



(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.03.2004 Patentblatt 2004/13**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F02M 35/14**

(21) Anmeldenummer: **03102669.3**

(22) Anmeldetag: 28.08.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

(71) Anmelder: **MANN+HUMMEL GmbH**  
**71638 Ludwigsburg (DE)**

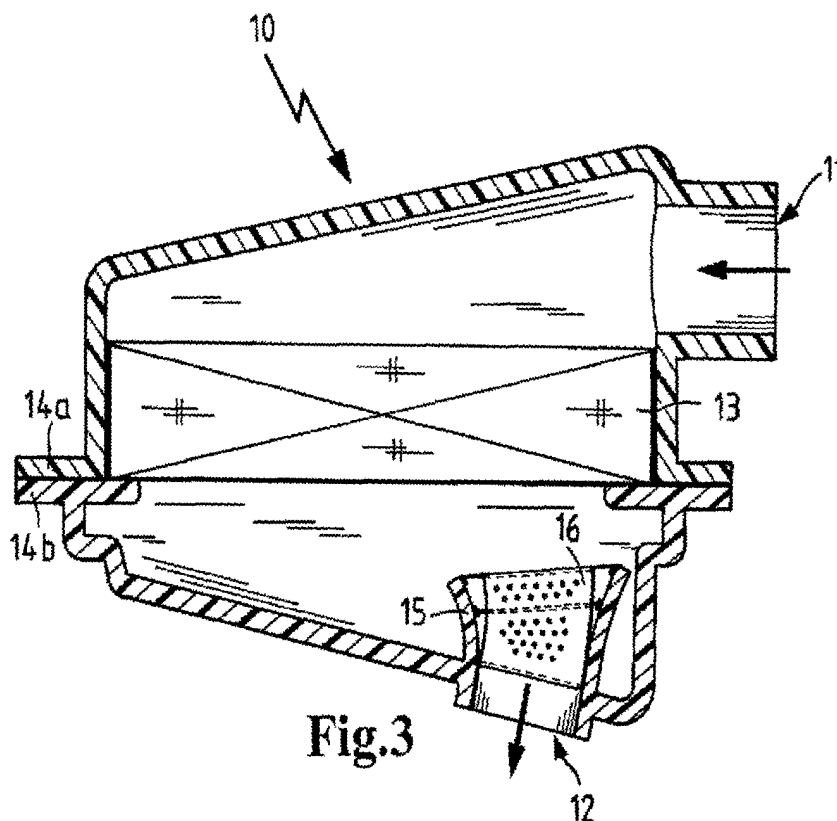
(72) Erfinder: **Graefenstein, Andreas**  
**76131, Karlsruhe (DE)**

(30) Priorität: 21.09.2002 DE 10243883

(54) **Resonatorluftfilter**

(57) Die Erfindung betrifft einen Luftfilter (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit einem Einlaß (11), einem Auslaß (12), einem dichtend zwischen Einlaß (11) und Auslaß (12) angeordnetem Luftfilterelement (13) und einem am Luftfiltergehäuse (14a, 14b)

angeordneten Aufnahmestützen (15) für ein Resonatorrohr (16), wobei wenigstens ein Teil des Aufnahmestützens (15) des Luftfiltergehäuses (14a, 14b) wenigstens einen Teil der Außenwand eines Resonatorschalldämpfers bildet.



**Fig.3**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Luftfilter, insbesondere ein Luftfilter einer Brennkraftmaschine, nach der Gattung des Patentanspruchs 1. Außerdem betrifft die Erfindung ein Baukastensystem mit Teilen für diesen Luftfilter und ein Verfahren zur Herstellung des oben genannten Luftfilters.

**[0002]** Ein Luftfilter der vorgenannten Art ist durch die EP 0 894 190 B1 offenbart worden. Dabei wird ein Helmholtzresonator im Strömungsverlauf nach einem Luftfilterelement in einem Luftfiltergehäuse angeordnet. Die Außenwand des Luftfiltergehäuses bildet dabei die Außenwand der Resonator-kammer. Bei dem offenbarten Luftfilter ergeben sich jedoch auch einige Nachteile. Die Anbringung des Resonatorrohres ist technisch schwer zu realisieren, ebenso wird das Resonatorrohr zu Schwingungen neigen. Weiterhin beruht die Schalldämpfung auf einem starren, einen nur geringen Frequenzbereich abdeckenden, System. Der Helmholtzresonator besitzt nur eine Kammer und läßt sich nicht an unterschiedliche Betriebszustände anpassen.

**[0003]** Weiterhin ist ein Schalldämpfer der vorgenannten Art durch die DE 199 43 246 A1 offenbart worden. Dieser Schalldämpfer basiert ebenso auf dem Prinzip eines Helmholtz-Resonators. Hierbei wird ein Schalldämpfer vorgeschlagen, welcher mit einem Einlaß, einem Auslaß und einem dazwischen angeordneten Resonatorgehäuse versehen ist, wobei das Resonatorgehäuse einen Kreisquerschnitt aufweist und in dem Resonatorgehäuse ein Ladeluftrohr mit einer Vielzahl durchgehender Ausnehmungen, die als Resonanzbohrungen fungieren, eingesetzt ist. Die Resonanzbohrungen sind über den gesamten Umfang des Kreisquerschnitts des Ladeluftrohrs verteilt. In einer Ausgestaltung der Erfindung wird der Raum zwischen Resonatorgehäuse und Ladeluftrohr durch Segmentierwände in einzelne Resonator-kammern aufgeteilt. Weiterhin ist das Resonatorgehäuse als Gußteil ausgeführt und Resonatorgehäuse und Ladeluftrohr weisen eine in gleichem Sinne stetig gekrümmte Form auf. Hier ergibt sich einerseits der Nachteil eines erhöhten Platzbedarfes, da das Ladeluftrohr komplett von dem Resonatorgehäuse umschlossen wird. Andererseits ist die Fertigung aufgrund der Vielzahl von Teilen und der eingesetzten Materialien aufwendig, kompliziert und teuer.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Luftfilter zu schaffen welcher die Möglichkeit hat bei Bedarf einen Schalldämpfer, basierend auf dem Prinzip des Helmholtz-Resonators, zu integrieren und die dadurch die Möglichkeit einer Variation des zu dämpfenden Frequenzbereiches zu geben. Weiterhin soll dieser Luftfilter einen geringen Platzbedarf benötigen, kompakt aufgebaut und einfach und wirtschaftlich herzustellen sein. Zusätzlich besteht die Aufgabe darin, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Schalldämpfers zu entwick-

keln.

### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Die Erfindung betrifft einen Luftfilter mit einem Einlaß und einem Auslaß, der bevorzugt in Brennkraftmaschinen eingesetzt wird. Zwischen Einlaß und Auslaß ist dichtend ein Luftfilterelement angeordnet, welches aus Vlies oder zick-zack-förmig gefaltetem Papier bestehen kann oder auch aus sonstigen im Stand der Technik bekannte Filtermedien. Das Luftfiltergehäuse ist in wenigstens zwei Gehäuseteile unterteilt, welche mittels lösbaren Verbindungsmitteln miteinander verbunden werden. Wenigstens eines der Gehäuseteile weist einen in die Geometrie des Gehäuseteils integrierten Aufnahmestutzen auf, welcher ein perforiertes Resonatorrohr aufnehmen kann. Dieser Aufnahmestutzen ist bevorzugt zumindest teilweise rohrförmig aufgebaut und hat bevorzugt eine leicht konische Form. Weiterhin bildet dieser Aufnahmestutzen wenigstens einen Teil der Außenwand eines Resonatorschalldämpfers. Dies bedeutet, dass hier zwischen eingeschobenem Resonatorrohr und Aufnahmestutzen wenigstens eine Resonator-kammer gebildet wird. Da dieser Aufnahmestutzen in eines der Luftfiltergehäuseteile integriert ist und dadurch keinen zusätzlichen Herstellungs- oder Montageaufwand beinhaltet, ergibt sich hieraus ein großer wirtschaftlicher und montagetechnischer Vorteil gegenüber dem bisherigen Stand der Technik. Da sich, trotz des Aufnahmestutzens, der wirksame Querschnitt des Auslasses nicht ändert, ergeben sich auch keinerlei Nachteile im möglichen Luftvolumenstrom und dadurch auch in dem Leistungsvermögen des Luftfilters. Aufgrund dieser Tatsache läßt sich der Luftfilter mit oder ohne Resonatorrohr betreiben, um an verschiedene Brennkraftmaschinen angepaßt zu werden, bei welchen unterschiedliche Anforderungen an die Geräuscentwicklungen gestellt werden. Die Anzahl der Einlaß- und Auslaßöffnungen am Luftfiltergehäuse hat dabei keinen Einfluß auf die Auslegung des Aufnahmestutzens.

**[0006]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Aufnahmestutzen für das Resonatorrohr im Inneren des Luftfiltergehäuses angeordnet. Aufgrund des immer geringer werdenden Raumes in Motorräumen von neuen Pkw unterstützt diese kompakte Bauform eine effiziente Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes. In dem erfindungsgemäßen Luftfilter ist der Aufnahmestutzen derart angeordnet, dass sich die Dimensionen des Außengehäuses des Luftfilters gegenüber einem Luftfilter ohne Resonator nicht ändern und auch das Luftfilterelement beibehalten werden kann.

**[0007]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass das Resonatorrohr im reinluftseitigen Auslaß angeordnet ist. Weiterhin ist es auch möglich, dass Resonatorrohr im rohluftseitigen Einlaß anzuordnen, die Geräuschkämpfung ist in beiden Fällen gegeben und auch der wirksame Frequenzbereich bleibt

gleich. Hier spielt die Anordnung des Filterelements im Luftfiltergehäuse und der dadurch zur Verfügung stehende innere Bauraum, sei es auf Auslaß- oder auf Einlaßseite, eine Rolle.

**[0008]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Luftfilters bleibt die für den Luftdurchgang wirksame Querschnittsfläche, sei es von Einlaß oder Auslaß, bei in den Aufnahmestutzen eingesetztem Resonatorrohr gleich. Dies bedeutet, dass der Strömungswiderstand vom Luftfilter mit oder ohne Resonatorrohr gleich bleibt. Daraus ergibt sich ein gleichbleibendes Leistungsvermögen des Luftfilters auch nach der Nachrüstung mit einem Resonatorschalldämpfer.

**[0009]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Luftfilter dadurch gekennzeichnet, dass das Resonatorrohr aus einem spritzgießfähigen Material, wie z.B. PA 6.6, besteht. Hieraus ergibt sich eine leichte und wirtschaftliche Fertigung des Resonatorrohrs ebenso wie ein im Sinne der Altautoverordnung recyclingfähiger Luftfilter inklusive Resonatorschalldämpfer, sofern beide aus einem spritzgießfähigen, thermoplastischen Material bestehen.

**[0010]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Resonatorrohrs aus einem spritzgießfähigen, thermoplastischen Material sind am Resonatorrohr Trennwände und am radialen Außendurchmesser der Trennwände Dichtlippen angeordnet. Mittels dieser Trennwände und der außen angeordneten Dichtlippen werden im Aufnahmestutzen verschiedene Resonatorkammern dichtend voneinander abgetrennt. Des weiteren dienen die Trennwände zur Abdichtung der Resonatorkammern nach außen bzw. nach innen in den Bauraum des Filtergehäuses hinein. Dementsprechend sind die Trennwände mit samt der Dichtlippen an die innere Form des Aufnahmestutzens angepaßt, um dort die Abdichtung herstellen zu können. Die flexiblen Dichtlippen sind im 2-Komponenten-Verfahren an die festen Trennwände angespritzt.

**[0011]** Eine weitere Ausgestaltung des Luftfilters beinhaltet, dass das Resonatorrohr zerstörungsfrei lösbar in dem Filtergehäuse angeordnet ist. Dies bedeutet, dass das Resonatorrohr nachträglich in den Aufnahmestutzen eines Luftfiltergehäuses eingesetzt werden kann und über eine lösbare Verbindung mit diesem verbunden wird. Die lösbare Verbindung ist denkbar als Schraubverbindung oder Klipsverbindung oder sonstige im Stand der Technik bekannten Verbindungsarten.

**[0012]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Luftfilters ergibt die Ausgestaltung des Resonatorrohres in Verbindung mit dem Aufnahmestutzen einen Zweikammer-Resonator. Dazu ist am Resonatorrohr an einem axialen Ende eine im wesentlichen kreisringförmige, das Resonatorrohr umgebende Trennwand mit im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippen angeordnet, wobei im weiteren Verlauf des Resonatorrohres über den Umfang kreisringförmige Aussparungen angeordnet sind und wobei im weiteren Verlauf hierauf anschließend wiederum eine im wesentlichen kreisringförmige Trennwand mit im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippen angeordnet ist. Im axialen Verlauf nach dieser zweiten Trennwand sind wiederum über den Umfang kreisringförmige Aussparungen angeordnet, welche von einer letzten, das Resonatorrohr umgebenden im wesentlichen kreisringförmigen Trennwand mit im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippen abgeschlossen wird. Hierbei sind jedoch die Aussparungen frei wählbar, vorteilhaft ist die Ausgestaltung jedoch als kreisringförmige Aussparung, da sich hierdurch die Werkzeugkosten verringern. Die Geometrie der Aussparung hat jedoch keinen wesentlichen Einfluß auf die Qualität der Schalldämpfung. Die Geometrie der Trennwände mit der im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippe muß der Geometrie des Aufnahmestutzens angepaßt sein, um so eine dichtende Abgrenzung der Kammern zueinander und jeweils nach außen zu verwirklichen. Hier ergeben sich also zwei Resonatorkammern in Verbindung mit wenigstens einem Teil des Aufnahmestutzens, welche durch eine unterschiedliche Wandstärke des Resonatorrohrs und ein unterschiedliches Volumen der Resonatorkammer verschiedene Frequenzbereiche abdecken kann. Dadurch läßt sich ein breiterer Frequenzbereich schalldämmend absenken.

**[0013]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung läßt sich der Luftfilter mit integriertem Luftfilterelement an verschiedene Brennkraftmaschinen adaptieren, dadurch dass je nach Anforderungsprofil ein geändertes Resonatorrohr eingesetzt wird. Dieses birgt den Vorteil, dass nicht zu jeder neuen Motorvariante oder jedem neuen Fahrzeugmodell ein komplett neues Filtergehäuse konstruiert werden muß, sondern es können bei einem gleichbleibenden Luftfiltergehäuse nur über den Austausch des Resonatorrohrs verschiedene Brennkraftmaschinen bzw. Motorvarianten abgedeckt werden.

**[0014]** Gemäß Anspruch 12 wird ein Baukastensystem für den Zusammenbau eines Luftfilters für die Ansaugluft von Brennkraftmaschinen vorgeschlagen. Dieses Baukastensystem enthält ein Luftfiltergehäuse bestehend aus wenigstens zwei Gehäuseeinzelteilen, wobei wenigstens ein Gehäuseteil einen Aufnahmestutzen für ein Resonatorrohr aufweist, ein in dem Gehäuse angeordnetes Filterelement und ein korrespondierend zum Aufnahmestutzen ausgelegtes Resonatorrohr zur Ausbildung eines Mehrkammerresonators. Dieses Baukastensystem mit den zueinander passenden Teilen hat den Vorteil, in verschiedenen Brennkraftmaschinen mit verschiedenen zu dämpfenden Frequenzbereichen eingesetzt werden zu können. Der einfache Aufbau beinhaltet weiterhin ein einfaches Austauschen einzelner Luftfilterkomponenten. So kann z. B. bei einer Änderung der Geräuschanforderung über einen Wechsel des Resonatorrohres der Luftfilter an die neuen Forderungen angepaßt werden. Zusätzlich entspricht ein solches Baukastensystem auch der Forderung einer wirtschaftlichen Fertigung und eines geringen Aufwandes für eine Lagerlogistik.

**[0015]** In einer Ausgestaltung des Baukastensystems ist das Resonatorrohr über lösbare Verbindungsmittel mit dem Aufnahmestutzen verbunden. Die lösbaren Verbindungsmittel beinhalten z. B. eine Schraubverbindung oder eine Klipsverbindung oder sonstige im Stand der Technik bekannte Verbindungsmittel.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des Luftfilters beinhaltet die Herstellung des Luftfiltergehäuses im Spritzgießprozeß, wobei wenigstens ein Teil der Wandungen des Luftfiltergehäuses einen Aufnahmestutzen eines Resonatorrohres bildet. Hierbei wird durch die Werkzeuggeometrie am Einlaß oder Auslaß des Luftfiltergehäuses ein Aufnahmestutzen gebildet, welcher weder die Luftströmung behindert noch die Größe des im Nachhinein einzusetzenden Luftfilterelementes einschränkt. Das so gefertigte Luftfiltergehäuse wird dichtend zwischen Einlaß und Auslaß mit einem Luftfilterelement versehen und kann bei Bedarf dann im Aufnahmestutzen mit einem Resonatorrohr zu einem Resonatorschalldämpfer ausgerüstet werden. Der so hergestellte Luftfilter kann ohne jegliche Einschränkung entweder mit Resonatorschalldämpfer oder ohne Resonatorschalldämpfer eingesetzt werden. Dies ergibt den Vorteil einer kostengünstigeren Fertigung, da nur ein Werkzeug verwendet werden muss, und geringeren Lagerhaltungskosten, da nicht zwei verschiedenen Luftfiltergehäuse auf Lager vorgehalten werden müssen.

**[0017]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung des Luftfilters insbesondere einer Brennkraftmaschine ist dadurch gegeben, dass an die Trennwände des Resonatorrohres Dichtlippen angefügt werden, welche bei der lösbaren Verbindung von Luftfiltergehäuse und Resonatorrohr eine dichtende Wirkung zwischen den so entstehenden Resonatorräumen und zur Umgebung bewirken. Das Resonatorrohr wird auch im Spritzgießverfahren hergestellt und so können die Trennwände direkt im Spritzgießvorgang mit hergestellt werden. Die an den radialen Außenseiten der Trennwände angebrachten Dichtlippen können dort über Kleb- oder Schweißverbindungen angebracht werden. Diese Dichtlippen bestehen bevorzugt aus einem weichen thermoplastischen Material wie z.B. Sancho-pren, einem thermoplastischen Elastomer (TPE), um gewisse Verformungen bei sehr hohem Abdichtungsgrad zu gewährleisten.

**[0018]** Eine Ausgestaltung dieses Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtlippen an den Trennwänden des Resonatorrohres im 2-Komponenten-Verfahren angespritzt werden. Dadurch ergibt sich eine äußerst innige Verbindung zwischen Trennwand und Dichtlippe und die Gefahr einer Undichtigkeit im Bereich zwischen Dichtlippe und Trennwand wird dadurch minimiert, wenn nicht sogar ausgeschlossen.

**[0019]** Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und der Zeichnung hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombi-

nationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

#### Zeichnung

**[0020]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden in der Zeichnung anhand von schematischen Ausführungsbeispielen beschrieben. Hierbei zeigt

Figur 1 eine schematische Ansicht des erfindungsgemäßen Luftfilters ohne Resonatorrohr,

Figur 2 eine schematische Ansicht des Resonatorrohres,

Figur 3 eine schematische Ansicht des erfindungsgemäßen Luftfilters mit Resonatorrohr und

Figur 4 ein relevanter Ausschnitt des Resonatorrohres in eingebautem Zustand.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0021]** Die Figur 1 zeigt einen Luftfilter 10 mit einem Einlaß 11 und einem Auslaß 12. Zwischen Einlaß 11 und Auslaß 12 ist dichtend ein Luftfilterelement 13 angeordnet. Der Luftfilter 10 besteht aus zwei Luftfiltergehäuseteilen 14a, 14b, welche dichtend lösbar miteinander verbunden sind. Der Einlaß 11 und der Auslaß 12, die Pfeile geben die Strömungsrichtung an, bieten jeweils die Möglichkeit, weitere Leitungen bzw. Bauteile am Luftfiltergehäuse anzuschließen. Die Gehäusewandungen am Luftfiltergehäuseteil 14b werden im Bereich des Auslasses 12 konvex in den Innenraum des Luftfilters 10 weitergeführt und bilden dadurch einen Aufnahmestutzen 15. Dies bedeutet, dass sich die Durchgangsfläche ausgehend vom äußeren Ende des Auslasses 12 nach innen in Richtung Innenraum des Luftfilters 10 vergrößert. Der Aufnahmestutzen 15 weist eine im wesentlichen kreisförmige Grundfläche auf. Dieser Luftfilter 10 ist in der hier dargestellten Konfiguration direkt in einer Brennkraftmaschine einsetzbar.

**[0022]** Die Figur 2 zeigt ein für die Aufnahme im Aufnahmestutzen 15 gedachtes Resonatorrohr 16. Der vorhergehenden Figur entsprechende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Das Resonatorrohr 16 weist eine geringfügige Krümmung auf, um der Kontur des Aufnahmestutzens 15 folgen zu können. Am Resonatorrohr 16 sind Trennwände 17 angeordnet, welche im äußeren radialen Bereich Dichtlippen 18 aufweisen. Ebenso sind zwischen den Trennwänden 17 über den Umfang des Resonatorrohres 16 mehrere kreisringförmige Aussparungen angeordnet. Die Anzahl der Aussparungen 19 und deren Form und Anordnung haben mit der Wandstärke des Resonatorrohres 16 einen entscheidenden Einfluß auf den zu dämpfenden Fre-

quenzbereich. Das Resonatorrohr 16 mitsamt den Trennwänden 17, den Dichtlippen 18 und den Aussparungen 19 kann im thermoplastischen Spritzgießverfahren hergestellt werden. Während das Resonatorrohr 16 und die Trennwände 17 aus einem festen, hartem Material wie z. B. Polyamid 66 (glasfaserverstärkt) oder ähnlichen im Stand der Technik bekannten thermoplastischen Kunststoffmaterialien hergestellt wird, besteht die Dichtlippe aus einem weichen, elastischen Material. Diese wird im 2-Komponenten-Verfahren an die Trennwände 17 angespritzt.

**[0023]** Die Figur 3 zeigt den erfindungsgemäßen Luftfilter 10 mit eingesetztem Resonatorrohr 16. Den vorhergehenden Figuren entsprechende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Hier ist deutlich zu erkennen, auf welche Weise das Resonatorrohr 16 in den Aufnahmestutzen 15 integriert wird. Die unterschiedlichen Durchmesser der Trennwände 17 inklusive der Dichtlippen 18 ergeben korrespondierend mit dem nach innen hin sich aufweitenden Aufnahmestutzen 15 zwei voneinander und mit dem Innenraum und dem äußeren Bereich abgedichtete Resonatorkammern. Hier ist deutlich zu erkennen, dass sich bei einer passenden Auslegung des Resonatorrohrs 16 der wirksame Durchgangsdurchmesser des Auslasses 12 trotz eingesetztem Resonatorrohr 16 nicht verändert. Das Resonatorrohr 16 kann nun über eine Schweißverbindung oder eine Klipsverbindung nicht lösbar mit dem Luftfiltergehäuseteil 14b und dem damit verbundenen Aufnahmestutzen 15 verbunden werden oder lösbar dichtend in dem die innere Trennscheibe 17 mit hier nicht dargestellten Aufnahmelaschen versehen wird und diese Aufnahmelaschen mit dem Luftfiltergehäuseteil 14b z. B. verschraubt werden.

**[0024]** Die Figur 4 zeigt eine Vergrößerung des eingesetzten Resonatorrohres 16 im Aufnahmestutzen 15. Den vorhergehenden Figuren entsprechende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. In Figur 4 sind deutlich die entstehenden Resonatorkammern 20 zu erkennen. Im dargestellten Beispiel sind zwei Resonatorkammern 20 dichtend voneinander getrennt, wobei diese beiden Kammern auch jeweils nach außen dichtend verschlossen sind. Durch diese Maßnahme wird ein Zweikammer-Breitbandresonator realisiert. Durch die flexible Gestaltung der Dichtlippen 18 ist die Abdichtung auch bei geringen Fertigungstoleranzen weiterhin gegeben. Die im wesentlichen zylindrische Ausführungsform des Resonatorrohres 16 ergibt mit der in wesentlichen zylindrischen Umwandung durch den Aufnahmestutzen das jeweilige Resonatorkammervolumen. Eine Vergrößerung oder Verkleinerung dieses Volumens hat ebenfalls einen Einfluß auf die zu dämpfenden Frequenzen.

#### Patentansprüche

1. Luftfilter (10), insbesondere einer Brennkraftma-

schine, mit einem Einlaß (11), einem Auslaß (12), einem dichtend zwischen Einlaß (11) und Auslaß (12) angeordnetem Luftfilterelement (13) und einem am Luftfiltergehäuse (14a, 14b) angeordneten Aufnahmestutzen (15) für ein Resonatorrohr (16), wobei wenigstens ein Teil des Aufnahmestutzens (15) des Luftfiltergehäuses (14a, 14b) wenigstens einen Teil der Außenwand eines Resonatorschalldämpfers bildet.

2. Luftfilter (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmestutzen für das Resonatorrohr (16) im Inneren des Luftfiltergehäuses (14a, 14b) angeordnet ist.

3. Luftfilter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) im reinluftseitigen Auslaß (12) angeordnet ist.

4. Luftfilter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) im rohluftseitigen Einlaß (11) angeordnet ist.

5. Luftfilter (10) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wirksame Querschnittsfläche von Einlaß (11) oder Auslaß (12) mit eingesetztem Resonatorrohr (16) gleich bleibt.

6. Luftfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) aus einem spritzgießfähigem Material besteht.

7. Luftfilter (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) Trennwände (17) und am radialen Außendurchmesser der Trennwände (17) Dichtlippen (18) enthält.

8. Luftfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) zerstörungsfrei lösbar in dem Luftfiltergehäuse (14a, 14b) angeordnet ist.

9. Luftfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) an einem axialen Ende eine, das Resonatorrohr (16) umgebende, im wesentlichen kreisringförmige, Trennwand (17) mit im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippen (18) enthält, wobei im weiteren Verlauf des Resonatorrohres (16) über den Umfang kreisringförmige Aussparungen (19) angeordnet sind, wobei im weiteren Verlauf eine weitere das Resonatorrohr (16) umgebende, im wesentlichen kreisringförmige, Trennwand (17) mit im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippen (18) angeordnet ist, wobei darauf folgend ein weiterer, durch die zweite Trennwand (17) dichter-

tend abgeschlossener, Bereich mit über dem Umfang angeordneten kreisringförmigen Aussparungen (19) angeordnet ist und wobei das Resonatorrohr (16) an seinem anderen Ende eine letzte, das Resonatorrohr (16) umgebende, im wesentlichen kreisringförmige, Trennwand (17) mit im äußeren Bereich angespritzten Dichtlippen (18) enthält.

10. Luftfilter (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bereiche des Resonatorrohres (16) in dichtender, korrespondierender Verbindung mit wenigstens einem Teil des Aufnahmestutzens (15) zwei Resonatorkammern zu einem Breitbandresonator bilden.

11. Luftfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei gleichbleibendem Luftfiltergehäuse (14a, 14b) über einen Austausch des Resonatorrohres (16) eine Adaption an verschiedene Brennkraftmaschinen möglich ist.

12. Baukastensystem für den Zusammenbau eines Luftfilters (10) für die Ansaugluft von Brennkraftmaschinen, wobei das Baukastensystem folgende Elemente aufweist:

- ein Luftfiltergehäuse (14a, 14b), bestehend aus wenigstens zwei Gehäuseeinzelteilen, wobei wenigstens ein Gehäuseteil einen Aufnahmestutzen (15) für ein Resonatorrohr (16) aufweist,
- ein in dem Gehäuse angeordnetes Filterelement (13),
- ein korrespondierend zum Aufnahmestutzen (15) ausgelegtes Resonatorrohr (16) zur Ausbildung eines Mehrkammerresonators, wobei über eine Variation des Resonatorrohres (16) verschiedene Frequenzbereiche dämpfbar sind.

13. Baukastensystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resonatorrohr (16) über lösbare Verbindungsmittel mit dem Aufnahmestutzen (15) verbunden ist.

14. Verfahren zur Herstellung eines Luftfilters (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit einem Einlaß (11), einem Auslaß (12), einem dichtend zwischen Einlaß (11) und Auslaß (12) angeordnetem Luftfilterelement (13), wobei das Luftfiltergehäuse (14a, 14b) im Spritzgießprozeß hergestellt wird, wobei wenigstens ein Teil der Wandungen des Luftfiltergehäuses einen Aufnahmestutzen für ein Resonatorrohr (16) bildet und der Luftfilter so optional mit einem Resonatorschalldämpfer ausgerüstet wird.

15. Verfahren zur Herstellung eines Luftfilters (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** an Trennwände (17) des Resonatorrohres (16) Dichtlippen (18) angefügt werden, welche bei der lösbaren Verbindung von Luftfiltergehäuse (14a, 14b) und Resonatorrohr (16) eine dichtende Wirkung zwischen den so entstehenden Resonatorkammern (20) und zur Umgebung bewirken.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Dichtlippen (18) im 2-Komponenten-Verfahren an die Trennwände (17) des Resonatorrohres (16) angespritzt werden.

