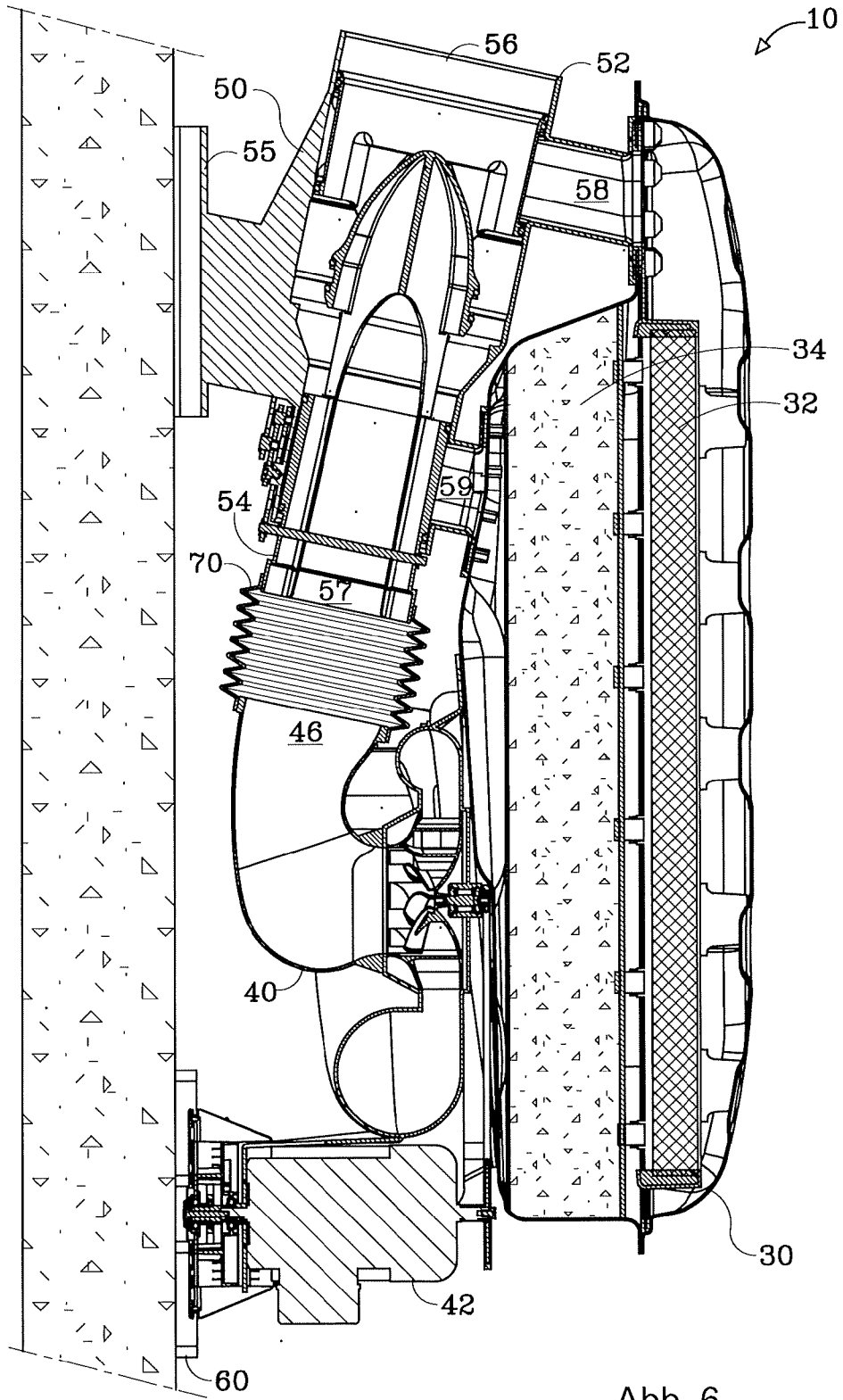


Abb. 6

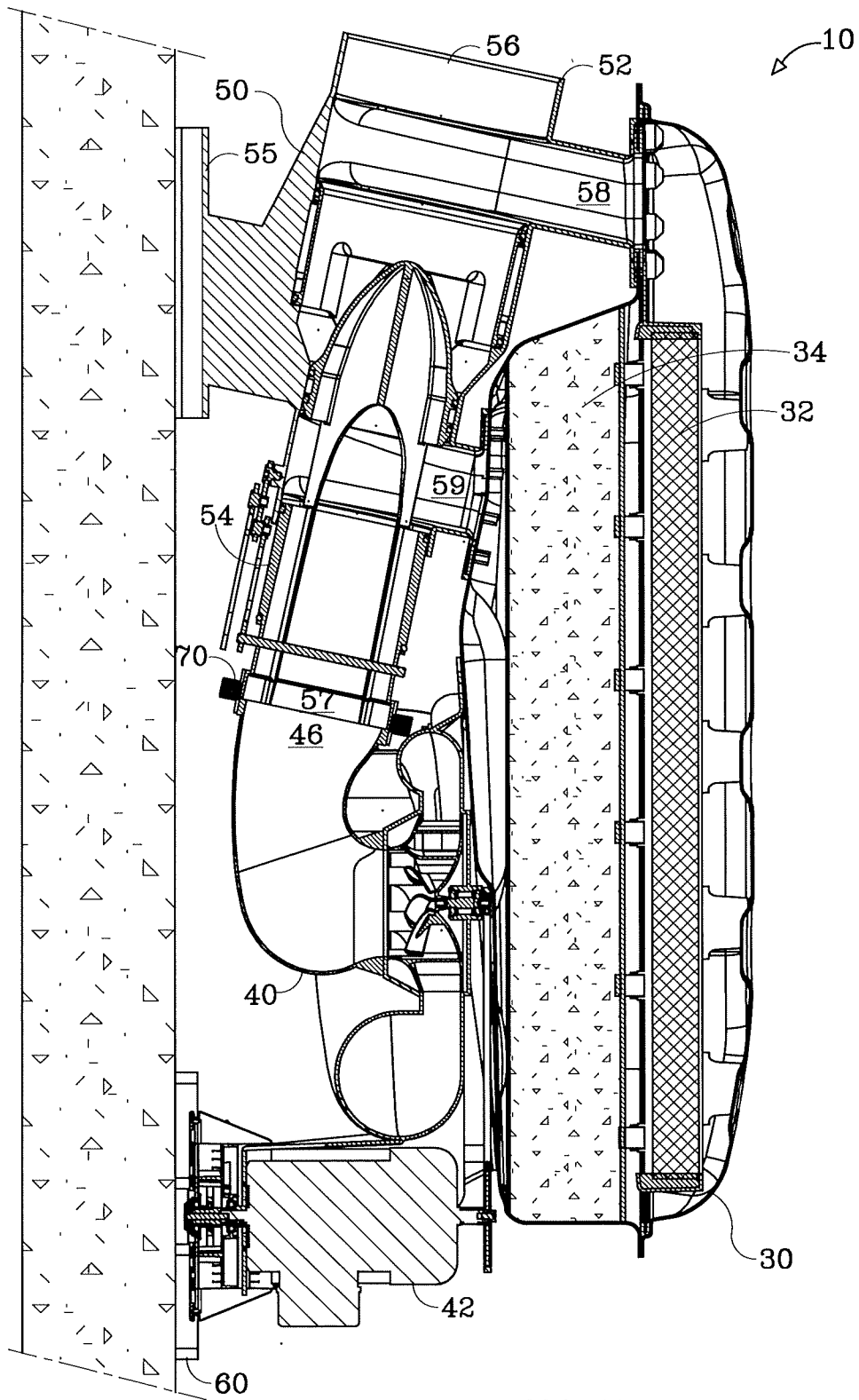


Abb. 7

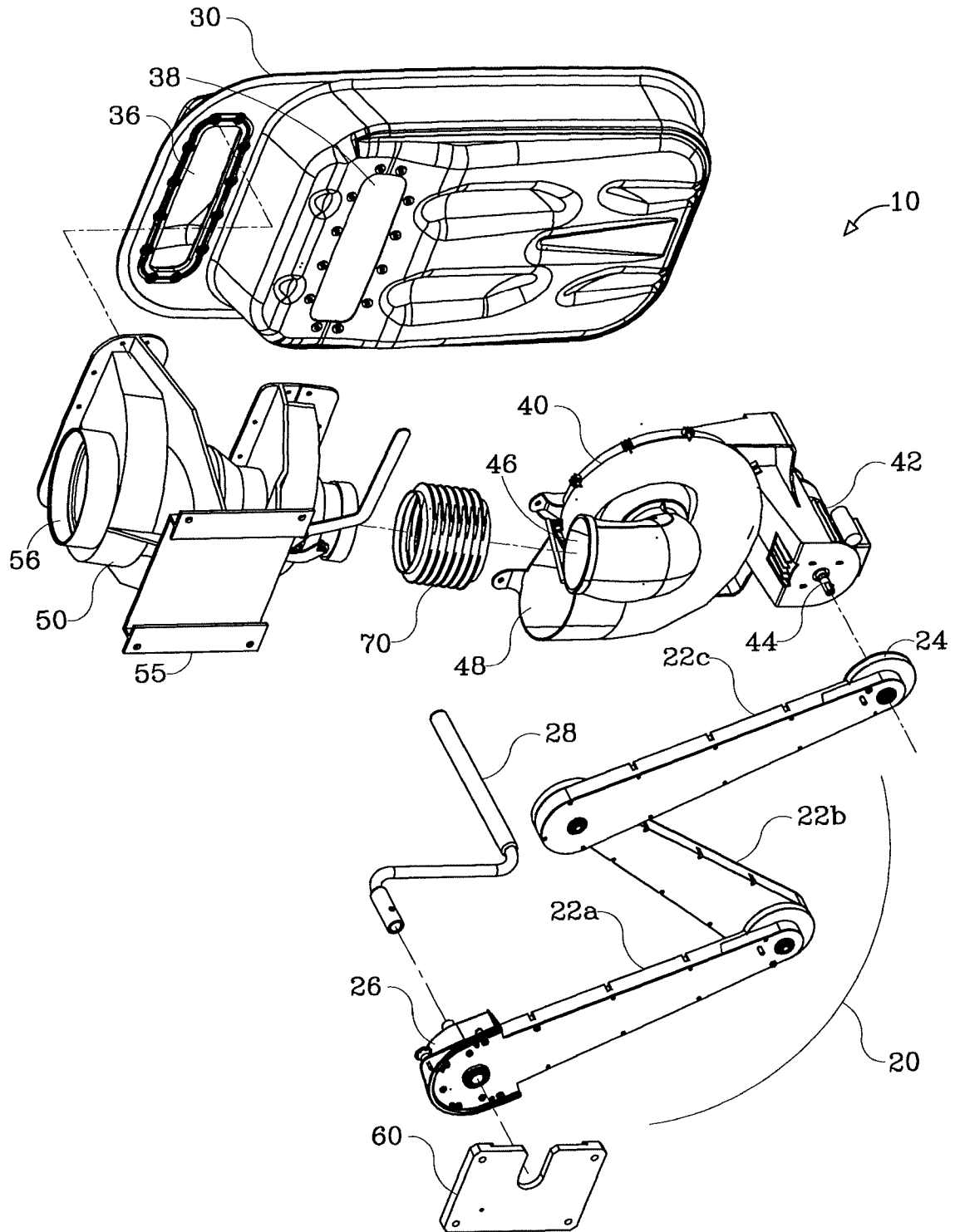


Abb. 8

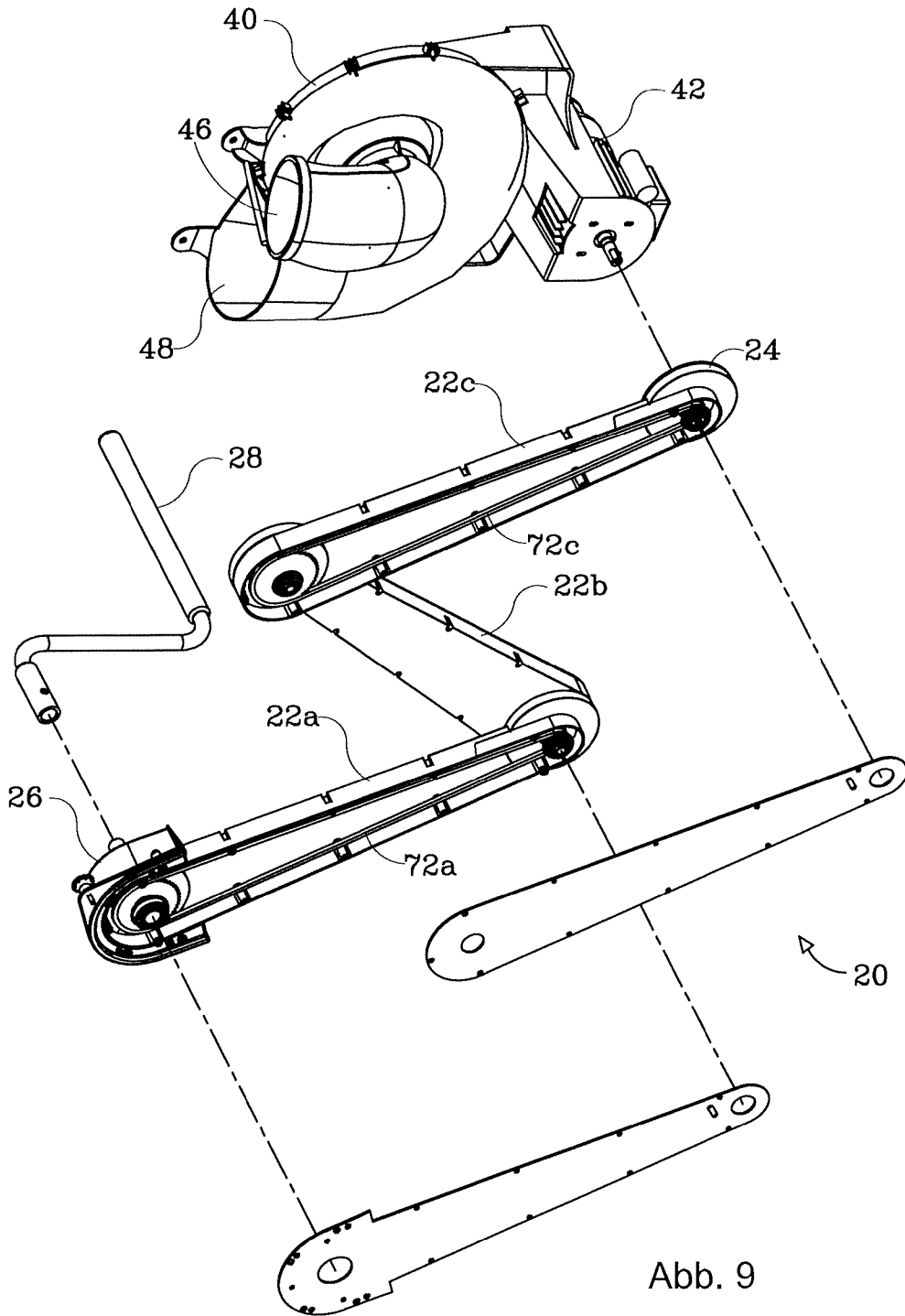


Abb. 9

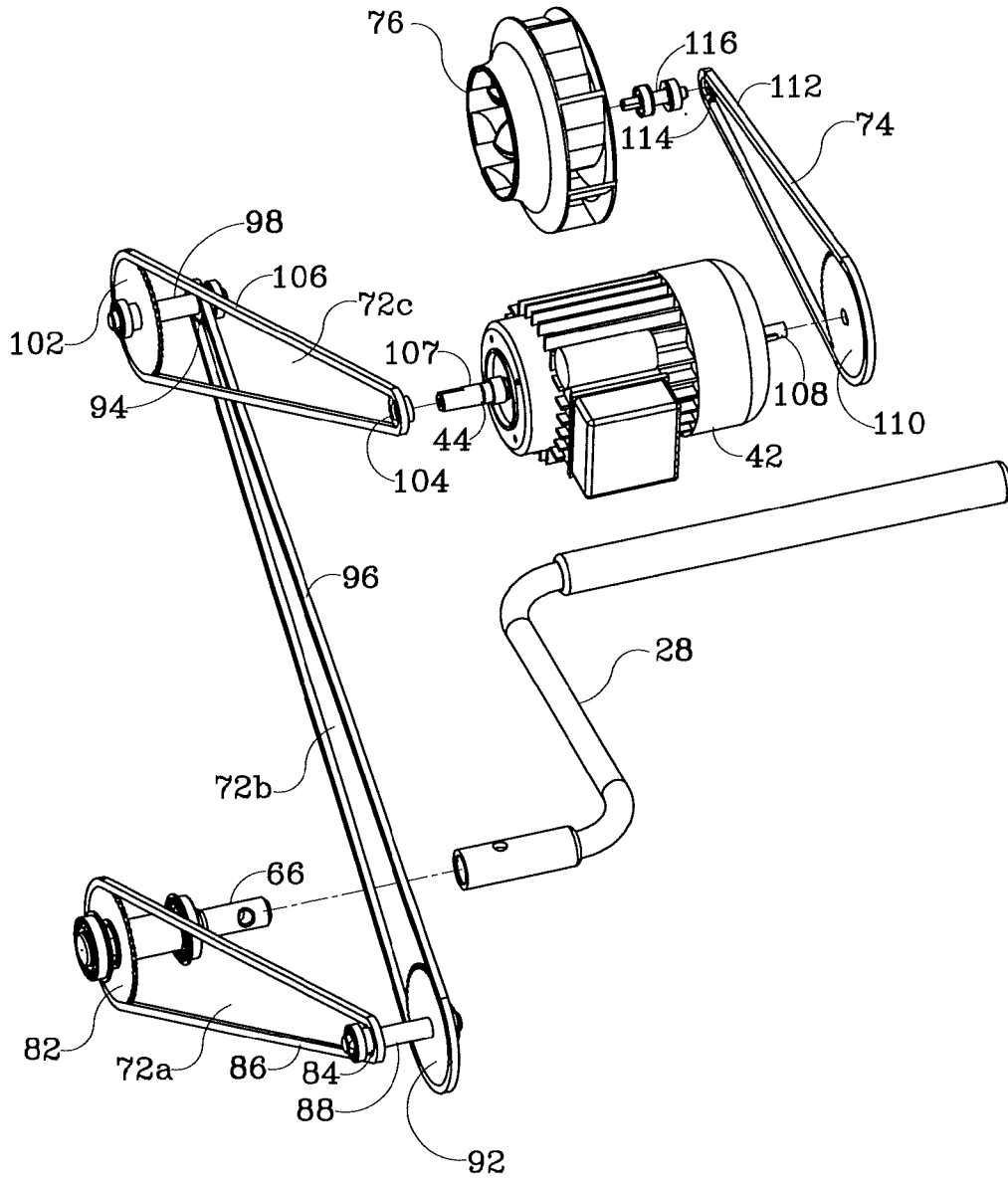
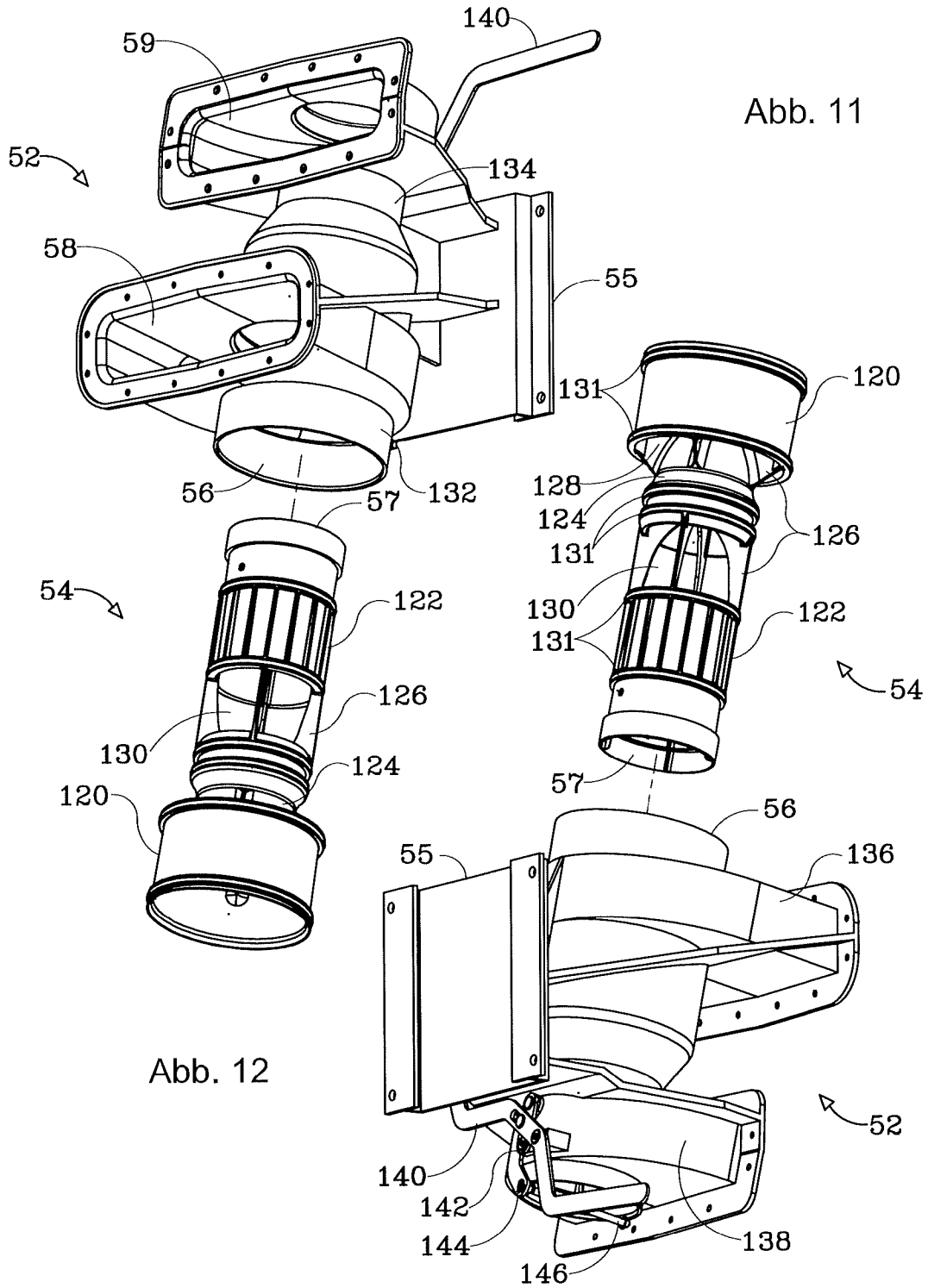


Abb. 10



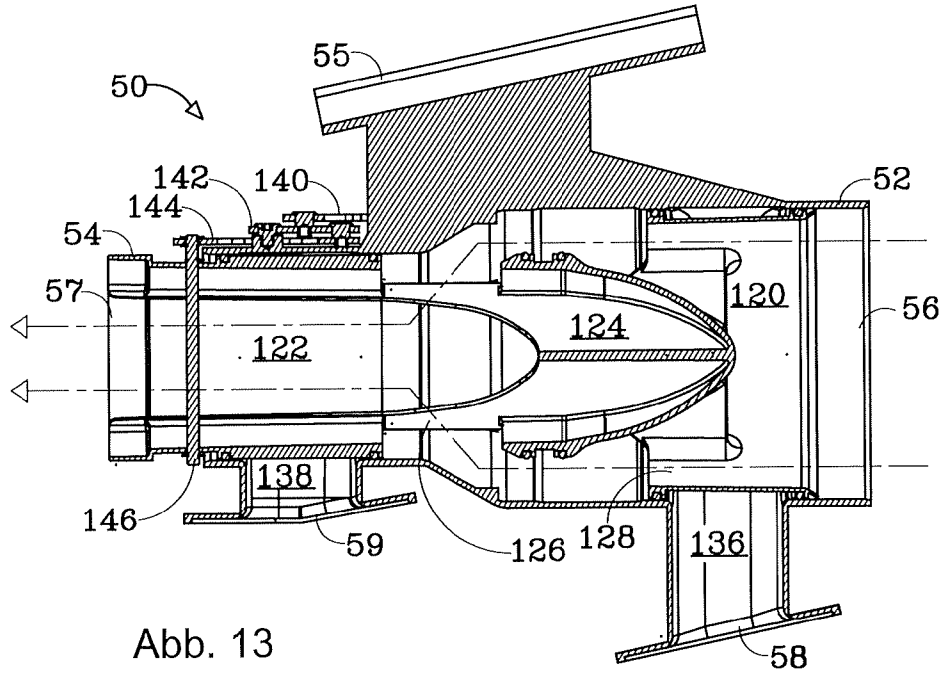


Abb. 13

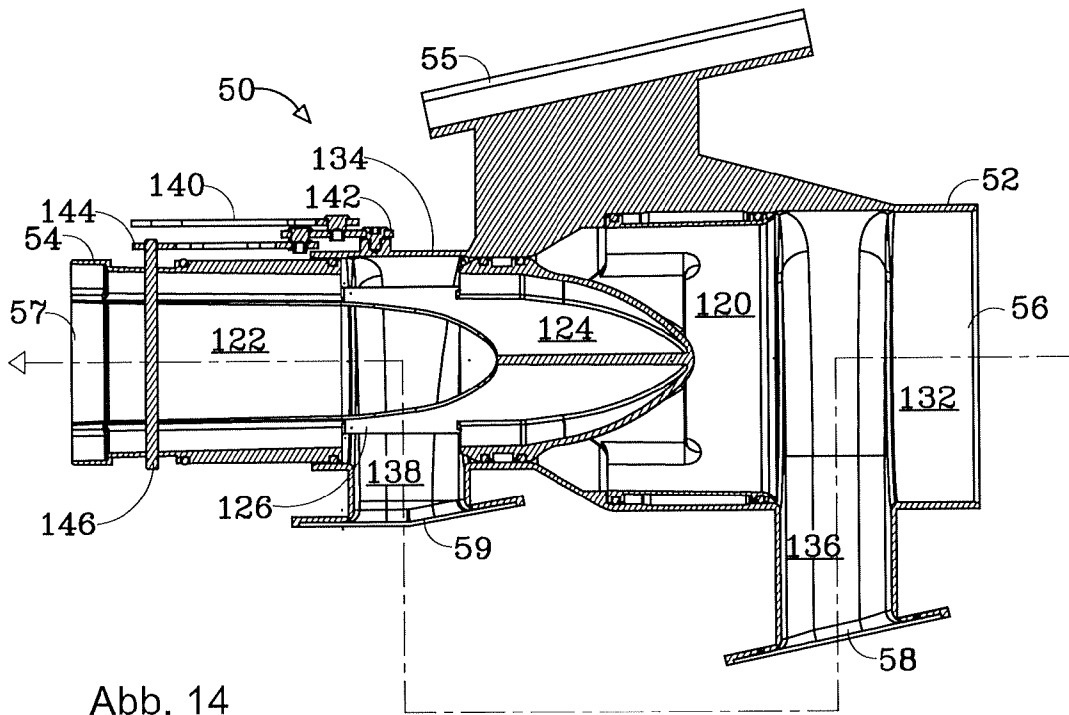


Abb. 14

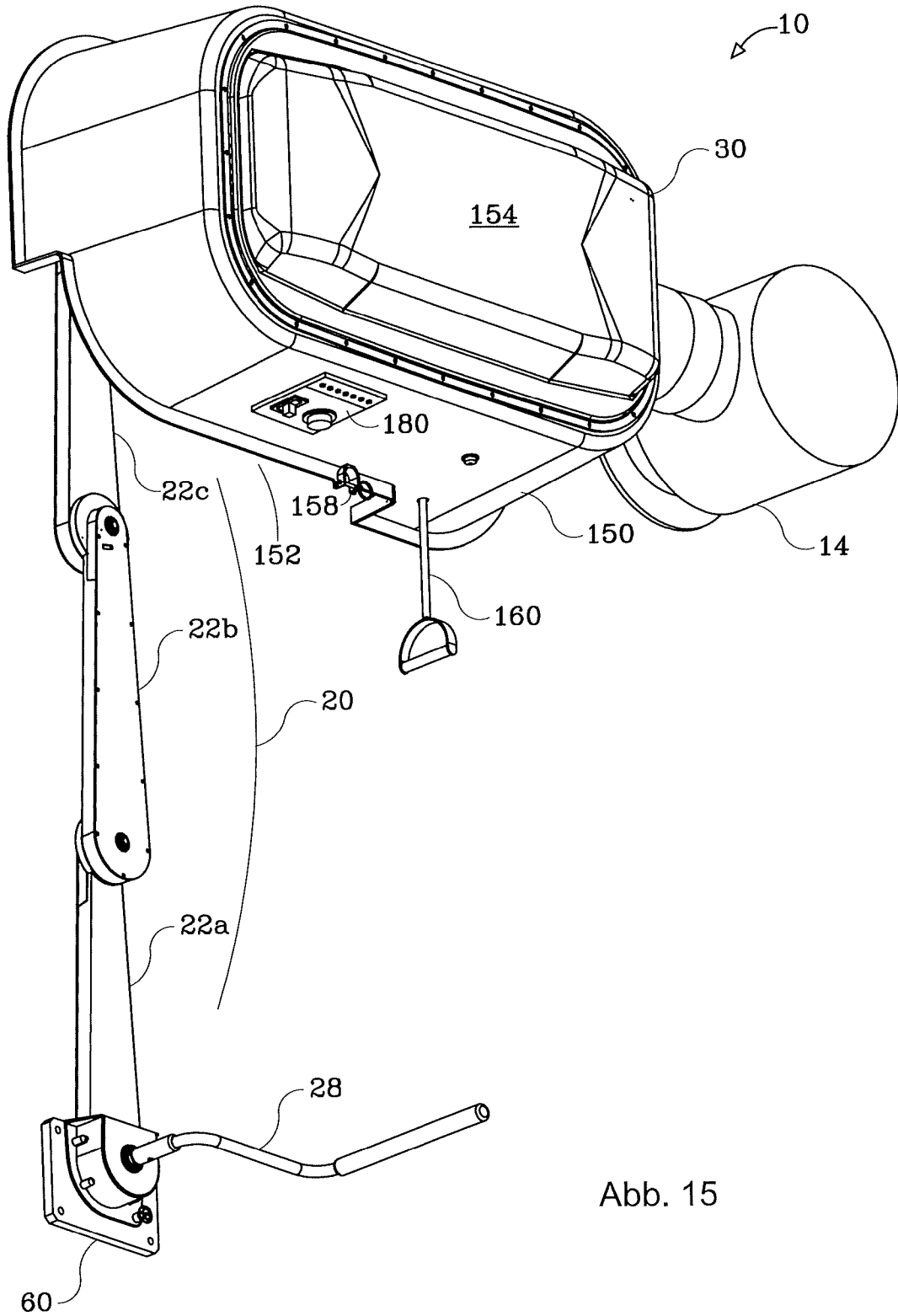


Abb. 15

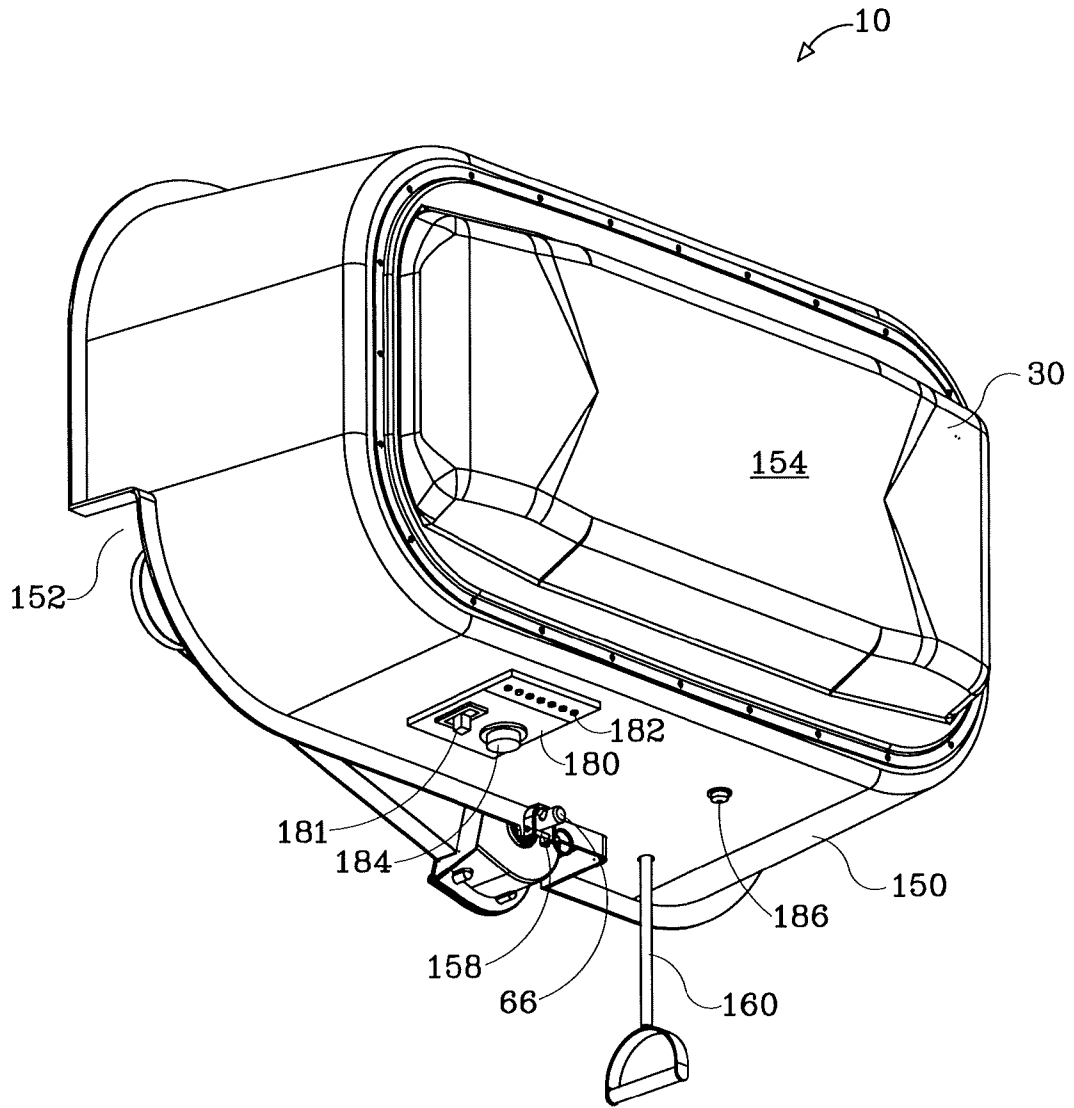


Abb. 16

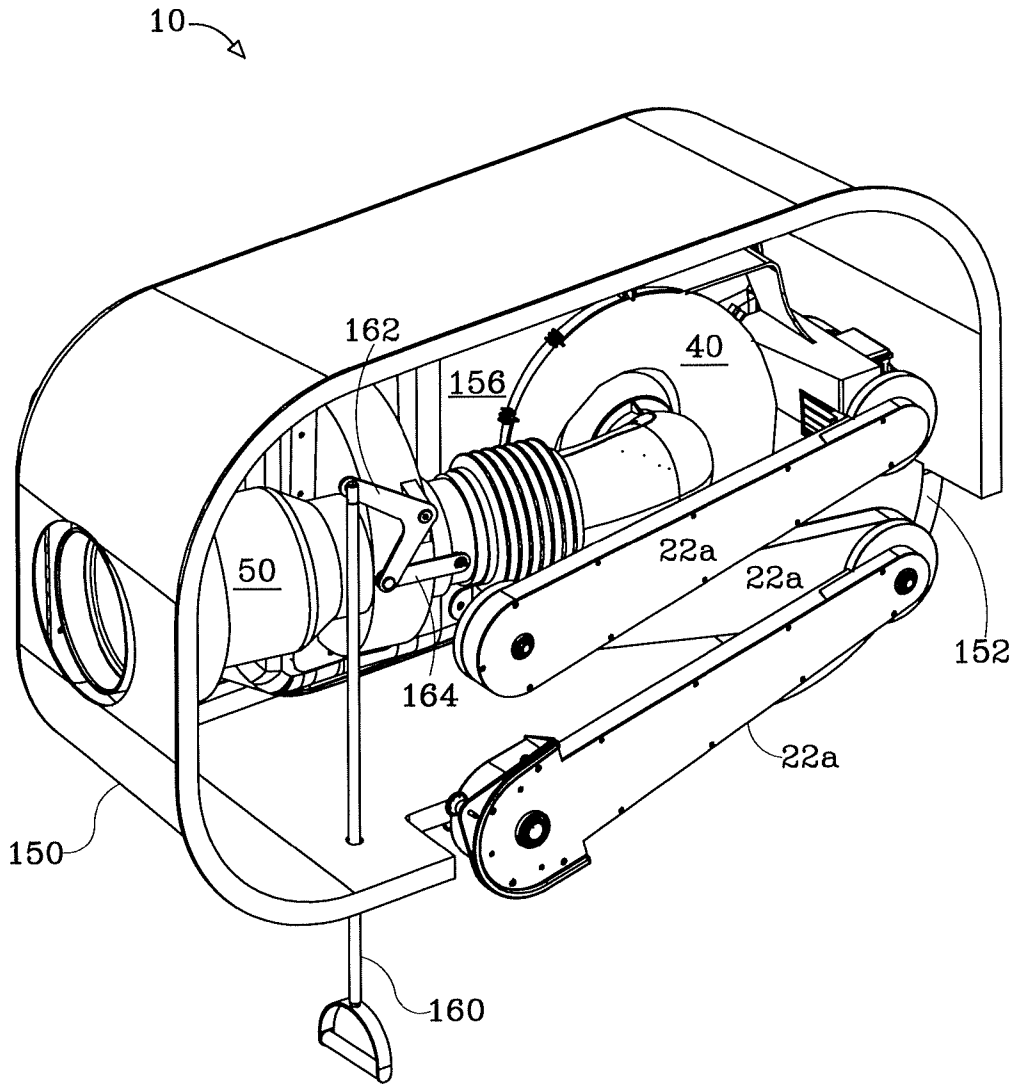


Abb. 17

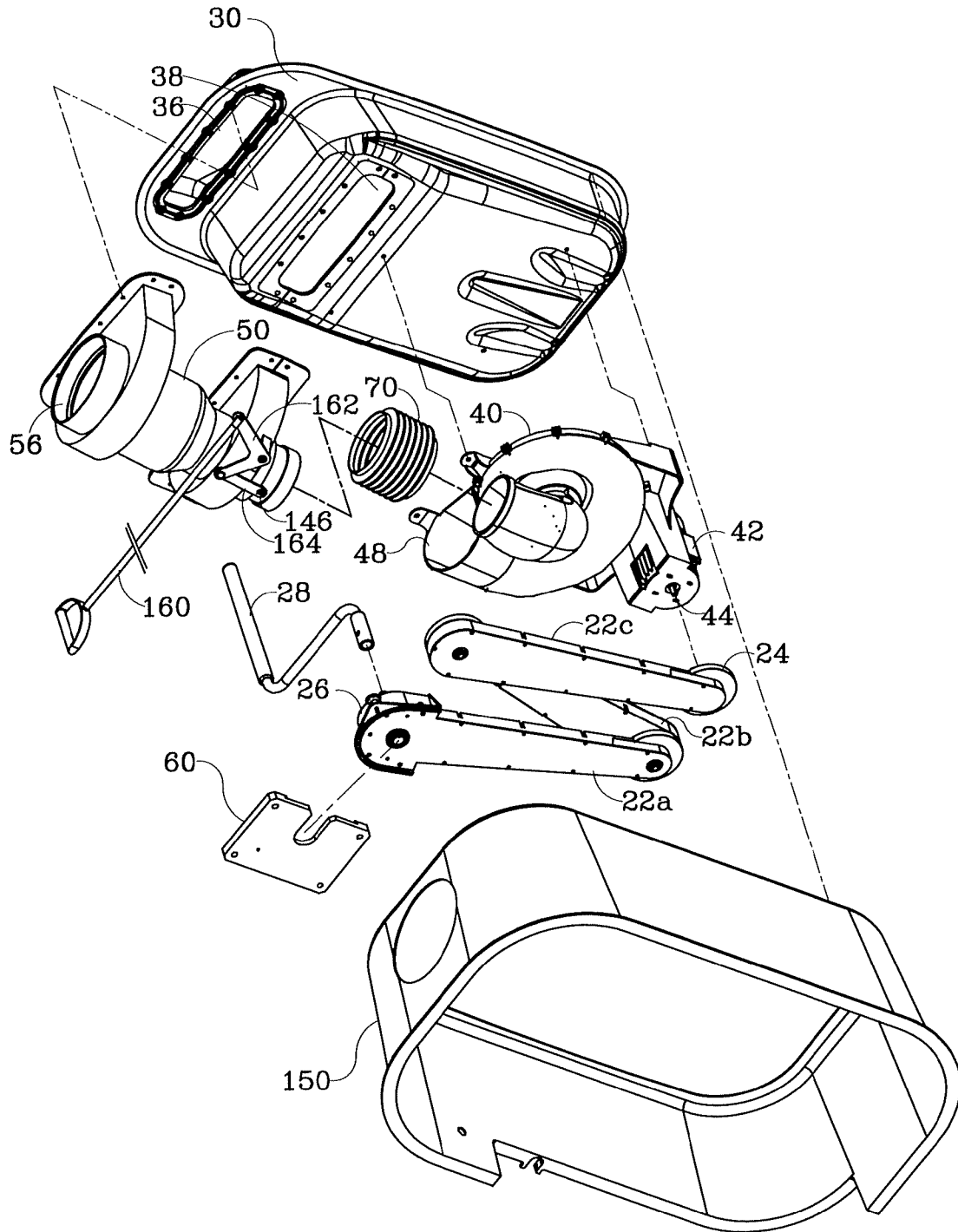


Abb. 18

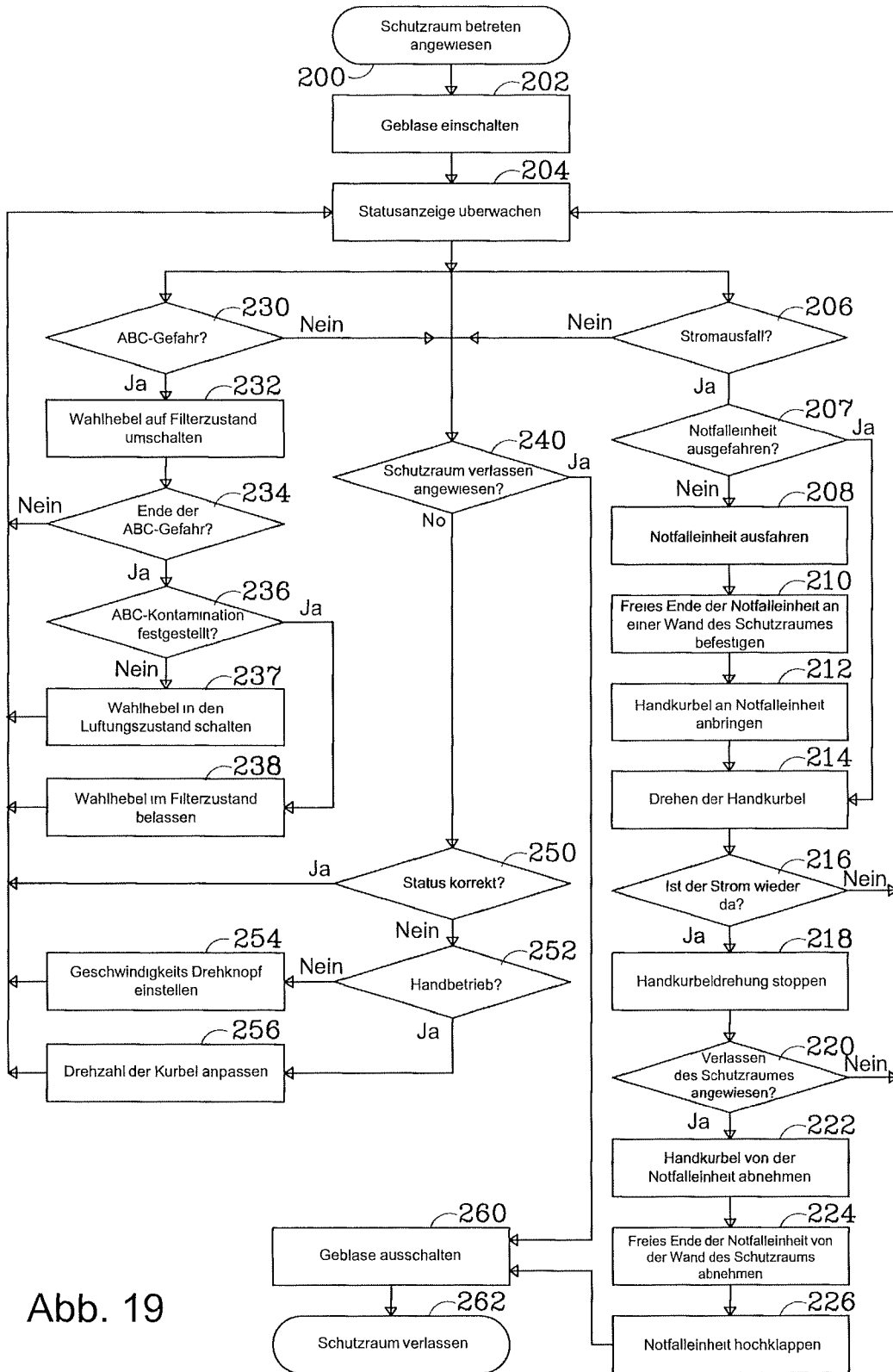


Abb. 19