



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 007 717 A1 2004.09.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 007 717.7

(22) Anmeldetag: 16.02.2004

(43) Offenlegungstag: 23.09.2004

(51) Int Cl.7: F02M 35/12

(30) Unionspriorität:
10/378767 04.03.2003 US

(71) Anmelder:
Visteon Global Technologies, Inc., Dearborn,
Mich., US

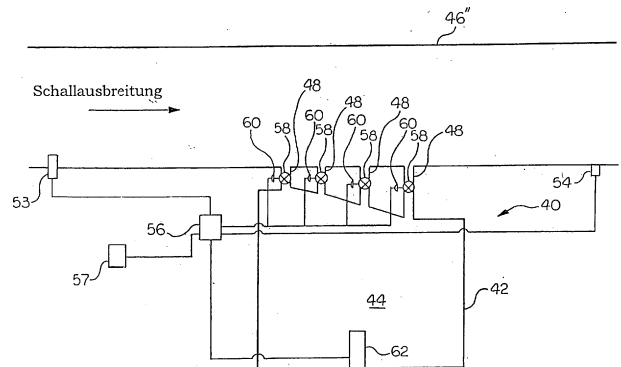
(74) Vertreter:
Bauer-Vorberg-Kayser, 50968 Köln

(72) Erfinder:
Kostun, John D., Brighton, Mich., US; Goenka,
Lakhi N., Ann Arbor, Mich., US; Moenssen, David
J., Canton, Mich., US; Shaw, Christopher E.,
Canton, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Helmholtz-Resonator**

(57) Zusammenfassung: Ein Resonator mit variabler Abstimmung hat ein Gehäuse (12, 12', 12'', 12''', 42, 42') mit einer darin ausgebildeten Kammer (20, 20', 20'', 20''', 44, 44') und mit einer Vielzahl von Halsstücken (24, 24', 24'', 24''', 48, 48'), durch die ein Fluid zwischen der Kammer (20, 20', 20'', 20''', 44, 44') und einer Luftführung (22, 22', 22'', 22''', 46, 46') kommunizieren kann. Jedes der Halsstücke (24, 24', 24'', 24''', 48, 48') hat eine unterschiedliche Hals-Länge und in jedem der Halsstücke (24, 24', 24'', 24''', 48, 48') ist ein Magnetventil (58, 58') angeordnet. Ein Sensor (29, 29', 29'', 29''', 57, 57') erfasst die Geschwindigkeit des Motors. Eine programmierbare Steuerungseinheit (28, 28', 28'', 28''', 56, 56') steuert die Magnetventile (58, 58') in Abhängigkeit von der mit dem Sensor (29, 29', 29'', 29''', 57, 57') erfassten Drehzahl des Motors. Über die Hals-Länge wird die Dämpfung einer gewünschten Frequenz eines Geräuschs in der Luftführung (22, 22', 22'', 22''', 46, 46') abgestimmt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Resonator und im Besonderen auf einen abstimmbaren Helmholtz Resonator für das Luft-Einlasssystem eines Fahrzeugs, das (als Eingangsgröße) eine Schwingung auf der Wand des Resonators herstellt, um dynamisch die Auslösch-Frequenz für zeitlich veränderliche akustische Signale einzustellen, und mindestens eines der folgenden Elemente besitzt: Steuerung des mittleren Volumens des Resonators, Steuerung der mittleren Hals-Länge des Resonators und Steuerung des mittleren Hals-Durchmessers des Resonators.

[0002] In der internen Verbrennungsmaschine eines Fahrzeugs ist es wünschenswert, ein Lufteinlass System zu entwickeln, in dem die Erzeugung von Geräusch-Energie minimiert ist. Geräusch-Energie wird erzeugt, wenn frische Luft in den Motor eingesaugt wird. Geräusch-Energie entsteht durch die in der Ansaugleitung strömende, angesaugte Luft, die ein unerwünschtes Ansaug-Geräusch erzeugt. Resonatoren verschiedenen Typs, wie zum Beispiel vom Helmholtz-Typ, werden angewandt, um das Geräusch der Luftansaugung des Motors zu reduzieren. Solche Resonatoren weisen typischerweise eine Kammer mit festem Volumen, mit einer vorgegebenen Hals-Länge und einem vorgegebenen Durchmesser des Halses auf, um das Geräusch beim Lufteinlass zu verringern.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein variables Resonatorsystem herzustellen, das die Erzeugung nicht erwünschter Geräusch, die von der angesaugten Luft verursacht sind, vermindert und akustische Signale auslöscht.

[0004] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Resonator für einen Lufteinlass mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Es wird ein System mit einem variablen Resonator angegeben, der die Erzeugung und Ausstrahlung von derjenigen Geräusch-Energie bekämpft, die durch die angesaugte Luft erzeugt wird, und das akustische Signale auslöscht.

[0005] Das kontinuierlich variable Resonatorsystem weist auf

- ein Gehäuse mit einer darin ausgebildeten Kammer und mit einem Halsstück, das für Fluide eine Verbindung zwischen der Kammer und einer Luftführung zur Verfügung stellt;
- einen Sensor für die Geschwindigkeit des Motors, der ausgelegt ist, die Geschwindigkeit des zugehörigen Motors sensorisch zu erfassen;
- Einrichtungen zur Steuerung mindestens eines der folgenden Elemente: des Volumens der Kammer, einer Länge des Halsstücks, und eines Durchmessers des Halsstücks, diese Einrichtungen zur Steuerung sind mit dem Sensor verbunden, die Einrichtungen zur Steuerung mindestens eines der folgenden Elemente: des Volumens der Kammer, einer Länge des Halsstücks, und eines Durchmessers des Halsstücks erfassten Ge-

schwindigkeit arbeiten in Abhängigkeit von der vom Sensor erfassten Geschwindigkeit, und wobei die Steuerung von mindestens einem der Elemente Volumen der Kammer, Länge des Halsstückes und Durchmesser des Halsstückes die Dämpfung mindestens einer ersten gewünschten Frequenz des Geräusches der Luftführung erleichtert;

- einen Geräuschsensor, der innerhalb der Luftführung angeordnet ist,
- einen Antrieb zur Erzeugung von vibrierenden Bewegungen, der in der Kammer des Gehäuses angeordnet ist, wobei der Antrieb Schwingungen als eine Eingangsgröße (in die Kammer) in Abhängigkeit von dem vom Geräuschsensor erfassten Schallpegeln erzeugt und wobei diese Eingangsgröße eine zweite gewünschte Frequenz des Geräusches in der Luftführung auslöscht.

[0006] Die oben genannten und auch andere Merkmale, Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden auch aus der nun folgenden detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungen der vorliegenden Erfindung verständlich. Dabei wird Bezug auf die begleitende Zeichnung genommen, in dieser zeigt:

[0007] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer ersten Ausführung eines Resonators, wobei der Resonator Einrichtungen aufweist, um das mittlere Volumen des Resonators kontinuierlich zu variieren, und Einrichtungen zur Erzeugung einer Eingangsgröße in Form von Schwingungen hat, um dynamisch die Lös-Frequenz für akustische Signale einzustellen;

[0008] **Fig. 2** eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführung eines Resonators, wobei der Resonator Einrichtungen aufweist, um das mittlere Volumen des Resonators kontinuierlich zu variieren, und weiterhin Einrichtungen hat, um die mittleren Hals-Länge des Resonators kontinuierlich zu variieren, und schließlich Einrichtungen zur Erzeugung einer Eingangsgröße in Form von Schwingungen aufweist, um dynamisch die Lös-Frequenz für akustische Signale einzustellen;

[0009] **Fig. 3** eine schematische Darstellung einer dritten Ausführung eines Resonators, wobei der Resonator Einrichtungen aufweist, um das mittlere Volumen des Resonators kontinuierlich zu variieren, und weiterhin Einrichtungen hat, um den mittleren Hals-Durchmesser des Resonators kontinuierlich zu variieren, und schließlich Einrichtungen zur Erzeugung einer Eingangsgröße in Form von Schwingungen aufweist, um dynamisch die Lös-Frequenz für akustische Signale einzustellen;

[0010] **Fig. 4** eine schematische Darstellung einer vierten Ausführung eines Resonators, wobei der Resonator Einrichtungen aufweist, um das mittlere Volumen des Resonators kontinuierlich zu variieren, weiterhin Einrichtungen hat, um den mittleren Hals-Durchmesser des Resonators kontinuierlich zu variieren, und zudem Einrichtungen hat, um die mitt-

leren Hals-Länge des Resonators kontinuierlich zu variieren, und schließlich Einrichtungen zur Erzeugung einer Eingangsgröße in Form von Schwingungen aufweist, um dynamisch die Lösch-Frequenz für akustische Signale einzustellen;

[0011] **Fig. 5** eine schematische Darstellung einer fünften Ausführung eines Resonators, wobei der Resonator Einrichtungen zur Einstellung aufweist, einschließlich einer Vielzahl von Halsstücken mit unterschiedlichen Längen und Ventilen, die darin angeordnet sind, und Einrichtungen zur Erzeugung einer Eingangsgröße in Form von Schwingungen, um dynamisch die Lösch-Frequenz für akustische Signale einzustellen;

[0012] **Fig. 6** eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführung eines Resonators, wobei der Resonator Einrichtungen zur Einstellung aufweist, einschließlich einer Vielzahl von Halsstücken mit unterschiedlichen Längen und Ventilen die darin angeordnet sind, zudem Einrichtungen hat, um das mittlere Volumen des Resonators kontinuierlich zu variieren, und schließlich Einrichtungen zur Erzeugung einer Eingangsgröße in Form von Schwingungen aufweist, um dynamisch die Lösch-Frequenz für akustische Signale einzustellen;

[0013] Mit Bezug auf die Zeichnung und insbesondere auf **Fig. 1** wird ganz allgemein mit **10** ein Resonatorsystem für Luft dargestellt, das die Leistungen der Erfindung verkörpert. In der gezeigten Ausführung wird ein Resonator vom Helmholtz-Typ verwendet. Dies ist so zu verstehen, dass auch andere Typen von Resonatoren verwendet werden könnten, ohne den Geltungsumfang und Geist der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das Resonatorsystem für Luft **10** weist einen Zylinder oder Gehäuse **12** auf. Ein hin- und hergehender Kolben **14** ist im Gehäuse **12** angeordnet. Er schließt ein Volumen ab. Eine Kolbenstange **16** ist am Kolben **14** befestigt und ist mit einer Lagesteuerung **18** wirkungsverbunden, die es erlaubt, die Position des Kolbens **14** innerhalb des Gehäuses **12** zu variieren. Das Gehäuse **12** und der Kolben **14** arbeiten zusammen und stellen eine Resonator-kammer mit variablem Volumen **20** dar. Die Kammer **20** kommuniziert mit einer Luftführung **22** durch einen halsförmigen Abschnitt **24**, im folgenden Halsstück genannt. Die Luftführung **22** steht mit dem Lufteinlasssystem (Luft-Ansaugsystem) des Fahrzeugs (nicht dargestellt) in Verbindung.

[0014] Ein erster Geräuschsensor **25** ist fest mit der Luftführung **22** verbunden, in Strömungsrichtung gesehen vor dem Resonatorsystem **10**. Ein zweiter Geräuschsensor **26** ist mit der Luftführung **22**, in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Resonatorsystem **10**, verbunden. Jeder beliebige konventionelle Geräuschsensor **25**, **26** kann verwendet werden, wie zum Beispiel ein Mikrofon. Der erste Geräuschsensor **25** und der zweite Geräuschsensor **26** stehen in Verbindung mit einem programmierbaren Steuerungsmodul (PCM) **28**. Ein Sensor für die Geschwindigkeit des Motors **29** (der Motor ist nicht dargestellt)

steht mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28** in Verbindung. Das programmierbare Steuerungsmodul **28** steht in Verbindung mit der Lagesteuerung **18** und steuert diese. Ein Antrieb **30** zur Erzeugung einer Schwingung (der Luft) ist innerhalb der Kammer **20** angeordnet und steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28** und wird von diesem angesteuert. Als ein solcher Antrieb **30** kann zum Beispiel ein Lautsprecher für Audioanwendungen oder ein keramischer Antrieb mit einer vibrierenden Membran verwendet werden.

[0015] Im Betrieb dämpft das Resonatorsystem für Luft **10** Geräusche mit variierenden Frequenzen. Luft fließt in der Luftführung **22** zum Motor, dabei entsteht Geräusch-Energie oder Lärm im Motor und strömt vom Motor entgegen dem Luftstrom in die Atmosphäre. Alternativ kann dies auch so verstanden werden, dass das Resonatorsystem für Luft **10** in einem Abgas-System verwendet wird, und dabei der Luftfluss und der Geräuschfluss in die gleiche Richtung gehen, oder anders gesagt vom Motor weg. Die Geräusche treten in das Resonatorsystem für Luft **10** durch den halsförmigen Abschnitt **24** ein und wandern dann in die Kammer. Das Resonatorsystem **10** kann so eingestellt werden, dass es verschiedene Frequenzen der Geräusche dämpft, indem ein oder mehrere der Parameter Durchmesser des Halses **24**, Länge des Halses **24**, und Volumen der Kammer **20** variiert werden. Diese sind als die hauptsächlich bestimmenden Eigenschaften des Resonators bekannt. In der Ausführung, die in **Fig. 1** gezeigt ist, wird das Resonatorsystem **10** für Luft durch Veränderung des Volumens der Kammer **20** eingestellt, indem die Position des Kolbens **14** innerhalb der Kammer **20** variiert wird. Der erste Geräuschsensor **25** erfasst den Geräuschpegel innerhalb der Luftführung **22**. Die erfassten Werte werden vom programmierbaren Steuerungsmodul **28** übernommen. Auf Basis der erfassten Werte des Geräuschs veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28** den Antrieb **30**, ein Schwingungssignal in der Kammer **20** zu erzeugen, oder eine dynamische Eigenschaft des Resonators einzustellen, und dadurch zu verhindern, dass sich das Geräusch weiter in Richtung des Luft-Einlasses und in die Atmosphäre ausbreitet. Die vom Antrieb **30** abgegebene Luft-Schwingung ist einstellbar und ermöglicht deswegen die dynamische Anpassung der Dämpfungsfrequenz. Wenn die erfasste Frequenz des Geräuschs sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28**, dass der Antrieb **30** eine andere Schwingungs-Frequenz abgibt, entsprechend dem sensorisch erfassten Geräusch. Der zweite Geräuschsensor **26** dient als Sensor für das Fehlersignal in Strömungsrichtung abwärts vom Antrieb **30**. Der zweite Geräuschsensor **26** erfasst das Maß des Geräuschs und sendet ein Signal an das programmierbare Steuerungsmodul **28**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28** misst die Differenz zwischen dem am Ausgang erfassten Geräusch und einem Zielwert und ermöglicht es deswegen,

dass die vom Antrieb **30** erzeugte Schwingung verfeinert angepasst wird. Bei der Positionierung des zweiten Geräuschsensors **26** ist Sorgfalt erforderlich, um zu vermeiden, dass dieser sich in einem Knotenpunkt der Schallwellen befindet. Dies würde dazu führen, dass die Messung fälschlicherweise ergibt, dass das Geräusch gedämpft worden ist.

[0016] Zusätzlich wird die Geschwindigkeit des Motors (seine Drehzahl) mit Hilfe des Sensors für die Geschwindigkeit des Motors **29** sensorisch erfasst. Das Signal wird vom programmierbaren Steuerungsmodul **28** zugeführt. Die gewünschte Position des Kolbens **14** wird vorgegeben für ansteigende Bereiche (Intervalle) des Messwerts für die Geschwindigkeit des Motors und in einer Tabelle im programmierbaren Steuerungsmodul **28** abgelegt. Auf diese Weise wird bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Motors die gewünschte Ausgangsgröße durch Zielwertsuche in einer Tabelle des programmierbaren Steuerungsmoduls **28** ermittelt. Abhängig von der sensorisch erfassten Geschwindigkeit des Motors bewegt die Lagesteuerung **18** den Kolben **14** in die gewünschte Position, so dass das Geräusch gedämpft wird. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, bewegt das programmierbare Steuerungsmodul **28** den Kolben **14** in eine neue gewünschte Position, so dass das Geräusch gedämpft wird.

[0017] Die Kombination der Variation von sowohl dem Mittelwert als auch den dynamischen Eigenschaften des Resonatorsystems **10** bietet ein breites Spektrum von Möglichkeiten, das Resonatorsystem **10** auf eine gewünschte Frequenz des Geräuschs und auf die Dämpfung der akustische Signale oder Geräusche im Luft-Ansaugsystem des Fahrzeugs anzupassen.

[0018] Mit Bezug auf **Fig. 2** wird ganz allgemein mit **10'** ein Resonatorsystem für Luft dargestellt, das eine zweite Ausführung der Erfindung verkörpert. In der gezeigten Ausführung wird ein Resonator vom Helmholtz-Typ verwendet. Dies ist so zu verstehen, dass auch andere Typen von Resonatoren verwendet werden könnten, ohne den Geltungsumfang und Geist der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das Resonatorsystem für Luft **10'** hat einen Zylinder bzw. ein Gehäuse **12'**. Ein Kolben **14'** ist im Gehäuse **12'** angeordnet und kann sich hin- und herbewegen. Eine Stange **16'** ist am Kolben **14'** befestigt und operativ verbunden mit einer Lagesteuerung **18'**, die es erlaubt, die Position des Kolbens **14'** innerhalb des Gehäuses **12'** zu variieren. Das Gehäuse **12'** und der Kolben **14'** arbeiten zusammen und stellen eine Resonator-kammer mit variablem Volumen **20'** dar. Die Kammer **20'** kommuniziert mit einer Luftführung **22'** durch einen halsförmigen Abschnitt bzw. Halsstück **24'**. Die Länge des Halsstücks **24'** ist einstellbar. In der gezeigten Ausführung ist ein flexibles Halsstück **24'** dargestellt. Allerdings kann auch ein Halsstück **24'**, das sich nach Art eines Teleskops verlängern kann, verwendet werden, ohne vom Geltungsumfang

und Geist der Erfindung abzugehen. Die Luftführung **22'** steht in Verbindung mit dem Lufteinlasssystem (Luft-Ansaugsystem) des Fahrzeugs (nicht dargestellt).

[0019] Ein erster Geräuschsensor **25'** ist fest verbunden mit der Luftführung **22'**, in Strömungsrichtung gesehen vor dem Resonatorsystem **10'**. Ein zweiter Geräuschsensor **26'** ist verbunden mit der Luftführung **22'**, in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Resonatorsystem **10'**. Jeder beliebige konventionelle Geräuschsensor **25'**, **26'** kann verwendet werden, wie zum Beispiel ein Mikrofon. Der erste Geräuschsensor **25'** und der zweite Geräuschsensor **26'** stehen in Verbindung mit einem programmierbaren Steuerungsmodul (PCM) **28'**. Ein Sensor für die Geschwindigkeit des Motors **29'** (der Motor ist nicht dargestellt) steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28'**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'** steht in Verbindung mit der Lagesteuerung **18'** und steuert diese. Ein Antrieb **30'** zur Erzeugung einer Schwingung (in der Luft) ist innerhalb der Kammer **20'** angeordnet, er steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28'** und wird von diesem gesteuert. Als ein solcher Antrieb **30'** kann zum Beispiel ein Lautsprecher für Audioanwendungen oder ein keramischer Antrieb mit einer vibrierenden Membran verwendet werden. Eine zweite Lagesteuerung **32'** ist mit dem Resonatorsystem **10'** verbunden. Es variiert die Länge des Halsstückes **24'**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'** steht in Verbindung mit der zweiten Lagesteuerung **32'** und steuert diese.

[0020] Im Betrieb dämpft das Resonatorsystem für Luft **10'** Geräusche variierender Frequenzen. Luft fließt in der Luftführung **22'** zum Motor, dabei entsteht Geräusch-Energie oder Lärm im Motor und fließt vom Motor entgegen dem Luftstrom in die Atmosphäre. Alternativ kann dies auch so verstanden werden, dass das Resonatorsystem für Luft **10'** in einem Abgas-System eingesetzt wird, dabei gehen dann der Luftfluss und der Geräuschfluss in die gleiche Richtung, oder anders gesagt vom Motor weg. Die Geräusche treten in das Resonatorsystem für Luft **10'** ein durch den halsförmigen Abschnitt **24'** (Halsstück) und wandern dann in die Kammer **20'**. In der Ausführung, die in **Fig. 2** gezeigt ist, kann das Resonatorsystem **10'** dadurch fein abgestimmt werden, dass man das Volumen der Kammer **20'** verändert, indem man entweder die Position des Kolbens **14'** innerhalb der Kammer **20'** verändert oder die Länge des Halsstückes **24'** verändert, oder beides von diesen.

[0021] Der erste Geräuschsensor **25'** erfasst die Stärke des Geräuschs innerhalb der Luftführung **22'**. Die erfassten Werte werden vom programmierbaren Steuerungsmodul **28'** übernommen. Auf Basis der erfassten Werte des Geräuschs veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28'** den Antrieb **30'**, ein Schwingungssignal in der Kammer **20'** zu erzeugen, oder eine dynamische Eigenschaft des Resonators einzustellen, und dadurch zu verhindern, dass

sich das Geräusch weiter in Richtung des Luft-Einlasses und in die Atmosphäre ausbreitet. Die vom Antrieb **30'** abgegebene Luft-Schwingung ist einstellbar und ermöglicht deswegen die dynamische Anpassung der Dämpfungs-Frequenz. Wenn die erfasste Frequenz des Geräuschs sich ändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28'**, dass der Antrieb **30'** eine andere Schwingungs-Frequenz abgibt, entsprechend dem sensorisch erfassten Geräusch. Der zweite Geräuschsensor **26'** dient als Sensor für das Fehlersignal in Strömungsrichtung abwärts vom Antrieb **30'**. Der zweite Geräuschsensor **26'** erfasst die Größe des Geräuschs und sendet ein Signal an das programmierbare Steuerungsmodul **28'**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'** misst die Differenz zwischen dem am Ausgang erfassten Geräusch und einem Zielwert und ermöglicht deswegen, dass die vom Antrieb **30'** erzeugte Schwingung verfeinert angepasst wird. Bei der Positionierung des zweiten Geräuschsensors **26'** ist Sorgfalt erforderlich, um zu vermeiden, dass dieser sich in einem Knotenpunkt der Schallwellen befindet. Dies würde dazu führen, dass die Messung fälschlicherweise anzeigt, dass das Geräusch gedämpft worden ist.

[0022] Zusätzlich wird die Geschwindigkeit des Motors sensorisch erfasst mit Hilfe des Sensors für die Geschwindigkeit des Motors **29'**. Das Signal wird empfangen vom programmierbaren Steuerungsmodul **28'**. Die gewünschte Position des Kolbens **14'** und die gewünschte Länge des Halsstückes **24'** ist vorgegeben für ansteigende Bereiche (Intervalle) des Messwerts der Geschwindigkeit des Motors und in einer Tabelle im programmierbaren Steuerungsmodul **28'** abgelegt. Auf diese Weise wird bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Motors die gewünschte Ausgangsgröße durch Suche in einer Tabelle des programmierbaren Steuerungsmoduls **28'** ermittelt. Abhängig von der sensorisch erfassten Geschwindigkeit des Motors bewegt die Lagesteuerung **18'** den Kolben **14'** in die gewünschte Position, so dass das Geräusch gedämpft wird. Alternativ wird der zweite Antrieb **32'** veranlasst, die Länge des Halses **24'** zu verändern, um wie gewünscht das Geräusch zu dämpfen. Wenn es gewünscht ist, können sowohl das Volumen der Kammer **20'** als auch die Länge des Halses **24'** gleichzeitig verändert werden, um das Resonatorsystem **10'** fein einzustellen, so dass es eine gewünschte Frequenz des Geräuschs dämpft. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich ändert, bewegt das programmierbare Steuerungsmodul **28'** den Kolben **14'** in eine neue gewünschte Position oder es veranlasst, dass die Länge des Halses **24'** so verändert wird, dass das Geräusch gedämpft wird.

[0023] Die Kombination der Variation von sowohl dem Mittelwert als auch den dynamischen Eigenschaften des Resonatorsystems **10'** bietet ein breites Spektrum von Möglichkeiten, das Resonatorsystem **10'** auf eine gewünschte Frequenz des Geräuschs und auf die Dämpfung der akustische Signale oder

Geräusche im Luft-Ansaugsystem des Fahrzeugs anzupassen.

[0024] Mit Bezug auf **Fig. 3** wird ganz allgemein mit **10''** ein Resonatorsystem für Luft dargestellt, das eine dritte Ausführung der Erfindung verkörpert. In der gezeigten Ausführung wird ein Resonator vom Helmholtz-Typ verwendet. Dieses so zu verstehen, dass auch andere Typen von Resonatoren verwendet werden könnten, ohne den Geltungsumfang und Geist der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das Resonatorsystem für Luft **10''** enthält einen Zylinder bzw. ein Gehäuse **12''**. Ein Kolben **14''** ist hin- und hergehend im Gehäuse **12''** angeordnet. Eine Stange **16''** ist am Kolben **14''** befestigt und operativ verbunden mit einer Lagesteuerung **18''**, die es erlaubt, die Position des Kolbens **14''** innerhalb des Gehäuses **12''** zu variieren. Das Gehäuse **12''** und der Kolben **14''** arbeiten zusammen und stellen eine Resonator-kammer mit variablem Volumen **20''** dar. Die Kammer **20''** kommuniziert mit einer Luftführung **22''** durch ein Halsstück bzw. einen halsförmigen Abschnitt **24''**. Der Durchmesser des Halsstücks **24''** ist einstellbar. In der gezeigten Ausführung ist ein Halsstück **24''** dargestellt, bei dem lediglich ein Teil des Hals-Durchmessers einstellbar ist. Allerdings kann auch ein Halsstück **24''** verwendet werden, bei dem sich der Durchmesser über die gesamte Länge variieren lässt, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Um das Resonatorsystem **10''** abzustimmen, ist die Veränderung von lediglich einem Teil des Halsstücks **24''** ausreichend. Die Luftführung **22''** steht in Verbindung mit dem Lufteinlasssystem (Luft-Ansaugsystem) des Fahrzeugs (nicht dargestellt).

[0025] Ein erster Geräuschsensor **25''** ist fest mit der Luftführung **22''** verbunden, in Strömungsrichtung gesehen vor dem Resonatorsystem **10''**. Ein zweiter Geräuschsensor **26''** ist mit der Luftführung **22''** verbunden, in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Resonatorsystem **10''**. Jeder beliebige konventionelle Geräuschsensor **25''**, **26''** kann verwendet werden, wie zum Beispiel ein Mikrofon. Der erste Geräuschsensor **25''** und der zweite Geräuschsensor **26''** stehen in Verbindung mit einem programmierbaren Steuerungsmodul (PCM) **28''**. Ein Sensor für die Geschwindigkeit des Motors **29''** (der Motor ist nicht dargestellt) steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28''**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28''** steht in Verbindung mit der Lagesteuerung **18''** und steuert diese. Ein Antrieb **30''** zur Erzeugung einer Schwingung (in der Luft) ist innerhalb der Kammer **20''** angeordnet, und er steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28''** und wird von diesem gesteuert. Als ein solcher Antrieb **30''** kann zum Beispiel ein Lautsprecher für Audioanwendungen oder ein keramischer Antrieb mit einer vibrierenden Membran verwendet werden. Eine dritte Lagesteuerung **34''** ist mit dem Hals **24''** des Resonatorsystems **10''** verbunden, so dass er den Durchmesser des Halses **24''** va-

riert. Das programmierbare Steuerungsmodul **28''** steht in Verbindung mit der dritten Lagesteuerung **34''** und steuert diese.

[0026] Im Betrieb dämpft das Resonatorsystem **10''** für Luft Geräusche variierender Frequenzen. Luft fließt in der Luftführung **22''** zum Motor, und dabei entsteht Geräusch-Energie oder Lärm im Motor und fließt vom Motor entgegen dem Luftstrom in die Atmosphäre. Alternativ kann dies auch so verstanden werden, dass das Resonatorsystem für Luft **10''** in einem Abgas-System verwendet wird, und dabei der Luftfluss und der Geräuschfluss in die gleiche Richtung gehen, oder anders gesagt vom Motor weg. Die Geräusche treten in das Resonatorsystem für Luft **10''** ein durch den halsförmigen Abschnitt **24''** und wandern dann in die Kammer **20''**. In der Ausführung, die in **Fig. 3** gezeigt ist, kann das Resonatorsystem **10''** dadurch fein eingestellt werden, dass man das Volumen der Kammer **20''** verändert, indem man entweder die Position des Kolbens **14''** innerhalb der Kammer **20''** verändert oder den Durchmesser des Halses **24''** verändert, oder beides von diesen.

[0027] Der erste Geräuschsensor **25''** erfasst die Stärke des Geräuschs innerhalb der Luftführung **22''**. Die erfasste Stärke wird vom programmierbaren Steuerungsmodul **28''** übernommen. Auf Basis der erfassten Stärke des Geräuschs veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28''** den Antrieb **30''**, ein Schwingungssignal in der Kammer **20''** zu erzeugen, oder eine dynamische Eigenschaft des Resonators einzustellen, und dadurch zu verhindern, dass sich das Geräusch weiter in Richtung des Luft-Einlasses und in die Atmosphäre ausbreitet. Die vom Antrieb **30''** abgegebene Luft-Schwingung ist einstellbar und ermöglicht deswegen die dynamische Anpassung der Dämpfung-Frequenz. Wenn die erfasste Frequenz des Geräuschs sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28''**, dass der Antrieb **30''** eine andere Schwingungs-Frequenz abgibt, entsprechend dem sensorisch erfassten Geräusch. Der zweite Geräuschsensor **26''** dient als Sensor für das Fehlersignal in Strömungsrichtung abwärts vom Antrieb **30''**. Der zweite Geräuschsensor **26''** erfasst die Größe des Geräuschs und sendet ein Signal an das programmierbare Steuerungsmodul **28''**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28''** misst die Differenz zwischen dem am Ausgang erfassten Geräusch und einem Zielwert und ermöglicht deswegen, dass die vom Antrieb **30''** erzeugte Schwingung verfeinert angepasst wird. Bei der Positionierung des zweiten Geräuschsensors **26''** ist Sorgfalt erforderlich, um zu vermeiden, dass dieser sich in einem Knotenpunkt der Schallwellen befindet. Dies würde dazu führen, dass die Messung fälschlicherweise anzeigt, dass das Geräusch gedämpft worden ist.

[0028] Zusätzlich wird die Geschwindigkeit des Motors sensorisch erfasst mit Hilfe des Sensors für die Geschwindigkeit des Motors **29''**. Das Signal wird empfangen vom programmierbaren Steuerungsmodul **28''**.

Die gewünschte Position des Kolbens **14''** und der gewünschte Durchmesser des Halses **24''** ist vorgegeben für ansteigende Bereiche (Intervalle) des Messwerts der Geschwindigkeit des Motors und in einer Tabelle im programmierbaren Steuerungsmodul **28''** abgelegt. Auf diese Weise wird bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Motors die gewünschte Ausgangsgröße durch Zielwertsuche in einer Tabelle des programmierbaren Steuerungsmoduls **28''** ermittelt. Abhängig von der sensorisch erfassten Geschwindigkeit des Motors bewegt die Lagesteuerung **18''** den Kolben **14''** in die gewünschte Position, so dass das Geräusch gedämpft wird. Alternativ wird der dritte Antrieb **34''** veranlasst, den Durchmesser des Halses **24''** zu verändern, um wie gewünscht das Geräusch zu dämpfen. Wenn es gewünscht ist, können sowohl das Volumen der Kammer **20''** als auch der Durchmesser des Halses **24''** gleichzeitig verändert werden, um das Resonatorsystem **10''** fein einzustellen, so dass es eine gewünschte Frequenz des Geräuschs dämpft. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, bewegt das programmierbare Steuerungsmodul **28''** den Kolben **14''** in eine neue gewünschte Position oder es veranlasst, dass der Durchmesser des Halses **24''** so verändert wird, dass das Geräusch gedämpft wird.

[0029] Die Kombination der Variation von sowohl den Mittelwerten als auch den dynamischen Eigenschaften des Resonatorsystems **10''** bietet ein breites Spektrum von Möglichkeiten, das Resonatorsystem **10''** auf eine gewünschte Frequenz des Geräuschs und auf die Dämpfung der akustische Signale oder Geräusche im Luft-Ansaugsystem des Fahrzeugs anzupassen.

[0030] Mit Bezug auf **Fig. 4** wird ganz allgemein mit **10'''** ein Resonatorsystem für Luft dargestellt, das eine vierte Ausführung der Erfindung verkörpert. In der gezeigten Ausführung wird ein Resonator vom Helmholtz-Typ verwendet. Dieses so zu verstehen, dass auch andere Typen von Resonatoren verwendet werden könnten, ohne den Geltungsumfang und Geist der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das Resonatorsystem für Luft **10'''** enthält einen Zylinder oder Gehäuse **12'''**. Ein hin- und hergehender Kolben **14'''** ist im Gehäuse **12'''** angeordnet. Eine Stange **16'''** ist am Kolben **14'''** befestigt und ist operativ verbunden mit einer Lagesteuerung **18'''**, sie erlaubt es, die Position des Kolbens **14'''** innerhalb des Gehäuses **12'''** zu variieren. Das Gehäuse **12'''** und der Kolben **14'''** arbeiten zusammen und stellen eine Resonator-kammer mit variablem Volumen **20'''** dar. Die Kammer **20'''** kommuniziert mit einer Luftführung **22'''** durch ein Halsstück bzw. einen halsförmigen Abschnitt **24'''**. Die Länge und der Durchmesser des Halsstückes **24'''** ist einstellbar. In der gezeigten Ausführung ist ein flexibles Halsstück **24'''** dargestellt. Allerdings kann auch ein Hals **24'''** verwendet werden, der sich nach Art eines Teleskops verändern lässt, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Ebenfalls ist in der gezeigten Ausführung

zung ein Hals **24'''** dargestellt, bei dem sich nur ein Teil des Durchmessers variieren lässt, Allerdings kann auch ein Hals **24'''** verwendet werden, bei dem sich der Durchmesser über die gesamte Länge variieren lässt, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Um das Resonatorsystem **10'''** abzustimmen, ist die Veränderung von lediglich einem Teil des Halses **24'''** ausreichend. Allerdings kann bei gleichen Charakteristiken der Abstimmung auch ein Hals **24'''** verwendet werden, bei dem sich der Durchmesser über die gesamte Länge variieren lässt. Die Luftführung **22'''** steht in Verbindung mit dem Lufteinlasssystem (Luft-Ansaugsystem) des Fahrzeugs (nicht dargestellt).

[0031] Ein erster Geräuschsensor **25'''** ist fest verbunden mit der Luftführung **22'''**, in Strömungsrichtung gesehen vor dem Resonatorsystem **10'''**. Ein zweiter Geräuschsensor **26'''** ist verbunden mit der Luftführung **22'''**, in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Resonatorsystem **10'''**. Jeder beliebige konventionelle Geräuschsensor **25'''**, **26'''** kann verwendet werden, wie zum Beispiel ein Mikrofon. Der erste Geräuschsensor **25'''** und der zweite Geräuschsensor **26'''** stehen in Verbindung mit einem programmierbaren Steuerungsmodul (PCM) **28'''**. Ein Sensor **29'''** für die Geschwindigkeit des Motors (der Motor ist nicht dargestellt) steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28'''**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'''** steht in Verbindung mit der Lagesteuerung **18'''** und steuert diese. Ein Antrieb **30'''** zur Erzeugung einer Schwingung (in der Luft) ist innerhalb der Kammer **20'''** angeordnet, und er steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **28'''** und wird von diesem gesteuert. Als ein solcher Antrieb **30'''** kann zum Beispiel ein Lautsprecher für Audioanwendungen oder ein keramischer Antrieb mit einer vibrierenden Membran verwendet werden. Eine zweite Lagesteuerung **32'''** ist mit dem Resonatorsystems **10'''** verbunden, so dass sie die Länge des Halses **24'''** variiert. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'''** steht in Verbindung mit der zweiten Lagesteuerung **32'''** und steuert diese. Eine dritte Lagesteuerung **34'''** ist mit dem Hals **24'''** des Resonatorsystems **10'''** verbunden, so dass sie den Durchmesser des Halses **24'''** variiert. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'''** steht in Verbindung mit der dritten Lagesteuerung **34'''** und steuert diese.

[0032] Im Betrieb dämpft das Resonatorsystem für Luft **10'''** Geräusche variierender Frequenzen. Luft fließt in der Luftführung **22'''** zum Motor, und dabei entsteht Geräusch-Energie oder Lärm im Motor und fließt vom Motor entgegen dem Luftstrom in die Atmosphäre. Alternativ kann dies auch so verstanden werden, dass das Resonatorsystem für Luft **10'''** in einem Abgas-System verwendet wird, und dabei der Luftfluss und der Geräuschfluss in die gleiche Richtung gehen, oder anders gesagt vom Motor weg. Die Geräusche treten in das Resonatorsystem für Luft **10'''** ein durch den halsförmigen Abschnitt **24'''** und

wandern dann in die Kammer **20'''**. In der Ausführung, die in **Fig. 4** gezeigt ist, kann das Resonatorsystem **10'''** dadurch fein eingestellt werden, dass man entweder das Volumen der Kammer **20'''** verändert, indem man entweder die Position des Kolbens **14'''** innerhalb der Kammer **20'''** verändert oder die Länge des Halses **24'''** verändert, oder den Durchmesser des Halses **24'''** verändert, oder zwei oder drei dieser Einstellungen.

[0033] Der erste Geräuschsensor **25'''** erfasst die Stärke des Geräuschs innerhalb der Luftführung **22'''**. Die erfasste Stärke wird vom programmierbaren Steuerungsmodul **28'''** übernommen. Auf Basis der erfassten Stärke des Geräuschs veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28'''** den Antrieb **30'''**, ein Schwingungssignal in der Kammer **20'''** zu erzeugen, oder eine dynamische Eigenschaft des Resonators einzustellen, und dadurch zu verhindern, dass sich das Geräusch weiter in Richtung des Luft-Einlasses und in die Atmosphäre ausbreitet. Die vom Antrieb **30'''** abgegebene Luft-Schwingung ist einstellbar und ermöglicht deswegen die dynamische Anpassung der Dämpfungs-Frequenz. Wenn die erfasste Frequenz des Geräuschs sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **28'''**, dass der Antrieb **30'''** eine andere Schwingungs-Frequenz abgibt, entsprechend dem sensorisch erfassten Geräusch. Der zweite Geräuschsensor **26'''** dient als Sensor für das Fehlersignal in Strömungsrichtung abwärts vom Antrieb **30'''**. Der zweite Geräuschsensor **26'''** erfasst die Größe des Geräuschs und sendet ein Signal an das programmierbare Steuerungsmodul **28'''**. Das programmierbare Steuerungsmodul **28'''** misst die Differenz zwischen dem am Ausgang erfassten Geräusch und einem Zielwert und ermöglicht deswegen, dass die vom Antrieb **30'''** erzeugte Schwingung verfeinert angepasst wird. Bei der Positionierung des zweiten Geräuschsensors **26'''** ist Sorgfalt erforderlich, um zu vermeiden, dass dieser sich in einem Knotenpunkt der Schallwellen befindet. Dies würde dazu führen, dass die Messung fälschlicherweise anzeigt, dass das Geräusch gedämpft worden ist.

[0034] Zusätzlich wird die Geschwindigkeit des Motors sensorisch erfasst mit Hilfe des Sensors für die Geschwindigkeit des Motors **29'''**. Das Signal wird empfangen vom programmierbaren Steuerungsmodul **28'''**. Die gewünschte Position des Kolbens **14'''** und die gewünschte Länge des Halses **24'''** und der gewünschte Durchmesser des Halses **24'''** ist vorgegeben für ansteigende Bereiche (Intervalle) des Messwerts der Geschwindigkeit des Motors und in einer Tabelle im programmierbaren Steuerungsmodul **28'''** abgelegt. Auf diese Weise wird bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Motors die gewünschte Ausgangsgröße durch Zielwertsuche in einer Tabelle des programmierbaren Steuerungsmoduls **28'''** ermittelt. Abhängig von der sensorisch erfassten Geschwindigkeit des Motors bewegt die Lagesteuerung **18'''** den Kolben **14'''** in die gewünschte Position, so

dass das Geräusch gedämpft wird. Ebenfalls kann der zweite Antrieb **32** veranlassen, die Länge des Halses **24** zu verändern, um wie gewünscht das Geräusch zu dämpfen. Alternativ kann auch der dritte Antrieb **34** veranlassen, den Durchmesser des Halses **24** zu verändern, um wie gewünscht das Geräusch zu dämpfen. Wenn es gewünscht ist, können sowohl das Volumen der Kammer **20** als auch die Länge des Halses **24** und auch der Durchmesser des Halses **24** gleichzeitig verändert werden, oder auch jede andere Kombination, um das Resonatorsystem **10** fein einzustellen, so dass es eine gewünschte Frequenz des Geräuschs dämpft. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, bewegt das programmierbare Steuerungsmodul **28** den Kolben **14** in eine neue gewünschte Position oder es veranlasst, dass die Länge des Halses **24** oder der Durchmesser des Halses **24** so verändert wird, dass das Geräusch gedämpft wird.

[0035] Die Kombination der Variation von sowohl den Mittelwerten als auch den dynamischen Eigenschaften des Resonatorsystems **10** bietet ein breites Spektrum von Möglichkeiten, das Resonatorsystem **10** auf eine gewünschte Frequenz des Geräuschs und auf die Dämpfung der akustischen Signale oder Geräusche im Luft-Ansaugsystem des Fahrzeugs anzupassen.

[0036] Mit Bezug auf **Fig. 5** wird ganz allgemein mit **40** ein Resonatorsystem für Luft dargestellt, das eine fünfte Ausführung der Erfindung verkörpert. In der gezeigten Ausführung wird ein Resonator vom Helmholtz-Typ verwendet. Dieses so zu verstehen, dass auch andere Typen von Resonatoren verwendet werden könnten, ohne den Geltungsumfang und Geist der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das Resonatorsystem für Luft **40** enthält ein Gehäuse **42**, das eine Resonatorkammer **44** definiert. Die Kammer **44** kommuniziert mit einer Luftführung **46** durch eine Vielzahl von Halsstücken bzw. halsförmigen Abschnitten **48**. In der gezeigten Ausführung enthält das Resonatorsystem **40** vier Halsabschnitte **48**. Dies ist so zu verstehen, dass auch mehr oder weniger Halsabschnitte **48** verwendet werden können, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Ein Magnetventil **58** befindet sich in jedem der Halsabschnitte **48**. Ein Antrieb oder eine Lagesteuerung **60** ist mit jedem der Magnetventile **58** verbunden. Allerdings ist das so zu verstehen, dass auch anderen Typen von Ventilen oder andere Typen von Antrieben verwendet werden können, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Die Luftführung **46** steht in Verbindung mit dem Lufteinlasssystem (Luft-Ansaugsystem) des Fahrzeugs (nicht dargestellt).

[0037] Ein erster Geräuschsensor **53** ist fest verbunden mit der Luftführung **46**, in Strömungsrichtung gesehen vor dem Resonatorsystem **40**. Ein zweiter Geräuschsensor **54** ist verbunden mit der Luftführung **46**, in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Resonatorsystem **40**. Jeder beliebige konventionelle

Geräuschsensor **53**, **54** kann verwendet werden, wie zum Beispiel ein Mikrofon. Der erste Geräuschsensor **53** und der zweite Geräuschsensor **54** stehen in Verbindung mit einem programmierbaren Steuerungsmodul (PCM) **56**. Ein Sensor für die Geschwindigkeit des Motors **57** (der Motor ist nicht dargestellt) steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **56**. Das programmierbare Steuerungsmodul **56** steht in Verbindung mit jeder der Lagesteuerungen **60** und steuert jede von diesen.

[0038] Ein Antrieb **62** zur Erzeugung einer Schwingung (in der Luft) ist innerhalb der Kammer **44** angeordnet, und er steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **56** und wird von diesem gesteuert. Als ein solcher Antrieb **62** kann zum Beispiel ein Lautsprecher für Audioanwendungen oder ein keramischer Antrieb mit einer vibrierenden Membran verwendet werden.

[0039] Im Betrieb dämpft das Resonatorsystem für Luft **40** Geräusche variierender Frequenzen. Luft fließt in der Luftführung **46** zum Motor, und dabei entsteht Geräusch-Energie oder Lärm im Motor und fließt vom Motor entgegen dem Luftstrom in die Atmosphäre. Alternativ kann dies auch so verstanden werden, dass das Resonatorsystem für Luft **40** in einem Abgas-System verwendet wird, und dabei der Luftfluss und der Geräuschfluss in die gleiche Richtung gehen, oder anders gesagt vom Motor weg. Die Geräusche treten in das Resonatorsystem für Luft **40** ein durch mindestens einen der halsförmigen Abschnitte **48** und wandern dann in die Kammer **44**. Das Resonatorsystem **40** kann zur Dämpfung verschiedener Frequenzen der Geräusche dadurch fein eingestellt werden, dass man entweder das Volumen der Kammer **44** verändert, oder die Hals-Länge verändert, oder den Hals-Durchmesser verändert, oder mehrere dieser Einstellungen. Diese Parameter sind bekannt als die mittleren Eigenschaften des Resonators. In der in **Fig. 5** gezeigten Ausführung wird das Resonatorsystem **40** abgestimmt für die Dämpfung verschiedener Geräusch-Frequenzen, indem die Magnetventile **58** selektiv geöffnet oder geschlossen werden und damit die Länge des Halsabschnittes **48** variiert wird. Wenn ein Magnetventil **58** mit proportionaler Steuerungscharakteristik verwendet wird, kann der Durchmesser des Halsabschnittes **48** gesteuert werden, indem der Grad der Öffnung des Magnetventils **58** gesteuert wird, und damit zwei der mittleren Eigenschaften des Resonators gesteuert werden. Dies ist so zu verstehen, dass man, falls nur die Steuerung der Länge des Halses gewünscht ist, auch Magnetventile vom Typ ein/aus verwenden können. Es ist auch so zu verstehen, dass durch Öffnen einer bestimmten Kombination von Magnetventilen **58** es möglich ist, die Länge des Halsabschnittes **48** und/oder den Durchmesser des Halsabschnittes **48** zu verändern und damit das Resonatorsystem **40** abzustimmen.

[0040] Der erste Geräuschsensor **53** erfasst die Stärke des Geräuschs innerhalb der Luftführung **46**.

Die erfasste Stärke wird vom programmierbaren Steuerungsmodul **56** übernommen. Auf Basis der erfassten Stärke des Geräusches veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56** den Antrieb **62**, ein Schwingungssignal in der Kammer **44** zu erzeugen, oder eine dynamische Eigenschaft des Resonators in der Kammer **44** einzustellen, und dadurch zu verhindern, dass sich das Geräusch weiter in Richtung des Luft-Einlasses und in die Atmosphäre ausbreitet. Die vom Antrieb **62** abgegebene Luft-Schwingung ist einstellbar und ermöglicht deswegen die dynamische Anpassung der Dämpfungs-Frequenz. Wenn die erfasste Frequenz des Geräusches sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56**, dass der Antrieb **62** eine andere Schwingungs-Frequenz abgibt, entsprechend dem sensorisch erfassten Geräusch. Der zweite Geräuschsensor **54** dient als Sensor für das Fehlersignal in Strömungsrichtung abwärts vom Antrieb **62**. Der zweite Geräuschsensor **54** erfasst die Größe des Geräusches und sendet ein Signal an das programmierbare Steuerungsmodul **56**. Das programmierbare Steuerungsmodul **56** misst die Differenz zwischen dem am Ausgang erfassten Geräusch und einem Zielwert und ermöglicht deswegen, dass die vom Antrieb **62** erzeugte Schwingung verfeinert angepasst wird. Bei der Positionierung des zweiten Geräuschsensors **54** ist Sorgfalt erforderlich, um zu vermeiden, dass dieser sich in einem Knotenpunkt der Schallwellen befindet. Dies würde dazu führen, dass die Messung fälschlicherweise anzeigt, dass das Geräusch gedämpft worden ist.

[0041] Zusätzlich wird die Geschwindigkeit des Motors sensorisch erfasst mit Hilfe des Sensors für die Geschwindigkeit des Motors **57**. Das Signal wird empfangen vom programmierbaren Steuerungsmodul **56**. Die gewünschte Position der Magnetventile **58** ist vorgegeben für ansteigende Bereiche (Intervalle) des Messwerts der Geschwindigkeit des Motors und in einer Tabelle im programmierbaren Steuerungsmodul **56** abgelegt. Auf diese Weise werden bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Motors die gewünschten Ausgangsgrößen durch Zielwertsuche in einer Tabelle des programmierbaren Steuerungsmoduls **56** ermittelt. Abhängig von der sensorisch erfassten Geschwindigkeit des Motors veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56** die Lagesteuerung **60**, die gewünschte Anzahl der Magnetventile **58** zu öffnen, die im Halsabschnitt **48** angeordnet sind, so dass die gewünschte Feineinstellung vorgenommen wird, um das Geräusch zu dämpfen. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56**, dass eine andere Kombination von Lagesteuerungen **60** eine andere Kombination von Magnetventilen **58**, die im Halsabschnitt **48** angeordnet sind, öffnet, um die geeignete Einstellung zur Dämpfung des Geräusches zu erreichen. Indem die Magnetventile **58** mit proportionaler Steuerungscharakteristik verwendet werden, kann sowohl eine inkrementelle Verände-

rung in der Länge des Halses **48** als auch eine inkrementelle Veränderung des Durchmessers des Halses **48** erreicht werden.

[0042] Die Kombination der Variation von sowohl den Mittelwerten als auch den dynamischen Eigenschaften des Resonatorsystems **10** (oder hier auch **40**) bietet ein breites Spektrum von Möglichkeiten, das Resonatorsystem **10** (oder hier auch **40**) auf eine gewünschte Frequenz des Geräusches und auf die Dämpfung der akustische Signale oder Geräusche im Luft-Ansaugsystem des Fahrzeugs anzupassen.

[0043] Mit Bezug auf **Fig. 6** wird ganz allgemein mit **40'** ein Resonatorsystem für Luft dargestellt, das eine sechste Ausführung der Erfindung verkörpert. In der gezeigten Ausführung wird ein Resonator vom Helmholtz-Typ verwendet. Dieses so zu verstehen, dass auch andere Typen von Resonatoren verwendet werden könnten, ohne den Geltungsumfang und Geist der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das Resonatorsystem für Luft **40'** enthält ein Gehäuse **42'**, das eine Resonatorkammer **44'** definiert. Ein Kolben **64'** ist im Gehäuse **42'** angeordnet und kann sich hin- und hergehend bewegen. Eine Stange **66'** ist am Kolben **64'** befestigt und ist operativ verbunden mit einem Antrieb oder einer Lagesteuerung **68'**, die es erlaubt, die Position des Kolbens **64'** innerhalb des Gehäuses **42'** zu variieren. Das Gehäuse **42'** und der Kolben **64'** arbeiten zusammen und stellen so eine Resonatorkammer mit variablem Volumen **44'** dar.

[0044] Die Kammer **44'** kommuniziert mit einer Luftführung **46'** durch eine Vielzahl von Halstücken bzw. halsförmigen Abschnitten **48'**. In der gezeigten Ausführung hat das Resonatorsystem **40'** vier Halsabschnitte **48'**. Dies ist so zu verstehen, dass auch mehr oder weniger Halsabschnitte **48'**, je nach Wunsch, verwendet werden können, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Ein Magnetventil **58'** befindet sich in jedem der Halsabschnitte **48'**. Ein Antrieb oder eine Lagesteuerung **60'** ist mit jedem der Magnetventile **58'** verbunden. Allerdings ist das so zu verstehen, dass auch anderen Typen von Ventilen oder andere Typen von Antrieben verwendet werden können, ohne vom Geltungsumfang und Geist der Erfindung abzugehen. Die Luftführung **46'** steht in Verbindung mit dem Lufteinlasssystem (Luft-Ansaugsystem) des Fahrzeugs (nicht dargestellt).

[0045] Ein erster Geräuschsensor **53'** ist fest verbunden mit der Luftführung **46'**, in Strömungsrichtung gesehen vor dem Resonatorsystem **40'**. Ein zweiter Geräuschsensor **54'** ist verbunden mit der Luftführung **46'**, in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Resonatorsystem **40'**. Jeder beliebige konventionelle Geräuschsensor **53'**, **54'** kann verwendet werden, wie zum Beispiel ein Mikrofon. Der erste Geräuschsensor **53'** und der zweite Geräuschsensor **54'** stehen in Verbindung mit einem programmierbaren Steuerungsmodul (PCM) **56'**. Ein Sensor für die Geschwindigkeit des Motors **57'** (der Motor ist nicht dargestellt) steht in Verbindung mit dem programmierba-

ren Steuerungsmodul **56'**. Das programmierbare Steuerungsmodul **56'** steht in Verbindung mit jeder der Lagesteuerungen **60'** und steuert jede von diesen.

[0046] Ein Antrieb **62'** zur Erzeugung einer Schwingung (in der Luft) ist innerhalb der Kammer **44'** angeordnet, und er steht in Verbindung mit dem programmierbaren Steuerungsmodul **56'** und wird von diesem gesteuert. Als ein solcher Antrieb **62'** kann zum Beispiel ein Lautsprecher für Audioanwendungen oder ein keramischer Antrieb mit einer vibrierenden Membran verwendet werden.

[0047] Im Betrieb dämpft das Resonatorsystem für Luft **40'** Geräusche variierender Frequenzen. Luft fließt in der Luftführung **46'** zum Motor, und dabei entsteht Geräusch-Energie oder Lärm im Motor und fließt vom Motor entgegen dem Luftstrom in die Atmosphäre. Alternativ kann dies auch so verstanden werden, dass das Resonatorsystem für Luft **40'** in einem Abgas-System verwendet wird, und dabei der Luftfluss und der Geräuschfluss in die gleiche Richtung gehen, oder anders gesagt vom Motor weg. Die Geräusche treten in das Resonatorsystem für Luft **40'** ein durch mindestens einen der halsförmigen Abschnitte **48'** und wandern dann in die Kammer **44'**. Das Resonatorsystem **40'** kann zur Dämpfung verschiedener Frequenzen der Geräusche dadurch fein eingestellt werden, dass man entweder das Volumen der Kammer **44'** verändert, oder die Hals-Länge verändert, oder den Hals-Durchmesser verändert, oder mehrere dieser Einstellungen. Diese Parameter sind bekannt als die mittleren Eigenschaften des Resonators. In der in **Fig. 6** gezeigten Ausführung wird das Resonatorsystem **40'** abgestimmt für die Dämpfung verschiedener Geräusch-Frequenzen, indem die Magnetventile **58'** selektiv geöffnet oder geschlossen werden und damit die Länge des Halsabschnittes **48'** variiert wird. Indem ein Magnetventil **58'** mit proportionaler Steuerungscharakteristik verwendet wird, kann der Durchmesser des Halsabschnittes **48'** gesteuert werden, indem der Grad der Öffnung des Magnetventils **58'** gesteuert wird, und damit zwei der mittleren Eigenschaften des Resonators gesteuert werden. Dies ist so zu verstehen, dass man, falls nur die Steuerung der Länge des Halses gewünscht ist, auch Magnetventile vom Typ ein/aus verwenden können.

[0048] Der erste Geräuschsensor **53'** erfasst die Stärke des Geräuschs innerhalb der Luftführung **46'**. Die erfasste Stärke wird vom programmierbaren Steuerungsmodul **56'** übernommen. Auf Basis der erfassten Stärke des Geräuschs veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56'** den Antrieb **62'**, ein Schwingungssignal in der Kammer **44'** zu erzeugen, oder eine dynamische Eigenschaft des Resonators in der Kammer **44'** einzustellen, und dadurch zu verhindern, dass sich das Geräusch weiter in Richtung des Luft-Einlasses und in die Atmosphäre ausbreitet. Die vom Antrieb **62'** abgegebene Luft-Schwingung ist einstellbar und ermöglicht des-

wegen die dynamische Anpassung der Dämpfungs-Frequenz. Wenn die erfasste Frequenz des Geräuschs sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56'**, dass der Antrieb **62'** eine andere Schwingungs-Frequenz abgibt, entsprechend dem sensorisch erfassten Geräusch. Der zweite Geräuschsensor **54'** dient als Sensor für das Fehlersignal in Strömungsrichtung abwärts vom Antrieb **62'**. Der zweite Geräuschsensor **54'** erfasst die Größe des Geräuschs und sendet ein Signal an das programmierbare Steuerungsmodul **56'**. Das programmierbare Steuerungsmodul **56'** misst die Differenz zwischen dem am Ausgang erfassten Geräusch und einem Zielwert und ermöglicht deswegen, dass die vom Antrieb **62'** erzeugte Schwingung verfeinert angepasst wird. Bei der Positionierung des zweiten Geräuschsensors **54'** ist Sorgfalt erforderlich, um zu vermeiden, dass dieser sich in einem Knotenpunkt der Schallwellen befindet. Dies würde dazu führen, dass die Messung fälschlicherweise anzeigt, dass das Geräusch gedämpft worden ist.

[0049] Zusätzlich wird die Geschwindigkeit des Motors sensorisch erfasst mit Hilfe des Sensors für die Geschwindigkeit des Motors **57'**. Das Signal wird empfangen vom programmierbaren Steuerungsmodul **56'**. Die gewünschte Position der Magnetventile **58'** und die gewünschte Position des Kolbens **64'** sind vorgegeben für ansteigende Bereiche (Intervalle) des Messwerts der Geschwindigkeit des Motors und in einer Tabelle im programmierbaren Steuerungsmodul **56'** abgelegt. Auf diese Weise werden bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Motors die gewünschten Ausgangsgrößen durch Zielwertsuche in einer Tabelle des programmierbaren Steuerungsmoduls **56'** ermittelt. Abhängig von der sensorisch erfassten Geschwindigkeit des Motors veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56'** die Lagesteuerung **60'**, die gewünschte Anzahl der Magnetventile **58'** zu öffnen, die im Halsabschnitt **48'** angeordnet sind, so dass so dass mit der gewünschten Länge und/oder der gewünschten Fläche die gewünschte Feineinstellung vorgenommen wird, um das Geräusch zu dämpfen. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56'**, dass eine andere Lagesteuerung **60'** das Magnetventil **58'**, das im Halsabschnitt **48'** angeordnet ist und die gewünschte Länge besitzt, öffnet, um die geeignete Einstellung zur Dämpfung des Geräuschs zu erreichen. Indem ein Magnetventil **58'** mit proportionaler Steuerungscharakteristik verwendet wird, kann das Resonatorsystem **40'** sowohl eine inkrementelle Veränderung in der Länge des Halses **48'** als auch eine kontinuierliche Veränderung des Durchmessers des Halses **48'** erreichen. Das Geräusch kann auch gedämpft werden, indem das Volumen der Kammer **44'** variiert wird, indem die Position des Kolbens **64'** innerhalb der Kammer **44'** variiert wird. Abhängig von der Geschwindigkeit des Motors veranlasst das programmierbare Steuerungsmodul **56'** die Lagesteuerung

68', den Kolben **64'** in die gewünschte Position zu bewegen, so dass das Geräusch gedämpft wird. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, bewegt das programmierbare Steuerungsmodul **56'** den Kolben **64'** in eine neue gewünschte Position, so dass das Geräusch gedämpft wird.

[0050] Wenn es gewünscht ist, können sowohl das Volumen der Kammer **44'** als auch die Länge des Halsstückes **48'** und auch der Durchmesser des Halsstückes **48'** gleichzeitig verändert werden, oder auch jede andere Kombination daraus, um das Resonatorsystem **40'** fein einzustellen, so dass es eine gewünschte Frequenz des Geräuschs dämpft. Wenn die Geschwindigkeit des Motors sich verändert, bewegt das programmierbare Steuerungsmodul **56'** den Kolben **64'** in eine neue gewünschte Position oder es veranlasst, dass die Länge des Halsstückes **48'** oder der Durchmesser des Halsstückes **48'** so verändert wird, dass das Geräusch gedämpft wird.

[0051] Die Kombination der Variation von sowohl den Mittelwerten als auch den dynamischen Eigenschaften des Resonatorsystems **40'** bietet ein breites Spektrum von Möglichkeiten, das Resonatorsystem **40'** auf eine gewünschte Frequenz des Geräuschs und auf die Dämpfung der akustische Signale oder Geräusche im Luft-Ansaugsystem des Fahrzeugs anzupassen.

[0052] Zwei Strukturen und Einrichtungen zur Steuerung von Geräuschen sind im obigen Dokument diskutiert und in den Zeichnungen dargestellt. Zum ersten ist dies ein System mit einem Resonator variabler Geometrie, worin mindestens eine der Größen Länge des Halses, Durchmesser des Halses, und Volumen des Resonators verändert werden, um ein gewünschtes Geräusch abzdämpfen. Dieser Typ von System kann verwendet werden für Anwendungen, die die Veränderung einer einzelnen Frequenz des Geräuschs bei einer beliebigen Geschwindigkeit des Motors erfordern. Wie in der Erfindung dargestellt, kann das System mit variabler Geometrie Systeme beinhalten, die kontinuierlich variabel oder diskret variabel arbeiten.

[0053] Das zweite System ist ein aktives Geräuschunterdrückungs-System mit einem Antrieb, der eine Schwingung in das System eingibt, um Geräusch auszulöschen. Ein System dieses Typs kann verwendet werden für Anwendungen, die die Veränderung von mehreren Frequenzen bei verschiedenen Geschwindigkeiten des Motors erfordern. Allerdings kann die Verwendung eines aktiven Systems allein zu großen, schweren und teuren Antriebs-Systemen führen. Durch Kombination der zwei Systeme kann ein breiter Bereich von komplexen Geräuschen abgedämpft werden und die Größe, das Gewicht, und die Kosten des Antriebs für das aktive Geräuschunterdrückungs-System können minimiert werden.

[0054] Aus der vorangegangenen Beschreibung kann ein Fachmann leicht die wesentlichen Charakteristiken dieser Erfindung herauslesen und, ohne vom Geist und Geltungsumfang dieser Erfindung ab-

zugehen, kann er verschiedene Veränderungen und Modifikationen der Erfindung vornehmen, um sie verschiedenen Anwendungen und Bedingungen anzupassen.

Patentansprüche

1. Ein Resonator mit variabler Abstimmung weist auf:

- ein Gehäuse (**12, 12', 12'', 12'''**, **42, 42'**) mit einer darin ausgebildeten Kammer (**20, 20', 20'', 20'''**, **44, 44'**) und mit einer Vielzahl von Halsstücken (**24, 24', 24'', 24'''**, **48, 48'**), durch die ein Fluid zwischen der Kammer (**20, 20', 20'', 20'''**, **44, 44'**) und einer Luftführung (**22, 22', 22'', 22'''**, **46, 46'**) kommunizieren kann, wobei jedes der Halsstücke (**24, 24', 24'', 24'''**, **48, 48'**) eine unterschiedliche Hals-Länge aufweist;
- ein in jedem der Halsstücke (**24, 24', 24'', 24'''**, **48, 48'**) angeordnetes Magnetventil (**58, 58'**), wobei diese Magnetventile (**58, 58'**) dafür eingerichtet sind, selektiv geöffnet oder geschlossen zu sein, und wobei das Öffnen und Schließen der Magnetventile (**58, 58'**) die Auswahl einer gewünschten Hals-Länge ermöglicht;
- einen Sensor (**29, 29', 29'', 29'''**, **57, 57'**) für die Geschwindigkeit des Motors, der dafür eingerichtet ist, die Geschwindigkeit des Motors zu erfassen; und
- eine programmierbare Steuerungseinheit (**28, 28', 28'', 28'''**, **56, 56'**), die mit dem Sensor (**29, 29', 29'', 29'''**, **57, 57'**) verbunden ist, und die dafür eingerichtet ist, das Öffnen und das Schließen der Magnetventile (**58, 58'**) in Abhängigkeit von der mit dem Sensor (**29, 29', 29'', 29'''**, **57, 57'**) erfassten Geschwindigkeit des Motors zu steuern;
- wobei die Wahl einer gewünschten Hals-Länge die Dämpfung einer gewünschten Frequenz des Geräuschs in der Luftführung (**22, 22', 22'', 22'''**, **46, 46'**) abstimmt.

2. Der Resonator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige Magnetventil (**58, 58'**), das in jedem der Halsstücke (**24, 24', 24'', 24'''**, **48, 48'**) angeordnet ist, eine proportionale Steuerungs-Charakteristik aufweist, wobei der Durchmesser des Halsstücks (**24, 24', 24'', 24'''**, **48, 48'**) gesteuert wird, indem der Grad der Öffnung des Magnetventils (**58, 58'**) gesteuert wird und die Steuerung des Hals-Durchmessers die Dämpfung einer gewünschten Frequenz des Geräuschs in der Luftführung (**22, 22', 22'', 22'''**, **46, 46'**) abstimmt.

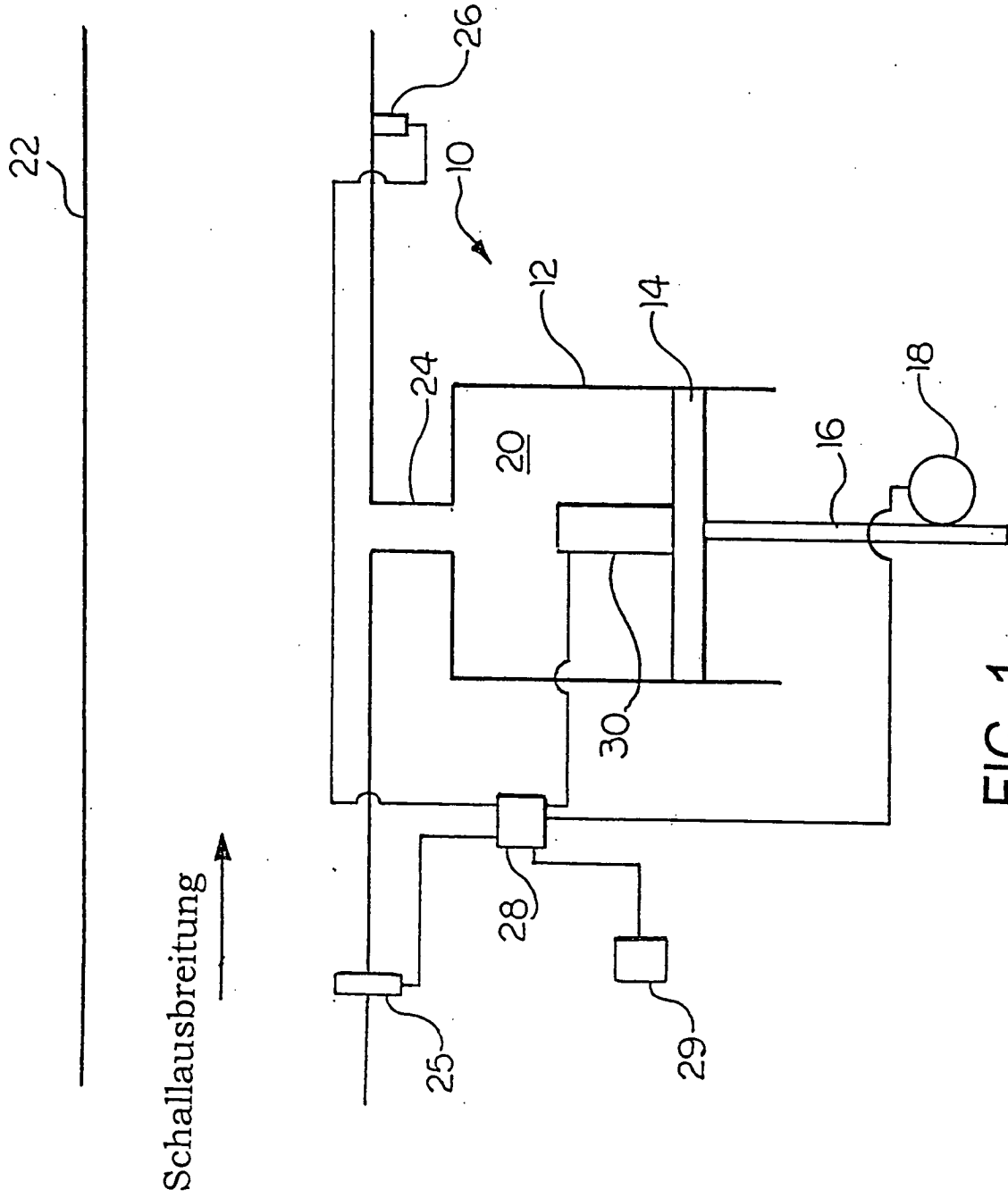
3. Der Resonator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Geräuschsensor (**25, 25', 25'', 25'''**, **53, 53'**) vorgesehen ist, der das Geräusch innerhalb der Luftführung (**22, 22', 22'', 22'''**, **46, 46'**) erfasst, dass ein Antrieb (**30, 30', 30'', 30'''**, **60, 60'**) zur Erzeugung von Schwingungen in der Kammer (**20, 20', 20'', 20'''**, **44, 44'**) des Gehäuses (**12, 12', 12'', 12'''**, **42, 42'**) angeordnet ist, der mit der programmierbaren Steuerungseinheit (**28, 28'**

28'', **28'''**, **56**, **56'**) verbunden ist, wobei die programmierbare Steuerungseinheit (**28**, **28'**, **28''**, **28'''**, **56**, **56'**) dafür eingerichtet ist, den Antrieb (**30**, **30'**, **30''**, **30'''**, **60**, **60'**) zu steuern und in Abhängigkeit von dem Schall, den der erste Geräuschsensor (**25**, **25'**, **25''**, **25'''**, **53**, **53'**) erfasst, eine Schwingung als Eingangsgröße in den Resonator zu erzeugen, und dass diese Schwingung eine gewünschte Frequenz des Geräuschs in der Luftführung (**22**, **22'**, **22''**, **22'''**, **46**, **46'**) dämpft.

4. Der Resonator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Geräuschsensor (**26**, **26'**, **26''**, **26'''**, **54**, **54'**) vorgesehen ist, der das Geräusch in der Luftführung (**22**, **22'**, **22''**, **22'''**, **46**, **46'**) erfasst und in Kommunikation mit der programmierbaren Steuerungseinheit (**28**, **28'**, **28''**, **28'''**, **56**, **56'**) ist, und dass dieser zweite Geräuschsensor (**26**, **26'**, **26''**, **26'''**, **54**, **54'**) es ermöglicht, die vom Antrieb (**30**, **30'**, **30''**, **30'''**, **60**, **60'**) für die Schwingung des Mediums abgegebene Schwingung noch feiner abzustimmen.

5. Der Resonator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kolben (**14**, **14'**, **14''**, **14'''**, **64**, **64'**) vorgesehen ist, der in der Kammer (**20**, **20'**, **20''**, **20'''**, **44**, **44'**) angeordnet ist, der einen Boden der Kammer (**20**, **20'**, **20''**, **20'''**, **44**, **44'**) darstellt und der selektiv in seiner Lage einstellbar ist, so dass er das Volumen der Kammer (**20**, **20'**, **20''**, **20'''**, **44**, **44'**) verändert, und durch die Veränderung des Volumens der Kammer (**20**, **20'**, **20''**, **20'''**, **44**, **44'**) die Dämpfung einer gewünschten Frequenz des Geräuschs in der Luftführung (**22**, **22'**, **22''**, **22'''**, **46**, **46'**) abgestimmt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



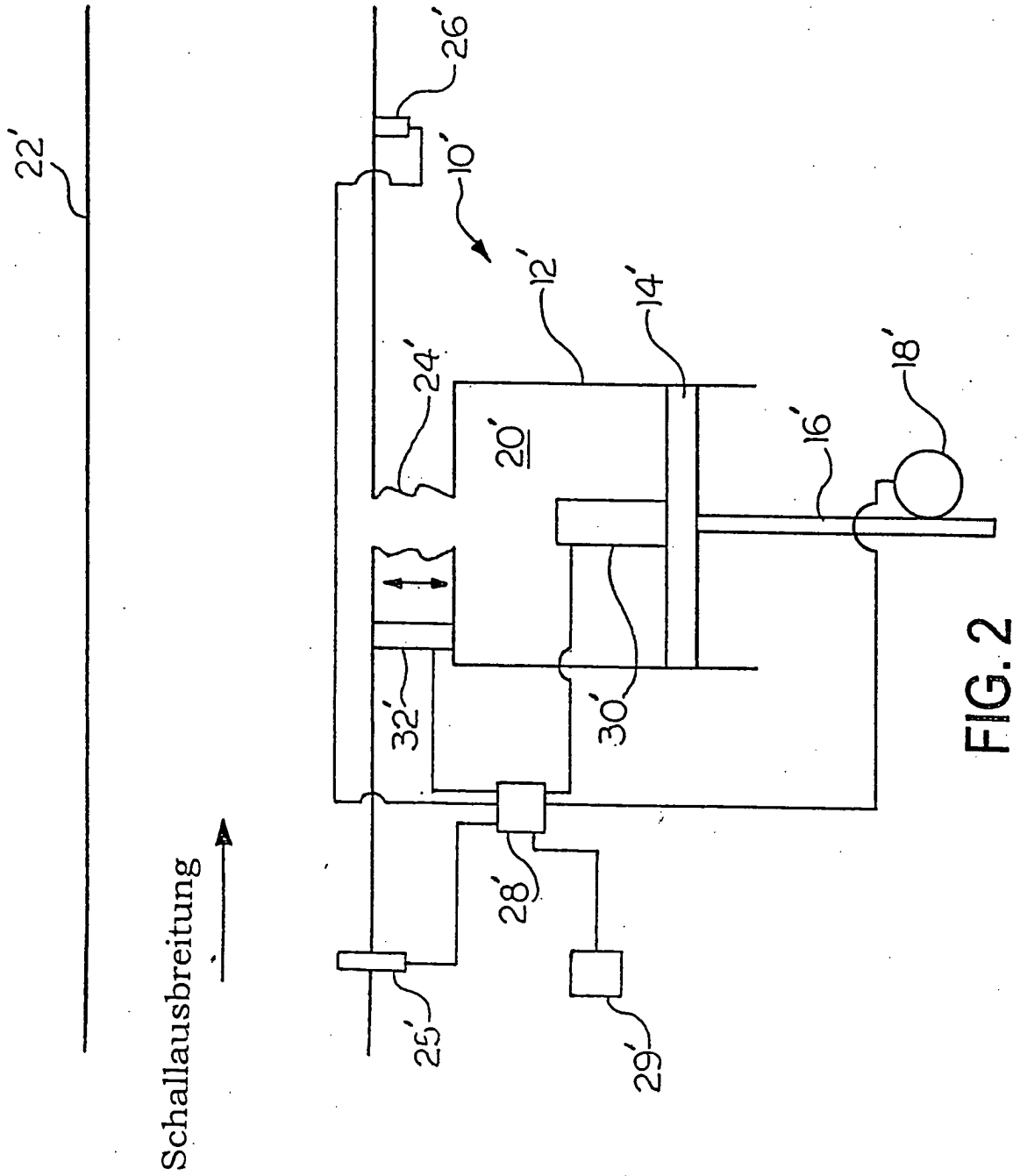


FIG. 2

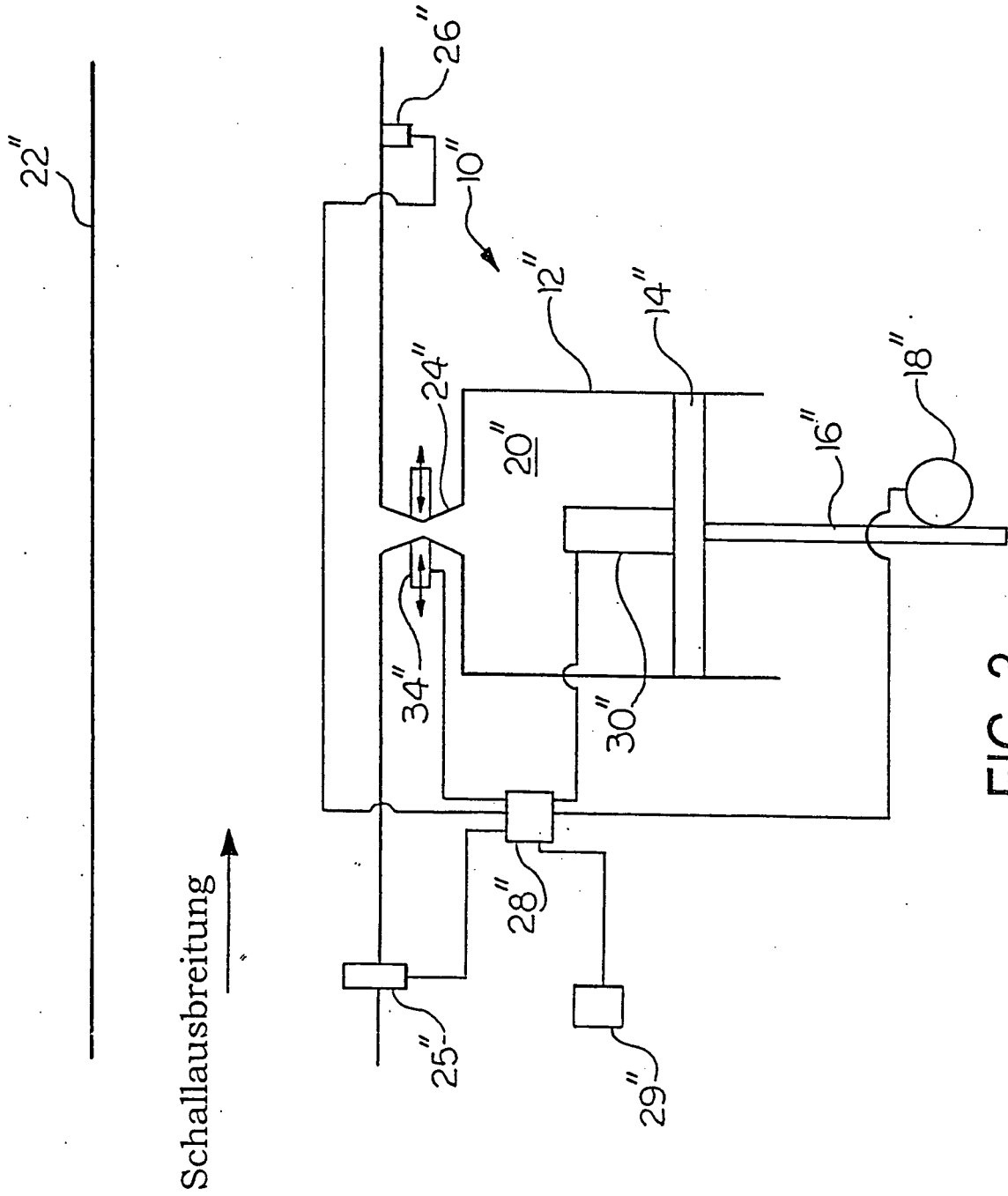


FIG. 3

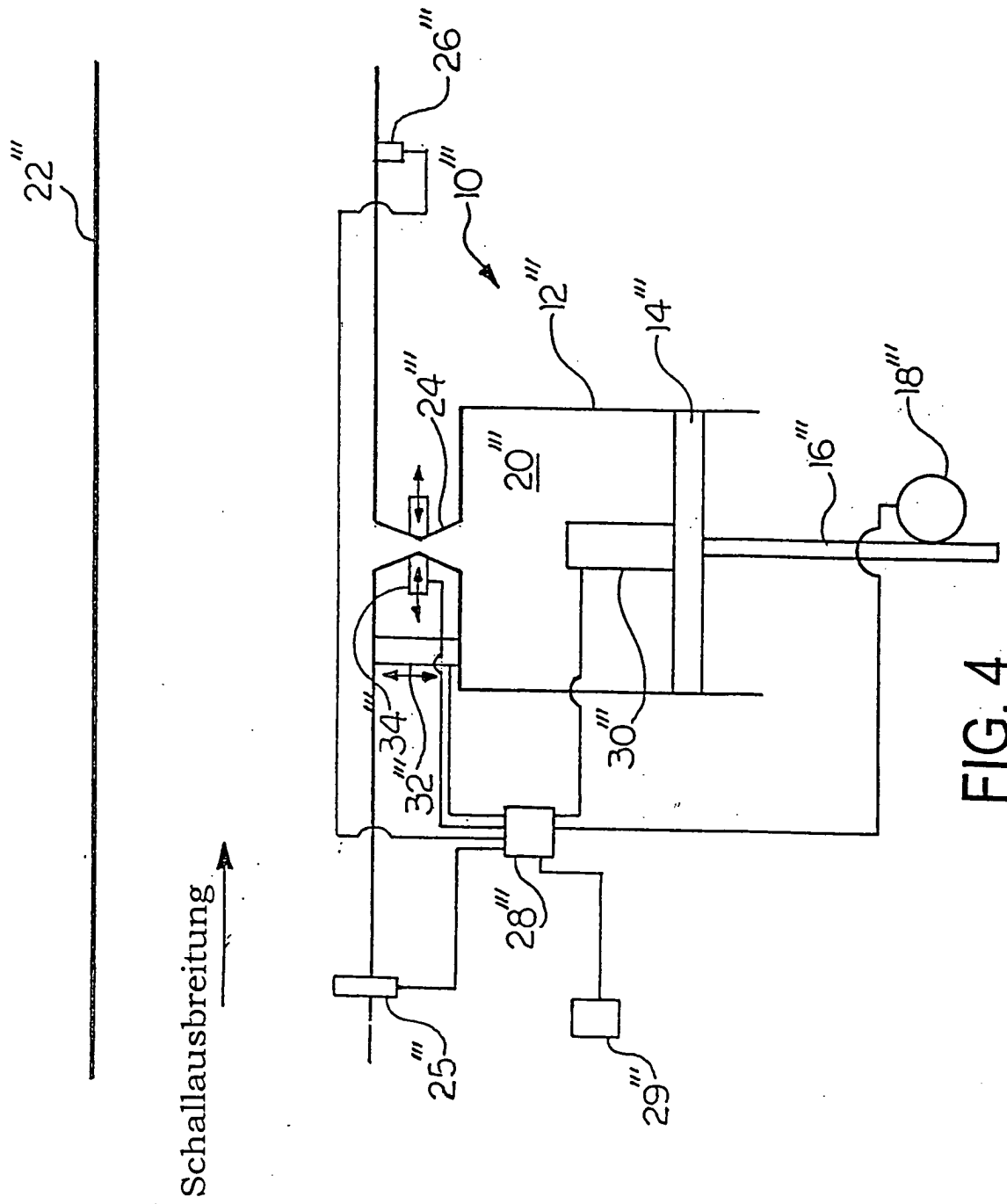


FIG. 4

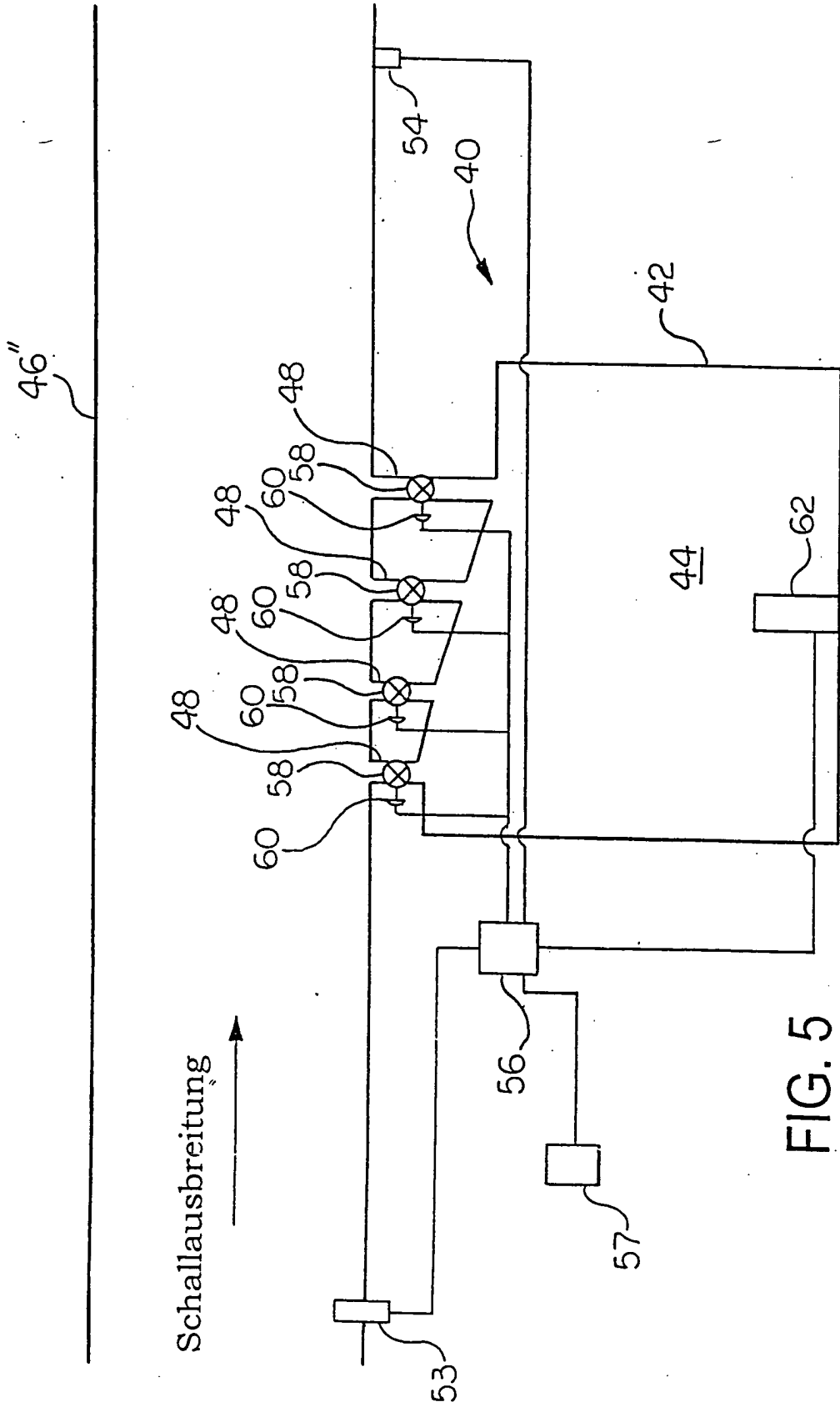


FIG. 5

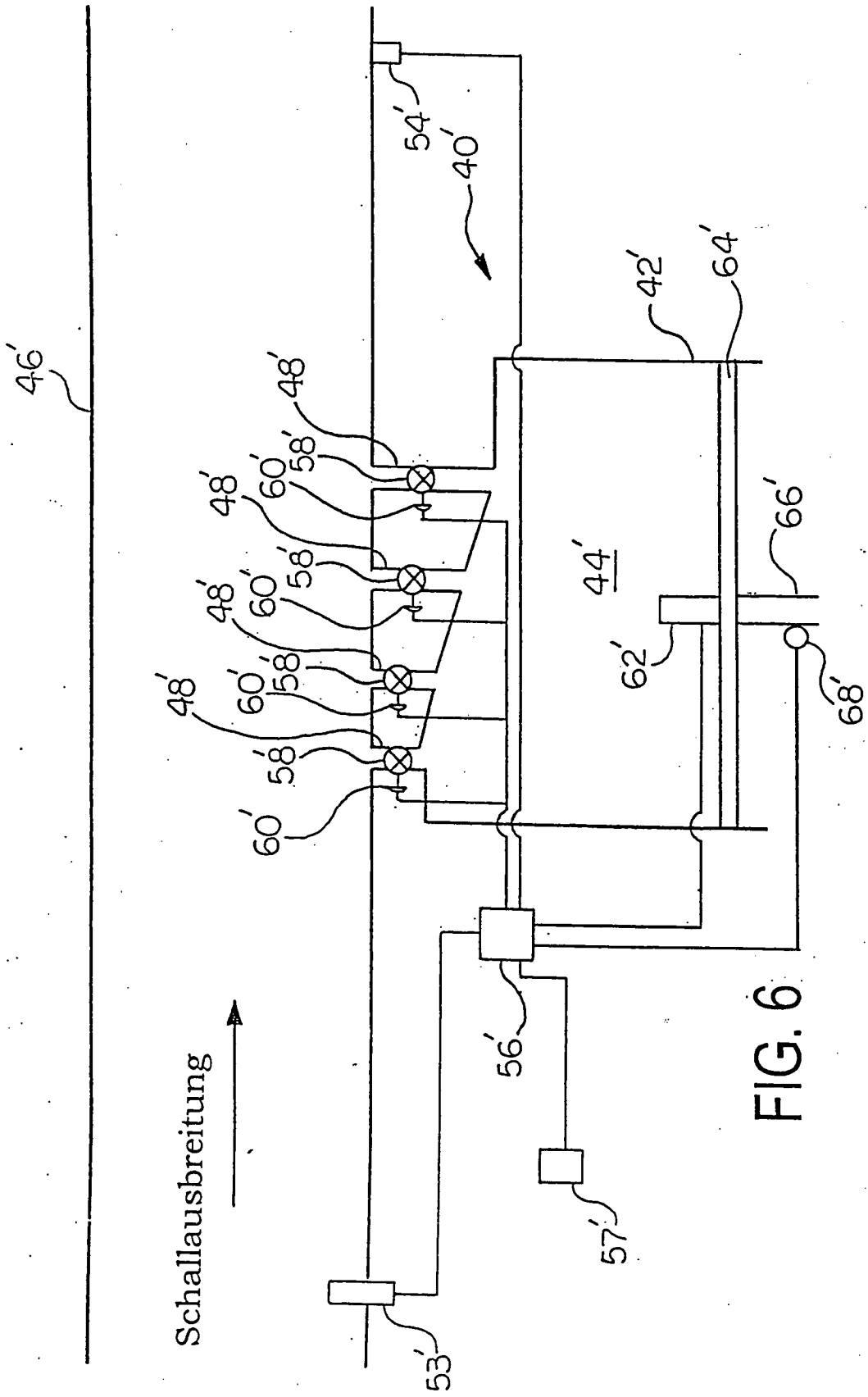


FIG. 6