

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 992 976 A2**

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.04.2000 Patentblatt 2000/15**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **G10K 11/178, G10K 15/02**

(21) Anmeldenummer: **99116192.8**

(22) Anmeldetag: **24.08.1999**

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

(72) Erfinder:  
• **Spannheimer, Helmut, Dr.**  
  **85630 Neukeferloh (DE)**  
• **Freyman, Raymond, Dr.**  
  **80935 München (DE)**  
• **Dormeier, Herbert**  
  **82110 Germering (DE)**

(30) Priorität: **05.10.1998 DE 19845736**

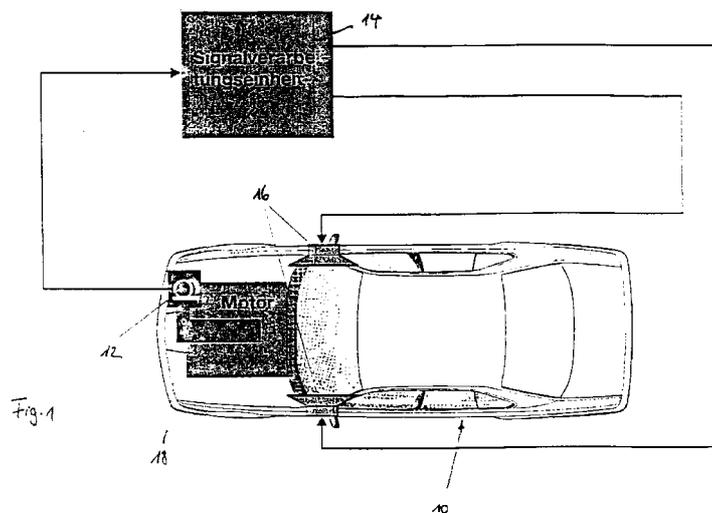
(71) Anmelder:  
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**  
**80809 München (DE)**

(74) Vertreter: **Zollner, Richard et al**  
**Bayerische Motoren Werke AG**  
**Patentabteilung AJ-3**  
**80788 München (DE)**

#### (54) **Vorrichtung zur elektroakustischen Geräuschrückführung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektroakustischen Geräuschrückführung für ein Kraftfahrzeug (10) mit einem Schalldrucksensor (12), einer Signalverarbeitungseinheit (14), welche mit dem Schalldrucksensor (12) verbunden ist und Signale vom diesem erhält und verarbeitet, und einer Lautsprecher-einheit (16) mit zumindest einem Lautsprecher, welche mit der Signalverarbeitungseinheit (14) verbunden ist.

Die Aufgabe, das Motorgeräusch möglichst natürlich und einfach in den Innenraum des Kraftfahrzeugs zu übertragen, wird dadurch gelöst, daß der Schalldrucksensor (12) im Ansaug- (18) oder Abgastrakt des Kraftfahrzeuges (10) angeordnet ist.



**EP 0 992 976 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektroakustische Geräuschrückführung für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Bei Personenkraftfahrzeugen ist es bekannt, ein Sounddesign durchzuführen. Grundsätzlich sollte den Fahrzeuginsassen ein hohes Maß an Akustikkomfort geboten werden, wobei insbesondere auf einen geringen Geräuschpegel Wert zu legen ist. Andererseits soll der Fahrer aber auch den Betriebszustand des Motors exakt kennen, wozu eine Fahrgeräuschkopplung, insbesondere eine Rückkopplung des Motorgeräusches, zweckmäßig ist. Im übrigen gilt es, die Emissionsvorschriften (dazu gehören auch die Schallemissionen) einzuhalten.

**[0003]** Um diesen Zielkonflikt zu lösen, ist es bekannt, das Innengeräusch durch passive Abstimmmaßnahmen, beispielsweise durch Aggregatlagerungen, zu verändern.

**[0004]** Ferner ist neben einer guten Schalldämmung die synthetische Erzeugung von Innengeräuschen oder aber auch die Abspeicherung von Klangkomponenten und die elektroakustische Hinzufügung zu dem Innenraum eines Kraftfahrzeugs bekannt (vgl. EP 0 469 023 B1, DE 27 34 948 A1).

**[0005]** Eine Quelle mit starker Lastabhängigkeit stellen die Abgasanlage und der Ansaugtrakt dar. Eine Erhöhung des abgestrahlten Schalls aus diesen Anregungsquellen ist aber wegen den oben genannten strengen Emissions- und Außengeräuschvorschriften nicht zielführend. Im übrigen wird die Einleitung dieser Geräuschkomponenten in den Innenraum durch eine hohe Karosseriedämmung, die zur Minderung von Wind- und Rollgeräuschen und zur Unterdrückung störender, mechanischer Motorgeräuschkomponenten erforderlich ist, weitgehend unterbunden. Eine gezielte mechanische Einleitung in den Fahrzeug-Innenraum ist zwar prinzipiell möglich, hat sich aber bezüglich der Kosten und der Anordnung im Fahrzeug als nachteilig herausgestellt.

**[0006]** Bei synthetisierten Klangkomponenten kann in der Regel kein authentisch einem Motorgeräusch nachempfundenes Innengeräusch dargestellt werden.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, auf einfache Art und Weise eine akustische Rückmeldung des Betriebszustands des Motors in den Innenraum eines Fahrzeugs sicherzustellen, ohne daß das Außengeräusch zu hoch wird oder die Karosseriedämmung vermindert werden müßte.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale erfüllt.

**[0009]** Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung ist es, den Schalldruck im Ansaug- oder Abgastrakt aufzunehmen. Diese akustischen Quellen besitzen eine hohe Lastabhängigkeit. Die erfaßten Geräusche werden dann elektronisch verarbeitet und über eine Lautsprecheranlage in den Innenraum des Fahrzeugs einge-

spielt. Bereits bei einer sehr einfachen Ausführungsform der Erfindung kann ein naturgetreues akustisches Signal in den Fahrzeug-Innenraum übermittelt werden. Ein Fahrzeuginsasse empfindet dieses Signal nicht als synthetisiert oder künstlich dargestellt.

**[0010]** Vorzugsweise kann der Schalldruck in der Nähe der Ansaugluftöffnung oder im Ansauggeräuschdämpfer bzw. Luftfilterkasten erfaßt werden.

**[0011]** Von Vorteil ist es ferner, in der Signalverarbeitungseinheit ein oder mehrere Filter vorzusehen, mit der sich die Klangcharakteristik verändern und an verschiedene Fahrzeug- oder Motortypen anpassen läßt. Das Spektrum kann von einem sonoren „Brabbel“-Sound bis zu einem „Rennsport“-Sound je nach Anforderung variiert werden.

**[0012]** Bei weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann die Signalverarbeitungseinheit so ausgebildet sein, daß das in den Innenraum des Kraftfahrzeugs eingespielte Geräuschsignal drehzahlabhängig verändert wird, um einen gewünschten Pegelverlauf - beispielsweise einen sehr gleichmäßigen Innengeräuschverlauf über der Drehzahl - zu erzielen.

**[0013]** Auf diese Art kann auch eine Verstärkung eines Dynamikeindrucks erreicht werden.

**[0014]** Möglich ist ebenfalls eine lastabhängige Veränderung des eingespielten Geräusches. Dazu müßte lediglich das Fahrpedal oder Drosselklappenstellungssignal von der Signalverarbeitungseinheit aufgenommen und entsprechend berücksichtigt werden.

**[0015]** Ferner ist es möglich, eine geschwindigkeitsabhängige Lautstärke- oder Klangcharakteristikanpassung durchzuführen. Eine Anpassung des eingespielten Geräusches ist überdies in Abhängigkeit von der Getriebeübersetzungswahl oder einer Kick-Down-Betätigung möglich. Überdies sind natürlich auch Geräuschpassung in Abhängigkeit von anderen Größen durchführbar.

**[0016]** Beim Einsatz von Filtern kann man natürlich auch die Frequenzgangcharakteristik in Abhängigkeit von den vorgenannten Parametern Drehzahl, Last und Geschwindigkeit verändern. Dadurch läßt sich ebenso eine gewünschte Klangcharakteristik erreichen.

**[0017]** Natürlich ist es auch ohne weiteres möglich, andere Parameter der Signalverarbeitungseinheit zuzuführen, die die vom Schallsdrucksensor kommenden Signale in Abhängigkeit von solchen Parametern verändern kann.

**[0018]** Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Schalteinheit vorgesehen ist, mit welcher die Vorrichtung deaktivierbar oder aktivierbar ist. Dazu können entweder der Schallsdrucksensor oder die Signalverarbeitungseinheit oder die Lautsprecheranlage abgeschaltet werden. Mit dieser Maßnahme läßt sich die Geräuschquelle, wie vom Fahrzeugbediener gewünscht, zu- oder abschalten. Die Deaktivierung oder die Aktivierung kann natürlich auch in Abhängigkeit von bestimmten Fahrbetriebsbedingungen ausgewählt werden. Bei-

spielsweise ist es möglich, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung bei einem Automatikgetriebe mit manuellem Schaltbetrieb (Steptronik) nur im manuellen Schaltbetrieb aktiviert wird, also dann, wenn ein Fahrzeugbediener eine eher sportliche Fahrweise wünscht. Im normalen Automatikbetrieb könnte die erfindungsgemäße Vorrichtung deaktiviert sein, so daß eine leisere Akustik gegeben ist. Natürlich kann die Deaktivierung und Aktivierung auch mit einer Einstellung der Motorcharakteristik oder jeglicher anderer Signale gekoppelt werden.

**[0019]** Insgesamt ist durch die erfindungsgemäße Vorrichtung eine besonders einfache akustische Rückmeldung mit angenehm klingenden Klangkomponenten zu erzeugen. Das System erhöht insbesondere bei Fahrzeug mit hoher Leistung die Fahrsicherheit und unterstützt den Fahrer akustisch.

**[0020]** Da eine erfindungsgemäße Vorrichtung nur das Innengeräusch beeinflusst, erfolgt die verstärkte akustische Rückmeldung an die Fahrzeuginsassen ohne daß die Umwelt belastet wird. Insbesondere wird über die erfindungsgemäße Vorrichtung lediglich das bereits natürliche Motorgeräusch aus dem Ansaug- oder dem Abgastrakt in den Innenraum eines Fahrzeugs eingespielt, so daß ein natürliches, dem jeweiligen Fahrzeugtyp anpaßbares Klangbild erzielbar ist.

**[0021]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert, die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 eine schematische graphische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Kraftfahrzeug angeordnet und

Fig. 2 eine schematische Schaltskizze eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0022]** In Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug in Draufsicht schematisch dargestellt, welches einen Motor mit einem Ansaugtrakt 18 zeigt. Im nur schematisch dargestellten Ansaugtrakt 18 ist ein Schalldrucksensor 12 in Form eines Mikrophons dargestellt, welches die natürlichen Motorgeräusche im Ansaugbereich aufnimmt und über eine Leitung an eine Signalverarbeitungseinheit 14 abgibt. Die Signalverarbeitungseinheit 14 verarbeitet die Signale vom Schalldrucksensor 12 und gibt sie an eine Lautsprechereinheit 16 ab, die die von der Signalvorrichtungseinheit 14 erzeugten Signale in akustische Signale umwandelt. Als Lautsprecher können separate Lautsprecher oder aber auch die Lautsprecher einer Audioanlage eines Fahrzeugs verwendet werden. Die Signalverarbeitungseinheit 14 filtert und verstärkt im vorliegenden Fall die vom Schalldrucksensor 12 abgegebenen Signale.

**[0023]** Ein Beispiel für eine Signalverarbeitungseinheit ist in Form einer schematischen Schaltskizze in Fig. 2 dargestellt. Dabei wird das Signal vom Schalldrucksensor 12 zunächst durch einen Hochpaßfilter 20

geschickt, um niederfrequente Schallanteile, die zu großen Membranbewegungen führen würden, zu eliminieren. Das vom Hochpaßfilter 20 abgegebene Signal wird in zwei Zweige aufgespaltet. In einem Zweig wird das Signal durch einen Tiefpaßfilter 22 geführt und dann im wesentlichen an ein Potentiometer 26 geleitet, welches je nach seiner Einstellung ein mehr oder minder abgeschwächtes Signal an einen Addierer (+) weitergibt.

**[0024]** Das Signal in dem anderen Zweig läuft zu einem weiteren Potentiometer 24 im wesentlichen ungefiltert und besitzt daher Breitbandanteile. Nach dem Potentiometer 24 wird es ebenfalls dem Addierer (+) zugeführt. Im Addierer werden die beiden in den verschiedenen Zweigen geführten Signale gewichtet zusammenaddiert und durch einen weiteren Tiefpaßfilter 28 geschickt, in dem sie nach oben begrenzt werden. Schließlich werden die so verarbeiteten Signale in einem Verstärker 30 verstärkt und an die Lautsprecher 16 des Fahrzeugs abgegeben. Diese wandeln das so erzeugte elektrische Signal in ein akustisches Signal um, welches im wesentlichen ein gefiltertes, natürliches Abbild des im Ansaugtrakt aufgenommenen Geräusches darstellt. Durch eine Veränderung der Gewichtungsfaktoren durch Justierung der Potentiometer 24 und 26 zwischen Breitband und Tiefpaßanteil läßt sich der Klangeindruck einfach verstellen. Die Justierung erfolgt beim vorliegenden Ausführungsbeispiel manuell.

**[0025]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann die Verstellung der Gewichtungsfaktoren auch aufgrund der Drosselklappenstellung, des Drehzahlsignals oder der Geschwindigkeit erfolgen. Zu diesem Zweck könnte die Signalverarbeitungseinheit 14 an einen CAN-Bus angeschlossen sein und noch eine zusätzliche Steuerungseinheit besitzen, die die Steuerung der Potentiometer 24 und 26 in Abhängigkeit von den gewählten Parametern übernimmt.

**[0026]** Natürlich können alternativ auch andere als die vorgenannten Parameter zur Steuerung von Gewichtungsfaktoren gewählt werden. Im übrigen ist es auch möglich, andere Filter zur Veränderung des Klanges zu verwenden.

**[0027]** Die dargestellte Ausführungsform ist auch lediglich eine einfache Version einer Geräuschrückführungsvorrichtung, die das im Ansaug- bzw. Abgastrakt aufgenommene natürliche Motorgeräusch in den Innenraum führt.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektroakustischen Geräuschrückführung für ein Kraftfahrzeug (10) mit einem Schalldrucksensor (12), einer Signalverarbeitungseinheit (14), welche mit dem Schalldrucksensor (12) verbunden ist und Signale vom diesem erhält und verarbeitet, und einer Lautsprechereinheit (16) mit zumindest einem Lautsprecher, welche mit der Signalverarbeitungseinheit (14) verbunden ist, wobei der Schalldrucksensor (12) im Ansaug- (18)

oder Abgastrakt des Kraftfahrzeuges (10) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Lautsprechereinheit (10) eine Audioanlage des Kraftfahrzeuges (10) dient. 5
  
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (14) zumindest eine Filtereinrichtung (20, 22, 28) zur Veränderung der Klangcharakteristik des vom Schalldrucksensor (12) aufgenommenen Geräusches enthält. 10
  
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (14) derart ausgebildet ist, um das Geräusch, insbesondere dessen Lautstärke oder dessen Frequenzgangcharakteristik, drehzahlabhängig zu verändern. 15
  
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (14) derart ausgebildet ist, um das Geräusch, insbesondere dessen Lautstärke oder dessen Frequenzgangcharakteristik, lastabhängig zu verändern. 20
  
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (14) derart ausgebildet ist, um das Geräusch, insbesondere dessen Lautstärke oder dessen Frequenzgangcharakteristik, geschwindigkeitsabhängig zu verändern. 25
  
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (14) derart ausgebildet ist, um das Geräusch, insbesondere dessen Lautstärke oder dessen Frequenzgangcharakteristik, in Abhängigkeit von der eingestellten Getriebeübersetzungsstufe oder einem Kick-Down-Betrieb zu verändern. 30
  
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schalteinheit vorgesehen ist, mit welcher der Schalldrucksensor (12), die Signalverarbeitungseinheit (14) oder die Lautsprechereinheit (16) deaktivierbar oder aktivierbar ist. 35

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinheit auf bestimmte Fahrbetriebsbedingungen anspricht. 40

