

Thema: Schallstärke - Lautstärke - Dezibel

Franz Schlöglhofer

☒ TI-Nspire™ CAS

Schlagworte: Schallenergie, Schallstärke, Lautstärke, (zu beachten ist, dass in unterschiedlichen Büchern verschiedene Begriffe verwendet werden), Exponentialfunktion, Logarithmenfunktion.

Unterrichtsmaterial

Arbeite die folgenden Grundlagen zur Akustik durch. Verwende auch andere Quellen.

In der Akustik unterscheidet man:

Schallstärke S: physikalisch objektiv messbare Größe (Leistung pro Fläche mit Einheit Watt/m²)

Lautstärke L: das vom Menschen subjektiv wahrgenommene Lautheitsempfinden

Allgemein gilt das Weber-Fechnersche Gesetz:

Gleiche Quotienten von Schallstärken werden als gleiche Lautstärkedifferenzen wahrgenommen.

Das heißt z.B., dass der Lautstärkeunterschied zwischen einem und zwei Lautsprechern genauso groß ist wie zwischen zwei und vier, vier und acht,

Kurz angedeutet führte dieser Sachverhalt (gemäß dem Weber-Fechnerschen Gesetz) zur Definition für den Zusammenhang zwischen dem Quotienten der Schallstärken S_1 und S_0

dem Lautstärkeunterschied d in Dezibel (dB) $\frac{S_1}{S_0} = 10^{\frac{d}{10}}$

Mit $S_0 = 10^{-12}$ Watt pro Quadratmeter als Hörschwelle (leiseste wahrnehmbare Lautstärke) ergibt sich $\frac{S_1}{10^{-12}} = 10^{\frac{d}{10}}$ mit d als Lautstärke.

Aufgaben:

- Gib die Funktion Schallstärke (S) in Abhängigkeit von der Lautstärke (d) an. Verwende dazu TI-NSPIRE–Notes und die Bezeichnung S statt S_1 .
 - Berechne mit dieser Funktion die Schallstärke für 130dB (Schmerzgrenze).
 - Berechne die Lautstärke für $S = 2$.
 - Ein Verstärker hat 35 dB. Berechne S und den Quotienten der Schallstärken.
 - Berechne eine Tabelle der Schallstärken für die Lautstärken 0, 10, 20, ... , 130 dB.
 - Stelle die Daten von e) in einer Grafik dar. Warum sind die Logarithmen der Schallstärke in der Grafik besser darstellbar?
- Deute aus der Tabelle und rechne nach: „10 Dezibel mehr“ bedeutet eine Verzehnfachung der Schallstärke.
 - Berechne den Quotienten der Schallstärken für eine Erhöhung der Lautstärke um 2 Dezibel.
 - Um wie viel Dezibel steigt die Lautstärke, wenn die Schallstärke verdoppelt wird.



Didaktischer Kommentar

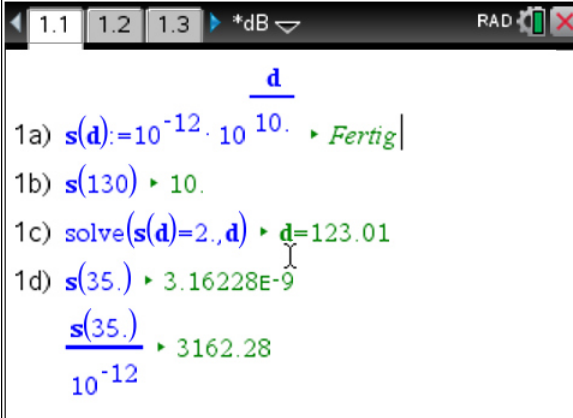
Einige Grundlagen der Akustik (Laut-, Schallstärke) werden wiederholt bzw. neu gelernt. Im ersten Teil der Aufgabe werden die verwendeten Begriffe und das zugrunde liegende Gesetz thematisiert. Die Grundlagen wurden entnommen aus:

Meyer Jörg; Was sind eigentlich Dezibel? Mathematik lehren, Heft 113, Seite 19-22

Die Berechnungen wurden in *Notes* bzw. in *Lists&Spreadsheet* ausgeführt.

Vorschlag zur Umsetzung

- 1a) Formel für die Berechnung der Schallstärke.
- 1b) Berechnung der Schallstärke für 130db (Schmerzgrenze)
- 1c) Berechnung db aus der gegebenen Schallstärke.
- 1d) Berechnung des Schallstärkequotienten für den gegebenen Verstärker.

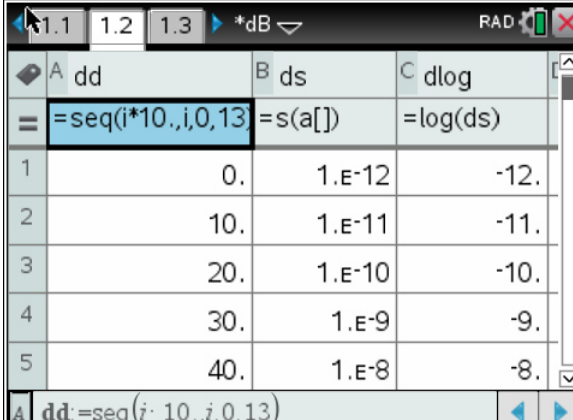


Calculator screen showing calculations for sound intensity (s) in dB:

```

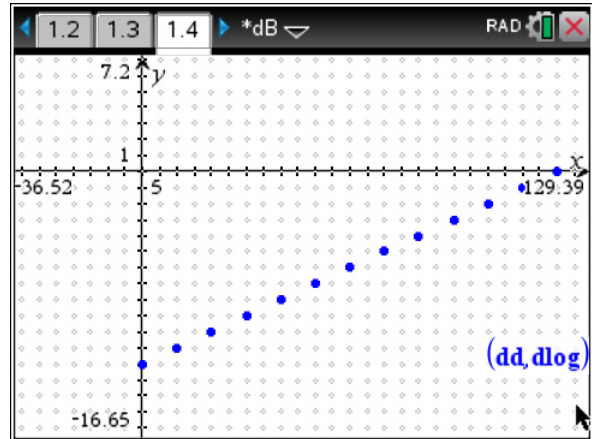
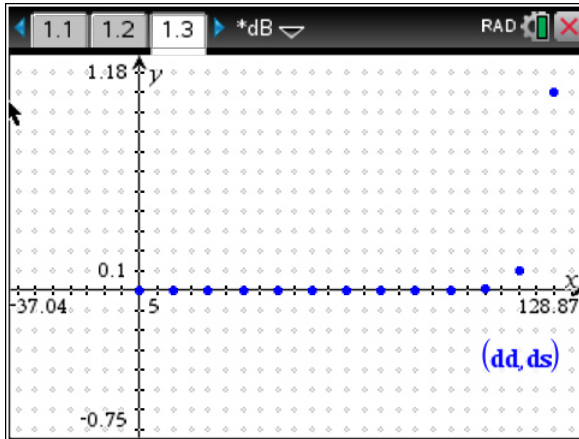
1a) s(d)=10^-12 * 10^(d/10)
1b) s(130)
1c) solve(s(d)=2.,d)
1d) s(35.) / 10^-12
    
```

- 1e) Spalte A: Folge 0, 10, 20, ...
 Spalte B: Zugehörige Schallstärken;
 Spalte C: Logarithmen für bessere Darstellung in der Grafik



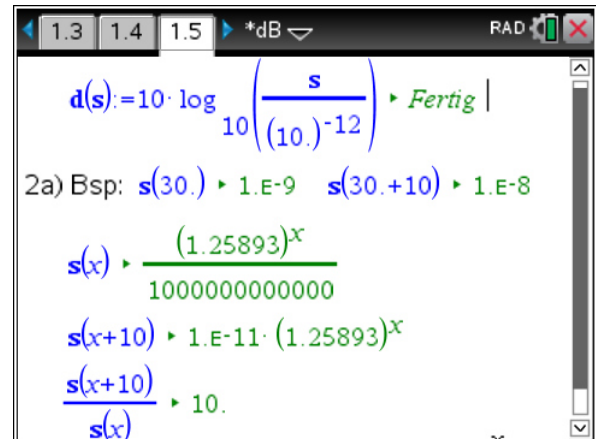
A	dd	B	ds	C	dlog
=	=seq(i*10.,i,0,13)	=s(a[i])	=log(ds)		
1		0.	1.E-12		-12.
2		10.	1.E-11		-11.
3		20.	1.E-10		-10.
4		30.	1.E-9		-9.
5		40.	1.E-8		-8.

- 1f) Darstellung der beiden Grafiken:
 In der linken Grafik kann die Entwicklung nur schwer abgelesen werden.



Berechnung der Lautstärke aus der Schallstärke

2a) Gezeigt wird: Wenn die Lautstärke um 10 dB erhöht wird, so steigt die Schallstärke auf das 10-fache.



$$d(s) = 10 \cdot \log \left(\frac{s}{(10)^{-12}} \right) \rightarrow \text{Fertig}$$

2a) Bsp: $s(30) \rightarrow 1.E-9$ $s(30+10) \rightarrow 1.E-8$

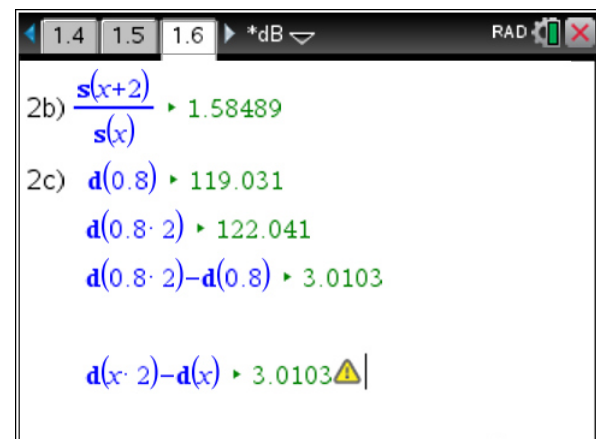
$$s(x) \rightarrow \frac{(1.25893)^x}{1000000000000}$$

$$s(x+10) \rightarrow 1.E-11 \cdot (1.25893)^x$$

$$\frac{s(x+10)}{s(x)} \rightarrow 10.$$

2b) Erhöhung der Lautstärke um 2, Berechnung der Schallstärke.

2c) Es wird gezeigt, dass sich die Lautstärke um ca. 3 dB erhöht, wenn die Schallstärke verdoppelt wird



2b) $\frac{s(x+2)}{s(x)} \rightarrow 1.58489$

2c) $d(0.8) \rightarrow 119.031$
 $d(0.8 \cdot 2) \rightarrow 122.041$
 $d(0.8 \cdot 2) - d(0.8) \rightarrow 3.0103$

$$d(x \cdot 2) - d(x) \rightarrow 3.0103 \Delta$$

Technologiehilfe

Eingabe von Formeln, Berechnungen damit ausführen, Darstellung von Daten in einer Tabelle und in einer Grafik.