

Der Bodenschallaufnehmer AS46 mit variabler Resonanzfrequenz

Der Bodenschallaufnehmer AS46 ist ein Beschleunigungsaufnehmer mit hoher Empfindlichkeit. Er ist eine Weiterentwicklung des Aufnehmers TFB-1, der bereits im Rundschreiben „Sommer 2000“ des AATIS e.V. vorgestellt wurde. Durch Verwendung einfacher und preisgünstiger Komponenten sind seine Baukosten gering, verglichen mit anderen auf dem Markt erhältlichen Beschleunigungsaufnehmern.



Übliche Aufnehmer haben eine feste Resonanzfrequenz und größere Genauigkeit der Wandlerdaten, auf die bei einer Anwendung in den Bereichen Ausbildung und Selbststudium verzichtet werden kann.

Der mechanische Aufbau

Das Wandlersystem des abstimmbaren Bodenschallaufnehmers AS46 besteht aus einem scheibenförmigen, piezokeramischen Biegeschwinger, an dessen Zentrum mittels eines abnehmbaren Stiftes ein Massekörper gekoppelt werden kann. Die Größe der Masse bestimmt die Resonanzfrequenz. Je größer die Masse, um so niedriger die Resonanzfrequenz und damit der nutzbare Frequenzbereich. Auf diese Weise lassen sich auch Signale mit Frequenzen unterhalb 20 Hz (Infraschall) aufnehmen. Mit zunehmender Masse steigt außerdem auch die Empfindlichkeit des Aufnehmers.

Um eine einfache Abstimmung der Resonanzfrequenz zu ermöglichen, verbindet man den Stift (Massekoppler) mit einem kleinen Kunststoffbehälter, der mit Sand, Bleischrot oder ähnlichem Material soweit gefüllt wird, bis man die gewünschte Resonanzfrequenz erreicht hat. Da der piezokeramische Wandler mechanisch empfindlich ist und nicht überlastet werden darf, muss beim Aufsetzen einer Masse oder Auffüllen des Massebehälters mit Vorsicht vorgegangen werden. Die maximale Masse sollte etwa 200 g nicht überschreiten.

Zum Wandlersystem gehört ein Impedanzwandler mit Vorverstärker, bestehend aus zwei Transistoren und einigen wenigen anderen elektronischen Bauelementen auf einer kleinen Platine im Aufnehmergehäuse. Die Stromversorgung des Vorverstärkers erfolgt durch eine 9V-Batterie (oder 9V-Akku), die zusammen mit einem Kippschalter im Aufnehmergehäuse untergebracht ist. Die Stromaufnahme des Vorverstärkers beträgt ca. 5 mA. Der niederohmige Signaloutput liegt auf einer Cinchbuchse, an die eine abgeschirmte Leitung oder Koaxialkabel mit einer Länge von bis zu ca. 150 m angeschlossen werden kann.

Die Ankopplung des Aufnehmers an eine ebene Fläche erfolgt direkt über dessen Unterseite, z.B. unter Benutzung eines geeigneten Doppelklebestreifens. Für weiche Böden wird die Verwendung eines kleinen Erdspießes mit Teller empfohlen, der ebenfalls mittels eines Doppelklebestreifens oder einem anderen Klebemittel mit dem Aufnehmer verbunden wird. Dafür ist z.B. ein Zimmermannsnagel geeignet. Soll ein abnehmbarer Erdspieß eingesetzt werden, dann wird auf die Unterseite des Gehäuses eine M8-Mutter angeklebt, in die der Erdspeiß eingeschraubt werden kann.

In diesem Zusammenhang sei auch hier darauf hingewiesen, dass der Massekörper, um die piezokeramische Scheibe vor einer möglichen Beschädigung zu schützen, erst nach dem Verkleben aufgesetzt werden soll.

Schaltung des Piezoverstärkers

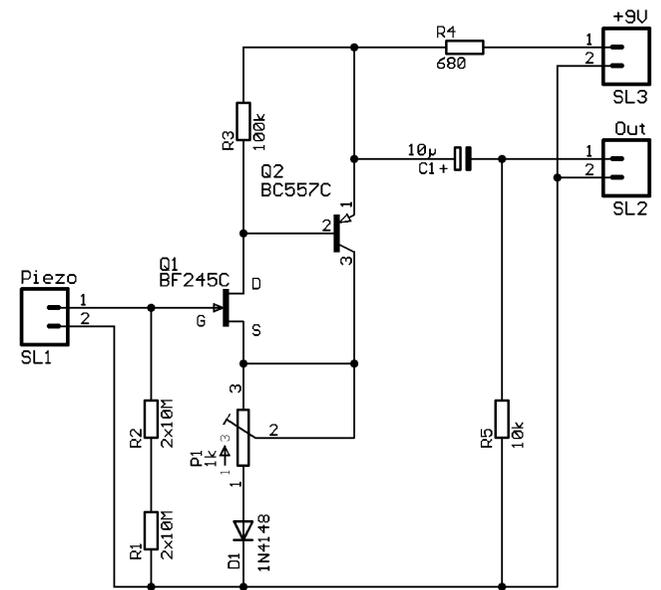
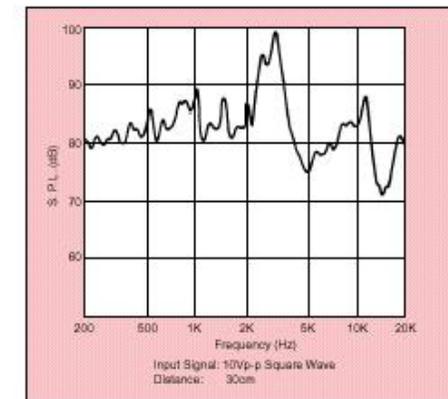
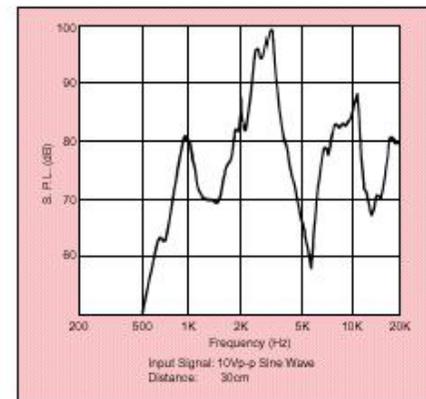
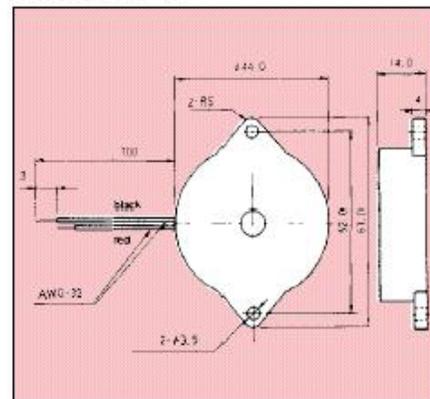


Abb. oben: Schaltung des Messverstärkers

Abb. unten: Datenblatt des Piezosensors, der dem Bausatz beiliegt

KBT-44SB-1A



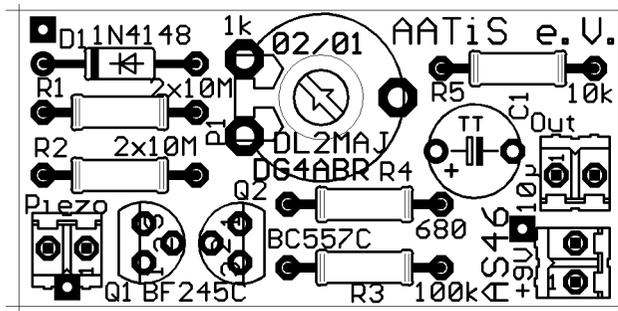


Abb. oben: Bestückungsplan des Bodenschallaufnehmers auf der Platine AS46.

Abb. rechts: Der in diesem Bodenschallaufnehmer verwendete Piezosensor mit und ohne Gehäuse



Ein Piezosummer

kann auch in umgekehrter Richtung betrieben werden. Dabei verursacht eine mechanische Verformung eine elektrische Spannung, die mit unserem Piezoverstärker abgegriffen wird. Dieser Verstärker arbeitet auch als Impedanzwandler, d.h. er stellt das hochohmige Signal des Piezoelements am Ausgang niederohmig und verstärkt zur Verfügung. Zur Verstärkung eignen sich Feldeffekttransistoren (FET) vorzüglich, da die Steuerung des Stromes in der Drain-Source-Strecke ausschliesslich über die Spannung am Gate erfolgt. Im Gegensatz zu bipolaren Transistoren fließt kein Strom in den FET. Da das Piezoelement wie auch der FET (am Gate-Eingang) nichtleitend sind, sorgt der Parallelwiderstand (Serienschaltung aus R1 und R2) für einen Ladungsausgleich. Ohne diesen würde eine einmal vorhandene Ladung theoretisch unendlich lange erhalten bleiben und somit eine Signalverarbeitung blockieren. Fließt Strom durch die Drain-Source-Strecke, so wird die Basis des pnp-Transistors nach Masse gezogen und der Transistor schaltet durch. Mit einem wechselnden Signal am Gate des FET wechselt daher auch die Spannung am Emitter des pnp-Transistors. Über den Kondensator C1 gelangt diese Wechselspannung zum Ausgang des Piezoverstärkers.

Stückliste

Kondensator	C1	10µ
Diode	D1	1N4148
Trimmpoti	P1	1k
FET	Q1	BF245C
pnp-Transistor	Q2	BC557C
Widerstand	R1	22M oder 2x 10M Metallfilm
Widerstand	R2	22M oder 2x 10M Metallfilm
Widerstand	R3	100k Metallfilm
Widerstand	R4	680 Metallfilm
Widerstand	R5	10k Metallfilm
Piezoscheibe „AS46“		
Platine AS46		
9V-Batterieclip / 9V-Batterie		
Schalter 1x1IN		
Cinch-Buchse		
Gehäuse TEKO P1		

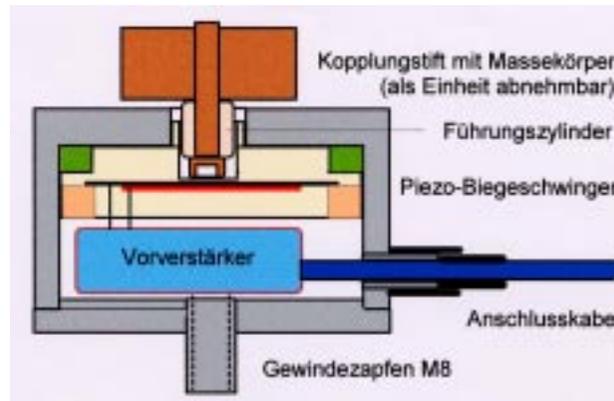


Abb. oben: Vorschlag für den mechanischen Aufbau

Einsatz des Bodenschallaufnehmers

Durch den veränderlichen Frequenzbereich bieten sich für den Bodenschallaufnehmer vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, vor allem im Subaudiobereich. Nahezu in jedem Untergrund lassen sich mechanische Schwingungen (Bodenschall) nachweisen. Meist ist die Natur (z.B. Windbe-

wegungen im Wald und Feld) und der Mensch (z.B. durch Fahrzeuge, Maschinen usw. - „man made noise“) die Ursache. So können u. a. auch schwache Bodenschwingungen, z.B. Trittschall von Menschen und Tieren aufgenommen werden. Aber auch oberflächennahe wie tiefe Gesteinsschichten können eine eigene „seismische Unruhe“ aufweisen, beispielsweise in Folge innerer mechanischer Spannungen, die zu Verformungen führen. Man nennt die dadurch erzeugten Spannungen auch „mikroseismische“ Signale.

Soweit die vom Bodenschallaufnehmer abgegebenen Signale im Infraschallbereich liegen, besteht die Möglichkeit, diese elektronisch so umzuformen, dass sie hörbar werden. Stehen zwei oder mehr Aufnehmer zur Verfügung, kann mit diesen auch eine Richtungsordnung des aufgenommenen Signales erfolgen, in einfachster Weise mit einem Stereokopfhörer und dazugehörigem Audioverstärker. Zur Auswertung der Signale bietet sich die Soundcard an. Eine Fülle von Analyse-Software - z.B. Audio-RTA - steht zur Verfügung. Eine Auswahl wurde auf die „weiße AATIS-CD“ übernommen. Dort ist auch das Datenblatt des Piezosensors zu finden.

Für vielerlei Experimente im Rahmen des Projektes Telematik / WxNET besteht also ein breites und interessantes Feld. Insbesondere für den Wettbewerb „Schüler experimentieren“ bzw. „Jugend forscht“ bietet sich der Einsatz des Bodenschallaufnehmers an.

Ralf Hermanns, DG4ABR
Helmut Berka, DL2MAJ

Hinweis: Die Platine AS46 und der Bausatz AS46 sind lieferbar durch den AATIS e.V., Carsten Böker, Senator-Hilmer-Str.21, 31303 Burgdorf, eMail: dg6ou@aatis.de. Die Platine kostet 6 DM, der Bausatz incl. Platine, Piezosensor und Gehäuse 26 DM. Die Software Audio-RTA und weitere geeignete befindet sich auf der „weißen AATIS-CD“.

Der AATIS würde sich über Erfahrungsberichte freuen. Bitte senden Sie diese an den AATIS e.V., Wolfgang Lipps, Sedanstr.24, 31177 Harsum, eMail: dl4oad@aatis.de, AX25: dl4oad@db0abz, FAX 05127/69395 und Tel 05127/69396.