

Lautsprecheranordnung mit leiterplattenintegriertem ASIC

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lautsprecheranordnung mit einer Leiterplatte, einem MEMS-Lautsprecher zum Erzeugen von Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum und einem mit dem MEMS-Lautsprecher elektrisch verbundenen ASIC.

Die Bezeichnung MEMS steht für mikroelektromechanische Systeme. MEMS-Lautsprecher bzw. Mikrolautsprecher ist beispielsweise aus der DE 10 2012 220 819 A1 bekannt. Die Schallerzeugung erfolgt über eine schwingbar gelagerte Membran des MEMS-Lautsprechers. Ein derartiger Mikrolautsprecher muss in der Regel eine hohe Luftvolumenverschiebung erzeugen, um einen signifikanten Schalldruckpegel zu erreichen. Bekannte MEMS-Lautsprecher weisen den Nachteil auf, dass diese ein relativ großes Bauvolumen aufweisen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lautsprecheranordnung zu schaffen, die sehr kompakt ausgebildet ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Lautsprecheranordnung mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Vorgeschlagen wird eine Lautsprecheranordnung für MEMS-Lautsprecher, die dazu geeignet sind, Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum zu erzeugen. Die Lautsprecheranordnung weist eine Leiterplatte, einen MEMS-Lautsprecher und einen ASIC auf. Der MEMS-Lautsprecher ist ein mikroelektromechanisches System zum Erzeugen von Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum. Der MEMS-Lautsprecher weist eine Membran auf, die in einer z-Achse des MEMS-Lautsprechers auslenkbar ist. Vorzugsweise ist der MEMS-Lautsprecher elektromechanisch, elektrostatisch und/oder piezoelektrisch angetrieben. Der MEMS-Lautsprecher ist elektrisch mit dem

ASIC verbunden. Die Leiterplatte weist einen, insbesondere im Wesentlichen geschlossenen, ersten Leiterplattenhohlraum auf. In diesem ersten Leiterplattenhohlraum ist der ASIC angeordnet. Der ASIC ist somit vollständig in der Leiterplatte integriert. Hierdurch ist der ASIC vor äußeren Einflüssen geschützt im Inneren des ersten Leiterplattenhohlraums der Leiterplatte aufgenommen. Die Leiterplatte weist einen zweiten Leiterplattenhohlraum auf. Der zweite Leiterplattenhohlraum umfasst eine Öffnung. Der MEMS-Lautsprecher erstreckt sich derart über die Öffnung des zweiten Leiterplattenhohlraums, dass die Öffnung mittels diesem vollständig verschlossen ist. Des Weiteren erstreckt sich der MEMS-Lautsprecher derart über die Öffnung, dass der zweite Leiterplattenhohlraum zumindest einen Teil einer Kavität des MEMS-Lautsprechers ausbildet. Unter der Begrifflichkeit „Kavität“ ist ein Hohlraum zu verstehen, mittels dem der Schalldruck des MEMS-Lautsprechers verstärkt werden kann. Wenn der ASIC vollständig in der Leiterplatte integriert ist und zugleich die Leiterplatte zumindest teilweise die Kavität des MEMS-Lautsprechers ausbildet, kann die Lautsprecheranordnung sehr bauraumsparend ausgebildet werden. Die Lautsprecheranordnung weist einen Schallleitkanal auf. Der Schallleitkanal ist zum MEMS-Lautsprecher benachbart angeordnet. Der vom MEMS-Lautsprecher erzeugte Schall wird somit über den Schallleitkanal abgeführt. An seinem dem MEMS-Lautsprecher abgewandten Ende weist der Schallleitkanal eine akustische Austrittsöffnung auf. Über diese kann der erzeugte Schall die Lautsprecheranordnung verlassen. Der Schallleitkanal erstreckt sich schräg, insbesondere im 90°-Winkel, zur z-Achse des MEMS-Lautsprechers. Die akustische Austrittsöffnung ist an einer Seitenfläche der Lautsprecheranordnung angeordnet. Die Seitenfläche ist vorzugsweise parallel zur z-Achse ausgerichtet und/oder die Flächennormale der Seitenfläche ist vorzugsweise lotrecht zur z-Achse ausgerichtet.

Vorteilhaft ist es, wenn die Leiterplatte einen dritten Leiterplattenhohlraum aufweist, in dem der MEMS-Lautsprecher zumindest teilweise angeordnet ist. Hierdurch kann der MEMS-Lautsprecher zumindest teilweise in die Leiterplatte formschlüssig integriert werden, wodurch sich das Bauvolumen der

Lautsprecheranordnung reduziert. Vorzugsweise ist der dritte Leiterplattenhohlraum zum zweiten Leiterplattenhohlraum, insbesondere unmittelbar, benachbart angeordnet. Des Weiteren ist der dritte Leiterplattenhohlraum vorzugsweise, insbesondere unmittelbar, im Bereich der Öffnung des zweiten Leiterplattenhohlraums ausgebildet. Der MEMS-Lautsprecher ist des Weiteren insbesondere formschlüssig in der Leiterplatte fixiert. Zusätzlich kann der MEMS-Lautsprecher mit der Leiterplatte stoffschlüssig, insbesondere durch Verkleben, und/oder kraftschlüssig, insbesondere durch Einpressen, fest mit der Leiterplatte verbunden sein.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der MEMS-Lautsprecher in der Leiterplatte, vorzugsweise vollständig, integriert und/oder eingebettet. Diese Integration des MEMS-Lautsprechers in die Leiterplatte ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass der dritte Leiterplattenhohlraum den MEMS-Lautsprecher in seinem Randbereich, vorzugsweise rahmenartig und/oder im Bereich seiner dem zweiten Leiterplattenhohlraum zugewandten und/oder abgewandten Seite, formschlüssig umgreift. Der MEMS-Lautsprecher kann somit bei der schichtweisen Herstellung der Leiterplatte integrativ und fest mit dieser verbunden werden. Hierdurch kann der Herstellungsprozess der Lautsprecheranordnung sehr einfach und kostengünstig ausgebildet werden.

Um den vom MEMS-Lautsprecher erzeugten Schall verstärken und/oder gezielt in eine Richtung bzw. zu einer Seite der Lautsprecheranordnung lenken zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Lautsprecheranordnung einen zum dritten Leiterplattenhohlraum, insbesondere unmittelbar, benachbarten Schallleitkanal aufweist. Vorzugsweise ist der Schallleitkanal zumindest teilweise durch einen vierten Leiterplattenhohlraum der Leiterplatte ausgebildet. Hierdurch sind vorteilhafterweise zur Ausbildung des Schallleitkanals keine zusätzliche Komponenten notwendig. Des Weiteren kann die Lautsprecheranordnung somit sehr bauraumsparend ausgebildet werden.

Zusätzlich ist es ferner vorteilhaft, wenn der Schallleitkanal zu einer Außenfläche, insbesondere zu einer einbauorientierten Oberseite und/oder zu einer Seitenfläche, der Lautsprecheranordnung, insbesondere der Leiterplatte, hin eine akustische Austrittsöffnung aufweist. Aus dieser Austrittsöffnung kann der vom MEMS-Lautsprecher erzeugte Schall aus der Lautsprecheranordnung, insbesondere der Leiterplatte austreten.

Vorteilhaft ist es, wenn die Leiterplatte einen vierten Leiterplattenhohlraum aufweist. Dieser vierte Leiterplattenhohlraum bildet vorzugsweise zumindest teilweise den Schallleitkanal aus. Hierdurch kann die Lautsprecheranordnung sehr kompakt und kostengünstig ausgebildet werden.

Zum sicheren Fixieren des MEMS-Lautsprechers in der Leiterplatte, ist es vorteilhaft, wenn der dritte Leiterplattenhohlraum zum formschlüssigen Umgreifen des MEMS-Lautsprechers eine größere Breite als der zweite und/oder vierte Leiterplattenhohlraum aufweist. Zusätzlich zu dieser formschlüssigen Fixierung des MEMS-Lautsprechers kann dieser optional im dritten Leiterplattenhohlraum – der auch als Leiterplattenaussparung an einer Außenfläche der Leiterplatte ausgebildet sein kann – stoffschlüssig und/oder kraftschlüssig fixiert sein.

Vorteilhaft ist es, wenn sich die Breite des Schallleitkanals, insbesondere des vierten Leiterplattenhohlraums, zumindest bereichsweise, insbesondere vom MEMS-Lautsprecher und/oder dritten Leiterplattenhohlraum ausgehend, in Richtung der Austrittsöffnung vergrößert. Diese Breitenvergrößerung ist vorzugsweise trichterförmig ausgebildet.

Der MEMS-Lautsprecher zeigt vorzugsweise zu einer Außenfläche, insbesondere zu einer einbaugemäßen Oberseite der Lautsprecheranordnung und/oder der Leiterplatte, hin. Um den von dem MEMS-Lautsprecher erzeugten Schall in eine zur einbaugemäße Orientierung des MEMS-Lautsprechers abweichende Richtung leiten zu können, ist es vorteilhaft, wenn der Schalllei-

tkanal, insbesondere der vierte Leiterplattenhohlraum, einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich aufweist. Der erste Bereich ist hierbei vorzugsweise zum MEMS-Lautsprecher benachbart angeordnet. Der zweite Bereich ist insbesondere zur Austrittsöffnung benachbart angeordnet. Um den Schall in eine von der Orientierung des MEMS-Lautsprechers unabhängige Richtung leiten zu können, ist es vorteilhaft, wenn der erste und zweite Bereich zueinander um einen Winkel geneigt sind. Hierfür kann der Schallleitkanal gebogen und/oder geknickt sein. Die winklige Neigung der beiden Bereiche beträgt vorzugsweise 90° . Hierdurch kann der MEMS-Lautsprecher zu einer Ober- oder Unterseite der Lautsprecheranordnung, insbesondere der Leiterplatte, hin orientiert sein, wobei der erzeugte Schall in einem anderen Bereich, insbesondere an einer Seitenfläche der Leiterplatte austreten kann.

Eine sehr kompakte Bauform der Lautsprecheranordnung kann dadurch bewirkt werden, wenn der MEMS-Lautsprecher vollständig in der Leiterplatte integriert ist und die Leiterplatte zumindest teilweise die Kavität und den Schallleitkanal ausbildet. Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft, wenn der zweite und vierte Leiterplattenhohlraum mittels des dritten Leiterplattenhohlraums voneinander beabstandet sind. Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn der zweite und vierte Leiterplattenhohlraum mittels des in dem dritten Leiterplattenhohlraum integrierten MEMS-Lautsprechers voneinander getrennt sind.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst der MEMS-Lautsprecher ein Trägersubstrat, einen in dem Trägersubstrat ausgebildeten Substrathohlraum und eine Membran. Das Trägersubstrat bildet hierbei vorzugsweise einen Rahmen aus. Hierfür weist der Substrathohlraum, insbesondere an zwei gegenüberliegenden Seiten des Trägersubstrats, eine erste und zweite Substratöffnung auf. Das rahmenförmige Trägersubstrat ist demnach vorzugsweise zu einer Oberseite und zu einer Unterseite des MEMS-Lautsprechers hin offen. Eine dieser beiden Substratöffnungen, insbesondere die erste Substratöffnung, ist mittels der Membran, die vorzugsweise in ihrem Randbereich mit dem Trägersubstrat verbunden ist, derart überspannt,

dass die Membran zur Erzeugung von Schallenergie gegenüber dem Trägersubstrat zu schwingen vermag.

Zur Ausbildung einer möglichst großen Kavität ist es vorteilhaft, wenn der MEMS-Lautsprecher gegenüber der Leiterplatte derart orientiert ist, dass der Substrathohlraum und der zweite Leiterplattenhohlraum zusammen die Kavität des MEMS-Lautsprechers ausbilden. Hierdurch kann das Volumen der Kavität, die zumindest durch den zweiten Leiterplattenhohlraum ausgebildet ist, zusätzlich durch das Volumen des Substrathohlraums vergrößert werden. Vorzugsweise ist hierfür die zweite Substratöffnung des MEMS-Lautsprechers zum zweiten Leiterplattenhohlraum hin orientiert.

Auch ist es vorteilhaft, wenn der MEMS-Lautsprecher gegenüber der Leiterplatte derart orientiert ist, dass der Substrathohlraum, insbesondere zusammen mit dem vierten Leiterplattenhohlraum, zumindest teilweise den Schallkanal ausbildet. Hierdurch kann die Lautsprecheranordnung sehr kompakt ausgebildet werden. Diesbezüglich ist es vorteilhaft, wenn die zweite Substratöffnung vom zweiten Leiterplattenhohlraum weg zeigt.

Die Lautsprecheranordnung kann sehr einfach und kostengünstig hergestellt werden, wenn die Leiterplatte sandwichartig aus mehreren übereinander angeordneten und/oder miteinander, vorzugsweise stoffschlüssig, verbundenen Schichten aufgebaut ist.

Zur in der Leiterplatte integrativen Ausbildung des ASIC, der Kavität, des MEMS-Lautsprechers und/oder des Schallleitkanals ist es vorteilhaft, wenn zumindest eine dieser Schichten eine erste Aussparung aufweist, mittels der zumindest teilweise der erste Leiterplattenhohlraum zur eingebetteten Aufnahme des ASIC ausgebildet ist. Zusätzlich oder alternativ ist es ferner vorteilhaft, wenn zumindest eine dieser Schichten eine zweite Ausnehmung aufweist, mittels der zumindest teilweise der zweite, dritte und/oder vierte Leiterplattenhohlraum ausgebildet ist.

Vorzugsweise umfasst die Leiterplatte mehrere übereinander angeordnete Schichten mit einer derartigen ersten und/oder zweiten Ausnehmung, so dass der durch diese ausgebildete Leiterplattenhohlraum ein entsprechend ausreichendes Volumen, insbesondere Höhe, aufweist, dass der ASIC in dieser angeordnet werden kann. Des Weiteren kann hierdurch ein entsprechend ausreichendes Volumen des jeweiligen Leiterplattenhohlraums zur Aufnahme des MEMS-Lautsprechers ausgebildet werden.

Vorteilhaft ist es, wenn der zweite Leiterplattenhohlraum zusammen mit dem dritten und/oder vierten Leiterplattenhohlraum einen gemeinsamen Akustikhohlraum ausbilden, der mittels des MEMS-Lautsprechers in die Kavität und zumindest einen Teil des Schallleitkanals unterteilt ist.

Um die Lautsprecheranordnung möglichst flach auszubilden, ist es vorteilhaft, wenn der erste und zweite Leiterplattenhohlraum, insbesondere die erste und zweite Ausnehmung, nebeneinander angeordnet sind. Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn der erste und zweite Leiterplattenhohlraum voneinander getrennt sind. Um die Lautsprecheranordnung möglichst schmal ausbilden zu können, ist es alternativ dazu ferner vorteilhaft, wenn der erste und zweite Leiterplattenhohlraum übereinander angeordnet sind und/oder, insbesondere mittels einer Schicht, voneinander getrennt sind.

Zur Erzeugung von Schallwellen schwingt die Membran in Z-Richtung zumindest teilweise in den zweiten und/oder vierten Leiterplattenhohlraum hinein. Zum Druckausgleich ist es vorteilhaft, wenn die Leiterplatte zumindest einen Druckausgleichskanal aufweist. Dieser verbindet den zweiten Leiterplattenhohlraum mit einer Außenfläche der Lautsprecheranordnung. Der Druckausgleichskanal erstreckt sich vorzugsweise vom zweiten Leiterplattenhohlraum ausgehend bis zu einer Außenfläche der Lautsprecheranordnung, insbesondere der Leiterplatte. Des Weiteren weist dieser vorzugsweise an zumindest einer der Außenflächen der Lautsprecheranordnung, insbe-

sondere der Leiterplatte, vorzugsweise einer Seitenfläche, einer Unterseite und/oder einer Oberseite, eine Ausgleichsöffnung auf.

Vorteilhaft ist es, wenn der Druckausgleichskanal einen, insbesondere mit dem zweiten Leiterplattenhohlraum verbundenen, ersten Abschnitt und einen, insbesondere mit der Ausgleichsöffnung verbundenen, zweiten Abschnitt aufweist, die miteinander verbunden sind und vorzugsweise zueinander um einen Winkel, insbesondere von 90°, geneigt sind. Vorzugsweise sind die beiden Abschnitte über einen Knick oder eine Biegung miteinander verbunden. Je nach Einbausituation der Lautsprecheranordnung kann die Ausgleichsöffnung somit in einem optimalen Bereich an einer der Außenflächen der Lautsprecheranordnung, insbesondere der Leiterplatte, angeordnet sein.

Vorgeschlagen wird ferner eine Lautsprecheranordnung, die vorzugsweise gemäß der vorangegangenen Beschreibung ausgebildet ist, wobei die genannten Merkmale einzeln oder in beliebiger Kombination vorhanden sein können. Die Lautsprecheranordnung umfasst eine Leiterplatte, einen MEMS-Lautsprecher zum Erzeugen von Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum und einen mit dem MEMS-Lautsprecher elektrisch verbundenen ASIC. Die Leiterplatte weist einen ersten Leiterplattenhohlraum auf, in dem der ASIC angeordnet ist, so dass dieser vollständig in der Leiterplatte integriert ist. Die Leiterplatte weist einen zweiten Leiterplattenhohlraum mit einer Öffnung auf, die mittels des MEMS-Lautsprechers verschlossen ist. Der zweite Leiterplattenhohlraum bildet somit zumindest einen Teil einer Kavität des MEMS-Lautsprechers aus. Die Leiterplatte weist zumindest einen Druckausgleichskanal auf. Der Druckausgleichskanal ist somit zumindest teilweise in der Leiterplatte ausgebildet bzw. in dieser integriert. Er erstreckt sich vom zweiten Leiterplattenhohlraum, insbesondere von der Kavität, ausgehend bis zu einer Außenfläche der Lautsprecheranordnung.

Vorteilhaft ist es, wenn der Druckausgleichskanal zum Druckausgleich mit der Umgebung eine Ausgleichsöffnung aufweist. Diese ist vorzugsweise an

der Außenfläche, vorzugsweise einer Seitenfläche, einer Unterseite und/oder einer Oberseite, der Lautsprecheranordnung, insbesondere der Leiterplatte, angeordnet. Die Ausgleichsöffnung ist vorzugsweise an dem der Kavität abgewandten Ende des Druckausgleichskanals angeordnet.

Vorteilhaft ist es, wenn der Druckausgleichskanal einen, insbesondere mit dem zweiten Leiterplattenhohlraum verbundenen, ersten Abschnitt und/oder einen, insbesondere mit der Ausgleichsöffnung verbundenen, zweiten Abschnitt aufweist. Vorzugsweise sind diese zueinander winklig angeordnet. Zwischen ihnen ist somit insbesondere ein Knick ausgebildet. Die beiden Bereiche sind vorzugsweise zueinander um einen Winkel, insbesondere von 90°, geneigt.

Weitere Vorteile der Erfindung sind in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigt:

- Figur 1** ein erstes Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einem in der Leiterplatte integrierten ASIC und einer in der Leiterplatte integrierten Kavität,
- Figur 2** ein zweites Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einem in der Leiterplatte integrierten ASIC und einer in der Leiterplatte integrierten Kavität und einem in der Leiterplatte integrierten MEMS-Lautsprecher,
- Figur 3** ein drittes Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einem in der Leiterplatte integrierten ASIC und einer in der Leiterplatte integrierten Kavität, einem in der Leiterplatte integrierten MEMS-Lautsprecher und einem in der Leiterplatte integrierten Schalleitkanal,

- Figur 4** ein viertes Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einer alternativen Orientierung des MEMS-Lautsprechers sowie einer alternativen Ausführungsform eines Druckausgleichskanals,
- Figur 5** ein fünftes Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einer alternativen Ausführungsform des Schalleitkanals,
- Figur 6** ein sechstes Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einer alternativen Ausführungsform des MEMS-Lautsprechers und
- Figur 7** ein siebtes Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung in der Schnittansicht mit einer alternativen Ausführungsform des zweiten Leiterplattenhohlraums.

Bei der nachfolgenden Figurenbeschreibung werden, um die Beziehungen zwischen den verschiedenen Elementen zu definieren, beziehend auf die jeweils in den Figuren dargestellte Lage der Objekte relative Begriffe, wie beispielsweise oberhalb, unterhalb, oben, unten, drüber, drunter, links, rechts, vertikal und horizontal, verwendet. Es versteht sich von selbst, dass sich diese Begrifflichkeiten bei einer Abweichung von der in den Figuren dargestellten Lage der Vorrichtungen und/oder Elemente verändern können. Demnach würde beispielsweise bei einer in Bezug auf die Figuren dargestellten invertierten Orientierung der Vorrichtungen und/oder Elemente ein in der nachfolgenden Figurenbeschreibung als oberhalb spezifiziertes Merkmal nunmehr unterhalb angeordnet sein. Die verwendeten Relativbegriffe dienen somit lediglich zur einfacheren Beschreibung der relativen Beziehungen zwischen den einzelnen im nachfolgenden beschriebenen Vorrichtungen und/oder Elemente. In den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen erstreckt sich eine z-Achse eines MEMS-Lautsprechers, in deren Rich-

tung eine Membran des MEMS-Lautsprechers zu schwingen vermag, vertikal bzw. zwischen der Unter- und Oberseite der Lautsprecheranordnung.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Lautsprecheranordnung 1 in einer seitlichen Schnittansicht. Die Lautsprecheranordnung 1 umfasst im Wesentlichen eine Leiterplatte 2, einen MEMS-Lautsprecher 3 sowie einen ASIC 4. Der MEMS-Lautsprecher 3 ist mit in den Figuren nicht weiter im Detail dargestellten elektrischen Kontakten mit dem ASIC 4 verbunden. Der MEMS-Lautsprecher 3 kann somit über den ASIC 4 angesteuert werden.

Der MEMS-Lautsprecher 3 ist derart ausgebildet, dass dieser Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum erzeugen kann. Hierfür umfasst der MEMS-Lautsprecher 3 ein Trägersubstrat 5. Das Trägersubstrat 5 weist zumindest einen Substrathohlraum 6 auf. Der Substrathohlraum 6 weist wiederum im Bereich zweier gegenüberliegender Seiten des Trägersubstrats 5 eine erste, abbildungsorientierte obere, Substratöffnung 7 und eine zweite, abbildungsorientierte untere, Substratöffnung 8 auf. Das Trägersubstrat 5 bildet somit einen Rahmen aus. Der MEMS-Lautsprecher 3 umfasst des Weiteren eine Membran 9. Diese ist im Randbereich 10 des Trägersubstrats 5 fest mit diesem verbunden. Die Membran 9 überspannt somit das rahmenförmige Trägersubstrat 5 im Bereich der ersten Substratöffnung 7. Der MEMS-Lautsprecher 3 kann über den ASIC 4 derart angeregt werden, dass die Membran 9 zur Erzeugung von Schallenergie gegenüber dem Trägersubstrat 5 in Schwingung versetzt wird.

Gemäß Figur 1 weist die Leiterplatte 2 einen ersten Leiterplattenhohlraum 11 auf. Der erste Leiterplattenhohlraum 11 ist im Wesentlichen vollständig geschlossen. In dem ersten Leiterplattenhohlraum 11 ist der ASIC 4 angeordnet. Der ASIC 4 ist somit vollständig in der Leiterplatte 2 eingebettet.

Zusätzlich zum ASIC 4 weist die Lautsprecheranordnung 1 elektrische, insbesondere passive, Zusatzkomponenten 12a, 12b auf. Diese elektronischen

Zusatzkomponenten 12a, 12b sind ebenfalls in die Leiterplatte 2 eingebettet. Gemäß dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind diese hierfür im selben ersten Leiterplattenhohlraum 11 angeordnet. Alternativ könnte der erste Leiterplattenhohlraum 11 aber auch mehrere voneinander getrennte Leiterplattenhöhlräume umfassen, wobei in jedem separat eine elektronische Komponente, d.h. der ASIC 4 und/oder eine Zusatzkomponente 12a, 12b, angeordnet sein könnte. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn diese Leiterplattenhöhlräume in einer Ebene der Lautsprecheranordnung 1 angeordnet sind.

Zusätzlich zu dem ersten Leiterplattenhohlraum 11 umfasst die Leiterplatte 2 einen zweiten Leiterplattenhohlraum 13. Der zweite Leiterplattenhohlraum 13 weist eine Öffnung 14 auf. Diese ist vom MEMS-Lautsprecher 3 verschlossen. Der MEMS-Lautsprecher 3 erstreckt sich hierfür über zumindest die gesamte Breite der Öffnung 14. Hierdurch bildet der zweite Leiterplattenhohlraum 13 einen Teil einer Kavität 15 des MEMS-Lautsprechers 3 aus. Die Kavität 15 dient dazu den Schalldruck des MEMS-Lautsprechers 3 zu erhöhen. Aufgrund der Einbaulage des MEMS-Lautsprechers 3 wird der andere Teil der Kavität 15 durch den Substrathohlraum 6 des MEMS-Lautsprechers 3 ausgebildet. Die Kavität 15 des MEMS-Lautsprechers 3 ist gemäß dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel somit sehr groß ausgebildet, da diese sowohl durch den zweiten Leiterplattenhohlraum 13 als auch durch den Substrathohlraum 6 gebildet wird.

Um beim Schwingen der Membran 9 einen Druckausgleich zwischen der Kavität 15 und der Umgebung gewährleisten zu können, weist die Lautsprecheranordnung 1 zumindest einen Druckausgleichskanal 16a, 16b auf, wobei das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel einen ersten und zweiten Druckausgleichskanal 16a, 16b umfasst. Die beiden Druckausgleichskanäle 16a, 16b sind in der Leiterplatte 2 ausgebildet. Sie erstrecken sich beide vom zweiten Leiterplattenhohlraum 13 ausgehend bis zu einer äußeren Seitenfläche 17a, 17b der Leiterplatte 2. An dieser Außenfläche der Leiterplatte 2, vorliegend der Seitenfläche 17a, 17b, weisen die Druckausgleichskanäle

16a, 16b jeweils eine Ausgleichsöffnung 18a, 18b auf. Zum Druckausgleich kann somit beim Senken der Membran 9 Luft aus dem zweiten Leiterplattenhohlraum 13 über die Druckausgleichskanäle 16a, 16b aus der Leiterplatte 2 strömen. In analoger Art und Weise kann aber auch beim Heben der Membran 9 Luft über die Druckausgleichskanäle 16a, 16b in den zweiten Leiterplattenhohlraum 13 einströmen. Gemäß dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erstrecken sich beide Durchströmkanäle 16a, 16b, insbesondere zueinander koaxial, in Querrichtung der Leiterplatte 2.

Gemäß Figur 1 ist die Öffnung 14 des zweiten Leiterplattenhohlraums 13 an der Außenseite der Leiterplatte 2, vorliegend der einbaugemäßen Oberseite 19 der Leiterplatte 2, ausgebildet. Zum vollständigen Verschließen dieser Öffnung 14 ist gemäß Figur 1 somit auch der MEMS-Lautsprecher 3 an der Außenseite bzw. Oberseite 19 der Leiterplatte 2 angeordnet. Der MEMS-Lautsprecher 3 ist hierbei gegenüber der Leiterplatte 2 derart orientiert, dass seine zweite Substratöffnung 8 zur Leiterplatte 2 hin zeigt. Hierdurch kann das Volumen der Kavität 15 vergrößert werden, da die Kavität 15 nunmehr zusätzlich zum zweiten Leiterplattenhohlraum 13 auch noch den Substrathohlraum 6 umfasst.

Der MEMS-Lautsprecher 3 kann mit der Leiterplatte 2 verklebt sein. Zusätzlich oder alternativ kann dieser gemäß Figur 1 aber auch durch eine Schutzschicht 20 stoff- und/oder formschlüssig mit der Leiterplatte 2 verbunden sein. Die Schutzschicht 20 ist an der Oberseite 19 der Leiterplatte 2 ausgebildet und erstreckt sich in Querrichtung der Lautsprecheranordnung 1 bis in den Randbereich 10 des MEMS-Lautsprechers 3. Hierdurch ist der MEMS-Lautsprecher 3 fest mit der Leiterplatte 2 verbunden.

Die Lautsprecheranordnung 1 umfasst des Weiteren einen Schallleitkanal 21 der sich auf der dem zweiten Leiterplattenhohlraum 13 abgewandten Seite des MEMS-Lautsprechers 3 bis zu einer Außenfläche der Lautsprecherano-

rdnung 1 erstreckt. An der Außenfläche der Lautsprecheranordnung 1 weist der Schallleitkanal 21 eine akustische Austrittsöffnung 22 auf.

Durch den integrativ in der Leiterplatte 2 ausgebildeten ASIC 4 sowie die in der Leiterplatte 2 integrative Ausbildung zumindest eines Teils der Kavität 15 kann die Lautsprecheranordnung 1 sehr kompakt ausgebildet werden. Des Weiteren ist die Lautsprecheranordnung 1 sehr kostengünstig herstellbar, insbesondere da die Leiterplatte 2 sandwichartig aufgebaut ist. Die Leiterplatte 2 umfasst demnach mehrere übereinander angeordnete und/oder miteinander verbundene Schichten 23 von denen zur Wahrung der Übersichtlichkeit lediglich eine mit einem Bezugszeichen versehen ist. Die Schichten 23 sind fest miteinander verbunden. Einige dieser Schichten 23 weisen zumindest eine Ausnehmung 24 auf, mittels der in der Höhe zumindest teilweise einer der Leiterplattenhohlräume 11, 13 ausgebildet wird.

Hierbei können die Schichten 23 so dick gewählt sein, dass bereits eine einzige eine entsprechende Höhe zur Ausbildung des jeweiligen Leiterplattenhohlraums 11, 13 aufweist. Alternativ ist es aber auch ebenso denkbar, dass mehrere solcher Schichten 23, insbesondere mit einer identisch ausgebildeten und/oder zueinander kongruent angeordneten Ausnehmung 24, übereinander geschichtet sind, bis die gewünschte Höhe für den jeweiligen Leiterplattenhohlraum 11, 13 erreicht ist.

Gemäß Figur 1 sind der erste und zweite Leiterplattenhohlraum 11, 13 übereinander angeordnet. Die Leiterplatte 2 weist im Bereich zwischen dem ersten Leiterplattenhohlraum 11 und dem zweiten Leiterplattenhohlraum 13 zumindest eine durchgängige Schicht, d.h. ohne Ausnehmung 24, auf, so dass die beiden Leiterplattenhohlräume 11, 13 voneinander getrennt sind.

In den Figuren 2 bis 7 sind weitere Ausführungsformen der Lautsprecheranordnung 1 gezeigt, wobei jeweils im Wesentlichen auf die Unterschiede in Bezug auf die bereits beschriebenen Ausführungsformen eingegangen wird. So

werden bei der nachfolgenden Beschreibung der weiteren Ausführungsformen für gleiche Merkmale gleiche Bezugszeichen verwendet. Sofern diese nicht nochmals detailliert erläutert werden, entspricht deren Ausgestaltung und Wirkweise den vorstehend bereits beschriebenen Merkmalen. Die nachfolgend beschriebenen Unterschiede können mit den Merkmalen der jeweils vorstehenden und nachfolgenden Ausführungsbeispiele kombiniert werden.

Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel zusätzlich auch der MEMS-Lautsprecher 3 in die Leiterplatte 2 integriert. Hierfür weist die Leiterplatte 2 einen dritten Leiterplattenhohlraum 25 auf. Dieser dritte Leiterplattenhohlraum 25 ist benachbart und/oder gemäß der abgebildeten Orientierung der Lautsprecheranordnung 1 oberhalb des zweiten Leiterplattenhohlraums 13 ausgebildet. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der dritte Leiterplattenhohlraum 25 im Vergleich zum zweiten Leiterplattenhohlraum 13 eine größere Breite auf. Diese Breite entspricht im Wesentlichen der Breite des MEMS-Lautsprechers 3. Der MEMS-Lautsprecher 3 ist im dritten Leiterplattenhohlraum 25 angeordnet und folglich vollständig in der Leiterplatte 2 eingebettet.

Aufgrund der Breitenunterschiede zwischen dem zweiten und dritten Leiterplattenhohlraum 13, 25 in Querrichtung der Lautsprecheranordnung 1 ist zwischen diesen beiden ein Vorsprung 26 ausgebildet, mittels dem die Position des MEMS-Lautsprechers 3 in der Leiterplatte 2 in Z-Richtung festgelegt ist.

Die Lautsprecheranordnung 1 benötigt nicht zwingend eine wie in dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dargestellte Schutzschicht 20, da der MEMS-Lautsprecher 3 formschlüssig in der Leiterplatte 2 positioniert sowie in Querrichtung als auch nach unten hin formschlüssig gehalten ist. Um ein Herausfallen des MEMS-Lautsprechers 3 aus dem dritten Leiterplattenhohlraum 25 vermeiden zu können, ist der MEMS-Lautsprecher 3 in den dritten

Leiterplattenhohlraum 25 eingeklebt und/oder kraftschlüssig in diesen eingepresst.

Der dritte Leiterplattenhohlraum 25 ist durch zumindest eine zusätzliche Schicht 23 der Leiterplatte 2 ausgebildet. Gemäß der vorangegangenen Beschreibung kann der dritte Leiterplattenhohlraum 25 analog zum ersten und zweiten Leiterplattenhohlraum 11, 13 durch eine einzige, eine Ausnehmung 24 umfassende, Schicht 23 ausgebildet sein. Alternativ können aber auch mehrere Schichten 23 mit zueinander deckungsgleichen Ausnehmungen 24 übereinanderliegend miteinander verbunden sein.

Gemäß Figur 2 schließt der MEMS-Lautsprecher 3 bündig mit der Oberseite 19 der Leiterplatte 2 ab. Alternativ kann die Höhe des dritten Leiterplattenhohlraums 25 im Vergleich zur Höhe des MEMS-Lautsprechers 3 aber auch größer ausgebildet sein, so dass der MEMS-Lautsprecher 3 zur Oberseite 19 der Leiterplatte 2 einen Abstand aufweist.

Zusätzlich zu dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel weist das in Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel einen vierten Leiterplattenhohlraum 27 auf. Der vierte Leiterplattenhohlraum 27 ist benachbart und/oder oberhalb des dritten Leiterplattenhohlraums 25 ausgebildet. Der vierte Leiterplattenhohlraum 27 ist folglich an einer dem zweiten Leiterplattenhohlraum 13 abgewandten Seite des dritten Leiterplattenhohlraums 25 ausgebildet. Der vierte Leiterplattenhohlraum 27 bildet somit den Schalleitkanal 21 der Lautsprecheranordnung 1 aus. Gemäß dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erweitert sich der Schalleitkanal 21 zur Außenfläche der Leiterplatte 2 hin. Vorliegend ist der Schalleitkanal 21, der vollständig durch den vierten Leiterplattenhohlraum 27 der Leiterplatte 2 ausgebildet ist, konisch geformt.

Der vierte Leiterplattenhohlraum 27 weist im Vergleich zum dritten Leiterplattenhohlraum 25 eine geringere Breite auf. Im Vergleich zum zweiten und vierten Leiterplattenhohlraum 13, 27 weist der dritte Leiterplattenhohlraum 25

somit eine größere Breite auf. Hierdurch ist der MEMS-Lautsprecher 3 in seinem Randbereich 10 durch die Leiterplatte 2 formschlüssig umgriffen. Der MEMS-Lautsprecher 3 wird somit mittels Formschluss fest im dritten Leiterplattenhohlraum 25 gehalten.

Der zweite und vierte Leiterplattenhohlraum 13, 27 sind mittels des dritten Leiterplattenhohlraums 25 voneinander beabstandet. Des Weiteren sind diese durch den in dem dritten Leiterplattenhohlraum 25 integrierten MEMS-Lautsprecher 3 voneinander getrennt.

In dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der vierte Leiterplattenhohlraum 27 analog zum ersten, zweiten und dritten Leiterplattenhohlraum 11, 13, 25 durch zumindest eine Schicht 23 der Leiterplatte 2 ausgebildet, die eine entsprechend breite Ausnehmung 24 zur Ausbildung des vierten Leiterplattenhohlraums 27 aufweist. Im Sinne der vorangegangenen Beschreibung können natürlich zur Ausbildung des vierten Leiterplattenhohlraums 27 auch mehrere Schichten 23 mit entsprechenden Ausnehmungen 24 übereinander angeordnet sein.

Gemäß dem in den Figuren 1, 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel der Lautsprecheranordnung 1 ist der MEMS-Lautsprecher 3 gegenüber der Leiterplatte 2 derart orientiert, dass der Substrathohlraum 6 und der zweite Leiterplattenhohlraum 13 zusammen die Kavität 15 des MEMS-Lautsprechers 3 ausbilden. Hierfür ist die zweite Substratöffnung 8 zum zweiten Leiterplattenhohlraum 13 hin orientiert. Alternativ dazu kann der MEMS-Lautsprecher 3 aber auch um 180 ° gedreht in der Leiterplatte 2 angeordnet sein. Gemäß dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der MEMS-Lautsprecher 3 gegenüber der Leiterplatte 2 folglich derart orientiert, dass der Substrathohlraum 6 zusammen mit dem vierten Leiterplattenhohlraum 27 den Schallleitkanal 21 ausbilden.

Ein weiterer Unterschied des in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiels besteht darin, dass sich der zweite Druckausgleichskanal 16b von dem zweiten Leiterplattenhohlraum 13 nicht bis zur Seitenfläche 17b, sondern bis zur Oberseite 19 der Leiterplatte 2 erstreckt. Der zweite Druckausgleichskanal 16b weist hierfür einen ersten und zweiten Abschnitt 28, 29 auf. Der erste Abschnitt 28 ist mit dem zweiten Leiterplattenhohlraum 13 verbunden. Der zweite Abschnitt 29 weist an seinem Ende die Ausgleichsöffnung 18b auf. Die beiden Abschnitte 28, 29 sind zueinander um einen Winkel von 90° geneigt. Alternativ ist es ebenso auch denkbar, dass der Druckausgleichskanal 16b zum Austreten an der Oberseite 19 der Leiterplatte 2 entsprechend gebogen ausgebildet ist.

Gemäß dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Austrittsöffnung 22 des Schallleitkanals 21 auch an einer Seitenfläche 17b der Leiterplatte 2 ausgebildet sein. Hierfür weist der Schallleitkanal 21 bzw. gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel insbesondere der vierte Leiterplattenhohlraum 27 einen zum MEMS-Lautsprecher 3 benachbarten ersten Bereich 30 und einen zur Austrittsöffnung 22 benachbarten zweiten Bereich 31 auf. Die beiden Bereiche 30, 31 sind derart zueinander geneigt, dass der vom MEMS-Lautsprecher 3 nach oben hin ausgesendete Schall zur Seitenfläche 17b der Leiterplatte 2 umgelenkt wird und durch die Austrittsöffnung 22 seitlich an der Leiterplatte 2 austritt. In einem hier nicht dargestellten alternativen Ausführungsbeispiel kann der Schallleitkanal 21 aber auch nur den sich gemäß Figur 5 horizontal erstreckenden Bereich 31 umfassen. Der sich im 90°-Winkel zur z-Achse erstreckende Schallleitkanal 21 bzw. Bereich 31 wäre somit unmittelbar benachbart zum MEMS-Lautsprecher 3 angeordnet. Zusätzlich oder alternativ kann der vierte Hohlraum 27 auch in einem zur Leiterplatte 2 separaten Anbauteil 36 ausgebildet sein. Dieses separate Anbauteil 36 ist dann mit der Leiterplatte 2 verbunden, insbesondere verklebt. Hierbei weist das Anbauteil 36 ein zur Leiterplatte 2 unterschiedliches Material auf. Gemäß Figur 5 ist somit der ASIC 4 und der MEMS-Lautsprecher in der Leiterplatte 2 integriert bzw. eingebettet und/oder das zur Leiterplatte 2

separate Anbauteil 36 umfasst zumindest teilweise, vorliegend vollständig, den Schallleitkanal 21, vorzugsweise den ersten und/oder den zweiten Bereich 30, 31.

Gemäß dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Schallleitkanal 21 und/oder die Austrittsöffnung 22 somit in der Leiterplatte 2 oder alternativ dazu in einem zur Leiterplatte 2 separaten Anbauteil 36 ausgebildet sein. Der Schallleitkanal 21 erstreckt sich zumindest teilweise winklig zur z-Achse des MEMS-Lautsprechers 3, so dass die vom MEMS-Lautsprecher 3 erzeugten Schallwellen vom Schallleitkanal 21 umgelenkt werden. Die Austrittsöffnung 22 ist seitlich an der Lautsprecheranordnung 1 angeordnet, insbesondere an einer gegenüber der z-Achse um 90° geneigten Seitenfläche 17b.

Figur 6 zeigt die Lautsprecheranordnung 1 mit einer alternativen Ausführungsform des MEMS-Lautsprechers 3. Hierbei ist der MEMS-Lautsprecher 3 mit mehreren schallerzeugenden Membranbereichen 32 ausgebildet, von denen zur Wahrung der Übersichtlichkeit nur einer mit einem Bezugszeichen versehen ist. Jedem dieser Membranbereiche 32 ist ein eigener Substrathohlraum 6 zugeordnet. Die Substrathohlräume 6 sind voneinander mit Stegen 33 getrennt. Gemäß dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel münden alle Substrathohlräume 6 in den gemeinsamen zweiten Leiterplattenhohlraum 13.

Alternativ dazu kann der zweite Leiterplattenhohlraum 13 gemäß dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel aber auch mehrere Hohlraumbereiche 35 aufweisen. Diese sind durch sich in den zweiten Leiterplattenhohlraum 13 hineinerstreckende Trennwände 34 ausgebildet. Hierbei ist jeweils einer der Hohlraumbereiche 35 einem Substrathohlraum 6 des MEMS-Lautsprechers 3 zugeordnet. Die Trennwände 34 sind mit dem jeweils korrespondierenden Steg 33 coaxial ausgerichtet.

Mit Ausnahme des in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiels, ist der MEMS-Lautsprecher 3 bei allen anderen Ausführungsbeispielen vollständig in der Leiterplatte 2 integriert. Bei den in Figur 3, 4, 5, 6 und 7 dargestellten Varianten, ist der MEMS-Lautsprecher 3 zusätzlich von oben form-schlüssig umgriffen.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Abwandlungen im Rahmen der Patentansprüche sind ebenso möglich wie eine Kombination der Merkmale, auch wenn diese in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen dargestellt und beschrieben sind.

Bezugszeichenliste

1. Lautsprecheranordnung
2. Leiterplatte
3. MEMS-Lautsprecher
4. ASIC
5. Trägersubstrat
6. Substrathohlraum
7. erste Substratöffnung
8. zweite Substratöffnung
9. Membran
10. Randbereich
11. erster Leiterplattenhohlraum
12. passive Zusatzkomponenten
13. zweiter Leiterplattenhohlraum
14. Öffnung
15. Kavität
16. Druckausgleichskanal
17. Seitenfläche
18. Ausgleichsöffnung
19. Oberseite
20. Schutzschicht
21. Schallleitkanal
22. Austrittsöffnung
23. Schicht
24. Ausnehmung
25. dritter Leiterplattenhohlraum
26. Vorsprung
27. vierter Leiterplattenhohlraum
28. erster Abschnitt
29. zweiter Abschnitt
30. erster Bereich
31. zweiter Bereich
32. Membranbereich
33. Steg
34. Trennwand
35. Hohlraumbereich
36. Anbauteil

Patentansprüche

1. Lautsprecheranordnung (1)
mit einer Leiterplatte (2),
einem MEMS-Lautsprecher (3) zum Erzeugen von Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum, der eine entlang einer z-Achse auslenkbare Membran (9) aufweist,
einem zum MEMS-Lautsprecher (3) benachbarten Schallleitkanal (21) mit einer akustischen Austrittsöffnung (22) und
einem mit dem MEMS-Lautsprecher (3) elektrisch verbundenen ASIC (4),
wobei die Leiterplatte (2) einen ersten Leiterplattenhohlraum (11) aufweist, in dem der ASIC (4) angeordnet ist, so dass dieser vollständig in der Leiterplatte (2) integriert ist, und
dass die Leiterplatte (2) einen zweiten Leiterplattenhohlraum (13) mit einer Öffnung (14) aufweist,
die mittels des MEMS-Lautsprechers (3) verschlossen ist, so dass der zweite Leiterplattenhohlraum (13) zumindest einen Teil einer Kavität (15) des MEMS-Lautsprechers (3) ausbildet,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Schallleitkanal (21) schräg zur z-Achse des MEMS-Lautsprechers erstreckt und
dass die akustische Austrittsöffnung (22) an einer Seitenfläche der Lautsprecheranordnung (1) angeordnet ist.
2. Lautsprecheranordnung nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallleitkanal (21) gegenüber der z-Achse um 90° geneigt ist und/oder die z-Achse parallel zur Seitenfläche ausgerichtet ist.

3. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (2) einen, insbesondere zum zweiten Leiterplattenhohlraum (13) benachbarten und/oder im Bereich der Öffnung (14) angeordneten, dritten Leiterplattenhohlraum (25) aufweist, in dem der MEMS-Lautsprecher (3) zumindest teilweise angeordnet ist.
4. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der MEMS-Lautsprecher (3) in die Leiterplatte (2) integriert ist, insbesondere derart, dass der dritte Leiterplattenhohlraum (25) den MEMS-Lautsprecher (3) in seinem Randbereich (10), insbesondere im Bereich seiner dem zweiten Leiterplattenhohlraum (13) zugewandten und/oder abgewandten Seite, formschlüssig umgreift.
5. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallleitkanal (21) benachbart zum dritten Leiterplattenhohlraum (25) angeordnet ist und/oder zumindest teilweise durch einen vierten Leiterplattenhohlraum (27) der Leiterplatte (2) ausgebildet ist.
6. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Breite des Schallleitkanals (21), insbesondere des vierten Leiterplattenhohlraums (27), zumindest bereichsweise, insbesondere vom MEMS-Lautsprecher (3) ausgehend, in Richtung der Austrittsöffnung (22), insbesondere trichterförmig, vergrößert.
7. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallleitkanal (21) einen, insbesondere zum MEMS-Lautsprecher (3) benachbarten, ersten

Bereich (30) und/oder einen, insbesondere zur Austrittsöffnung (22) benachbarten, zweiten Bereich (31) aufweist, die zueinander um einen Winkel, insbesondere von 90°, geneigt sind.

8. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite und vierte Leiterplattenhohlraum (13, 27) mittels des dritten Leiterplattenhohlraumes (25) voneinander beabstandet und/oder mittels des darin integrierten MEMS-Lautsprechers (3) voneinander getrennt sind.
9. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (2) sandwichartig aus mehreren miteinander verbundenen Schichten (23) aufgebaut ist, von denen zumindest eine erste Ausnehmung (24) aufweist, mittels der zumindest teilweise der erste Leiterplattenhohlraum (11) ausgebildet ist und/oder eine zweite Ausnehmung (24) aufweist, mittels der zumindest teilweise der zweite, dritte und/oder vierte Leiterplattenhohlraum (13, 25, 27) ausgebildet ist.
10. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Leiterplattenhohlraum (11, 13) nebeneinander oder übereinander angeordnet sind und/oder voneinander getrennt sind.
11. Lautsprecheranordnung (1), insbesondere nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, mit einer Leiterplatte (2), einem MEMS-Lautsprecher (3) zum Erzeugen von Schallwellen im hörbaren Wellenlängenspektrum, und einem mit dem MEMS-Lautsprecher (3) elektrisch verbundenen ASIC

(4),

wobei die Leiterplatte (2) einen ersten Leiterplattenhohlraum (11) aufweist, in dem der ASIC (4) angeordnet ist, so dass dieser vollständig in der Leiterplatte (2) integriert ist, und

dass die Leiterplatte (2) einen zweiten Leiterplattenhohlraum (13) mit einer Öffnung (14) aufweist,

die mittels des MEMS-Lautsprechers (3) verschlossen ist, so dass der zweite Leiterplattenhohlraum (13) zumindest einen Teil einer Kavität (15) des MEMS-Lautsprechers (3) ausbildet,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Leiterplatte (2) zumindest einen Druckausgleichskanal (16) aufweist, der sich vom zweiten Leiterplattenhohlraum (13) ausgehend bis zu einer Außenfläche der Lautsprecheranordnung (1) erstreckt.

12. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckausgleichskanal (16) an der Außenfläche, vorzugsweise einer Seitenfläche, einer Unterseite und/oder einer Oberseite, der Lautsprecheranordnung (1), insbesondere der Leiterplatte (2), eine Ausgleichsöffnung (18) aufweist.
13. Lautsprecheranordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckausgleichskanal (16) einen, insbesondere mit dem zweiten Leiterplattenhohlraum (13) verbundenen, ersten Abschnitt (28) und einen, insbesondere mit der Ausgleichsöffnung (18) verbundenen, zweiten Abschnitt (29) aufweist, die vorzugsweise zueinander um einen Winkel, insbesondere von 90°, geneigt sind.