

Hacken von Sprachassistenten mithilfe von Audio-Injektion durch Laser

Tom Gaimann

Georg-Wilhelm-Steller-Gymnasium
Bad Windsheim

03.03.2021

Übersicht

1. Relevanz von Sprachassistenten
2. Funktionsweise von MEMS-Mikrofonen
3. Experimente
 - Vorexperiment
 - Charakterisierung des MEMS-Mikrofons
 - Wie reagiert das MEMS-Mikrofon auf einen 1 mW-Laser?
 - Reagiert ein MEMS-Mikrofon auf eine Glühbirne?
4. Fazit

Relevanz von Sprachassistenten



Relevanz von Sprachassistenten

- Stetig steigendes Interesse an Sprachassistenten



Relevanz von Sprachassistenten

- Stetig steigendes Interesse an Sprachassistenten
→ 2019: **134,8 Millionen** verkauften Smart Speaker weltweit



Relevanz von Sprachassistenten

- Stetig steigendes Interesse an Sprachassistenten
→ 2019: **134,8 Millionen** verkauften Smart Speaker weltweit
→ Absatz soll bis 2023 **um 50% steigen**



Relevanz von Sprachassistenten

- Stetig steigendes Interesse an Sprachassistenten
→ 2019: **134,8 Millionen** verkauften Smart Speaker weltweit
→ Absatz soll bis 2023 **um 50% steigen**
- Stetig steigendes Interesse an Internet of Things Geräten



Relevanz von Sprachassistenten

- Stetig steigendes Interesse an Sprachassistenten
→ 2019: **134,8 Millionen** verkauften Smart Speaker weltweit
→ Absatz soll bis 2023 **um 50% steigen**
- Stetig steigendes Interesse an Internet of Things Geräten
⇒ Fragestellung:

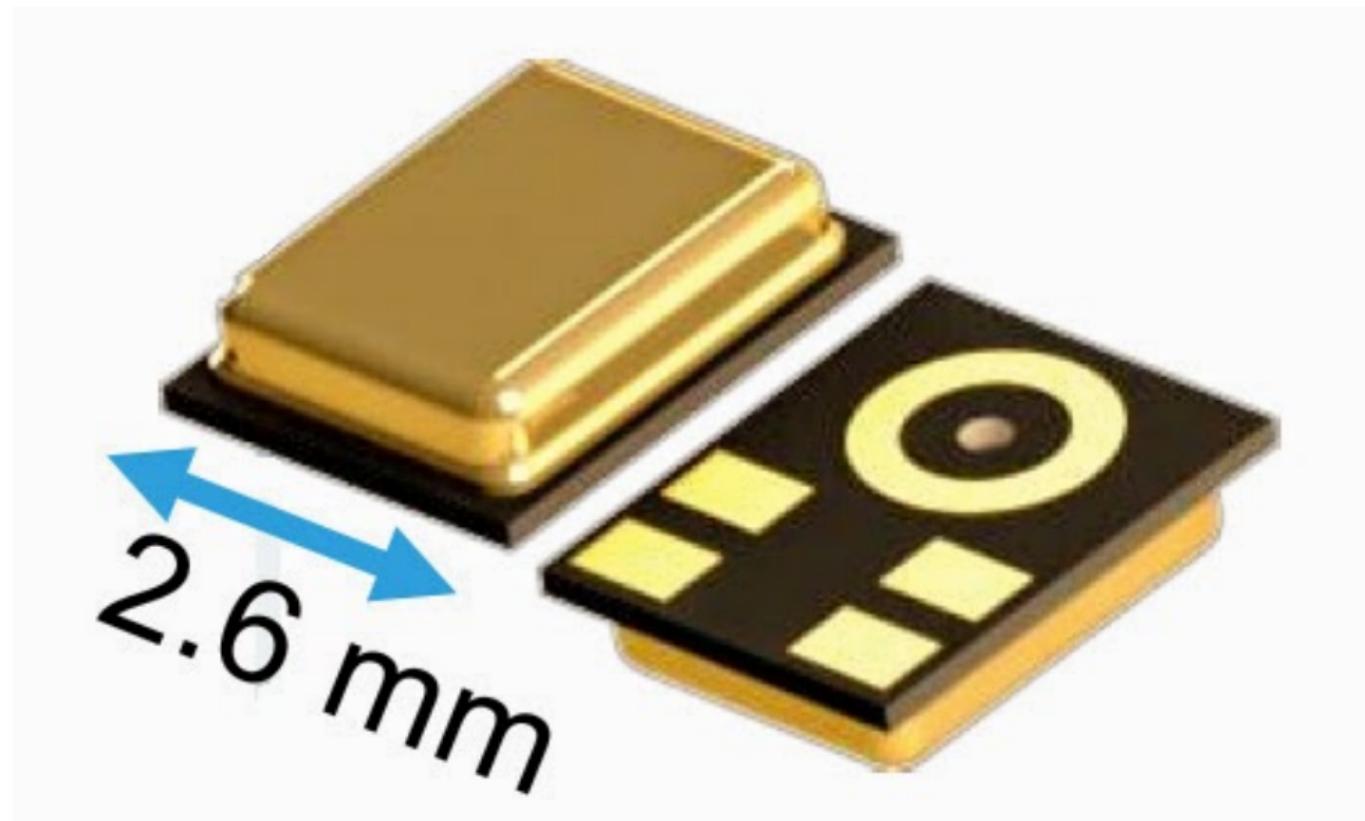


Relevanz von Sprachassistenten

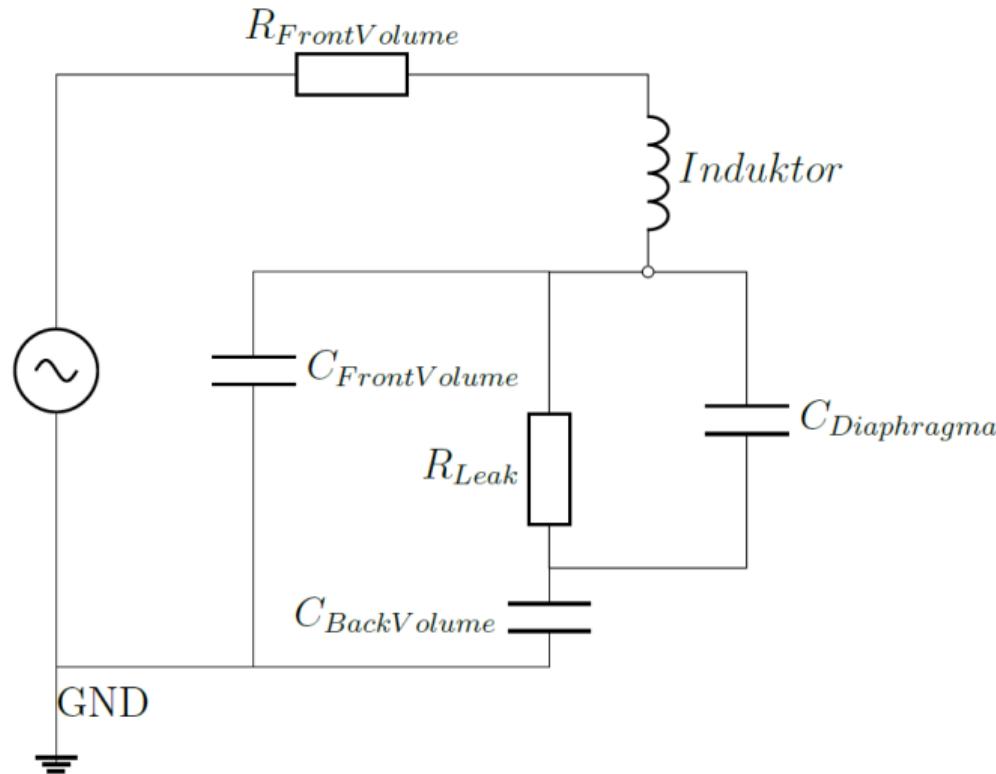
- Stetig steigendes Interesse an Sprachassistenten
→ 2019: **134,8 Millionen** verkauften Smart Speaker weltweit
→ Absatz soll bis 2023 **um 50% steigen**
- Stetig steigendes Interesse an Internet of Things Geräten
⇒ Fragestellung: Sind diese Geräte angrifffbar?



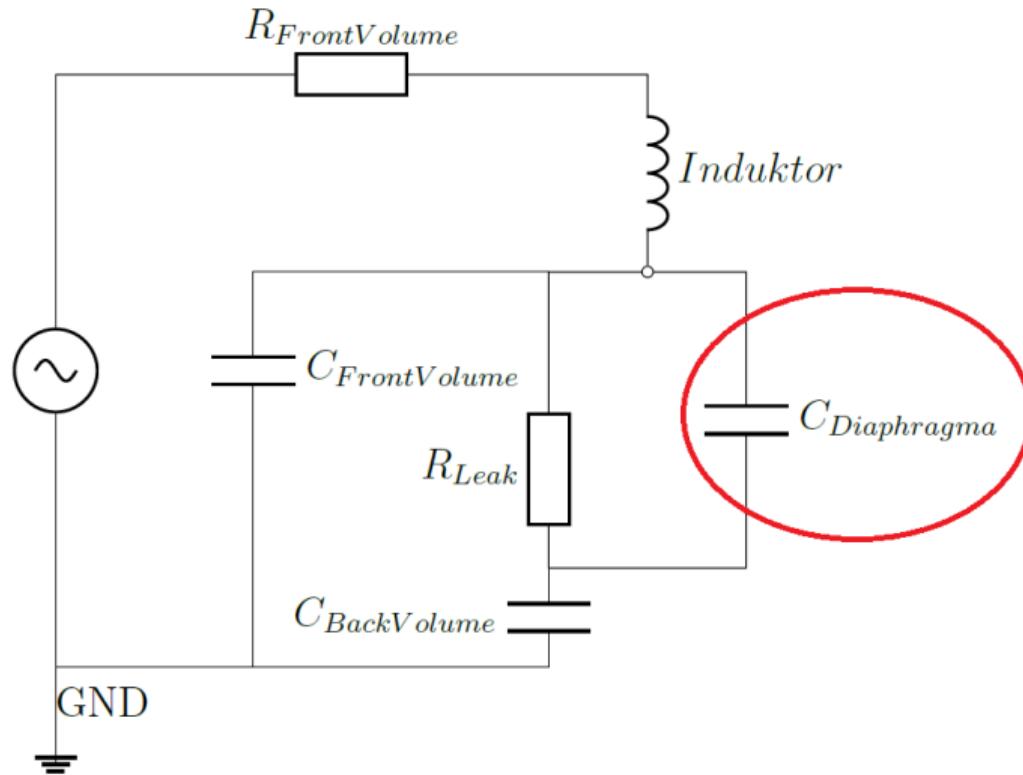
Wie funktionieren MEMS-Mikrofone?



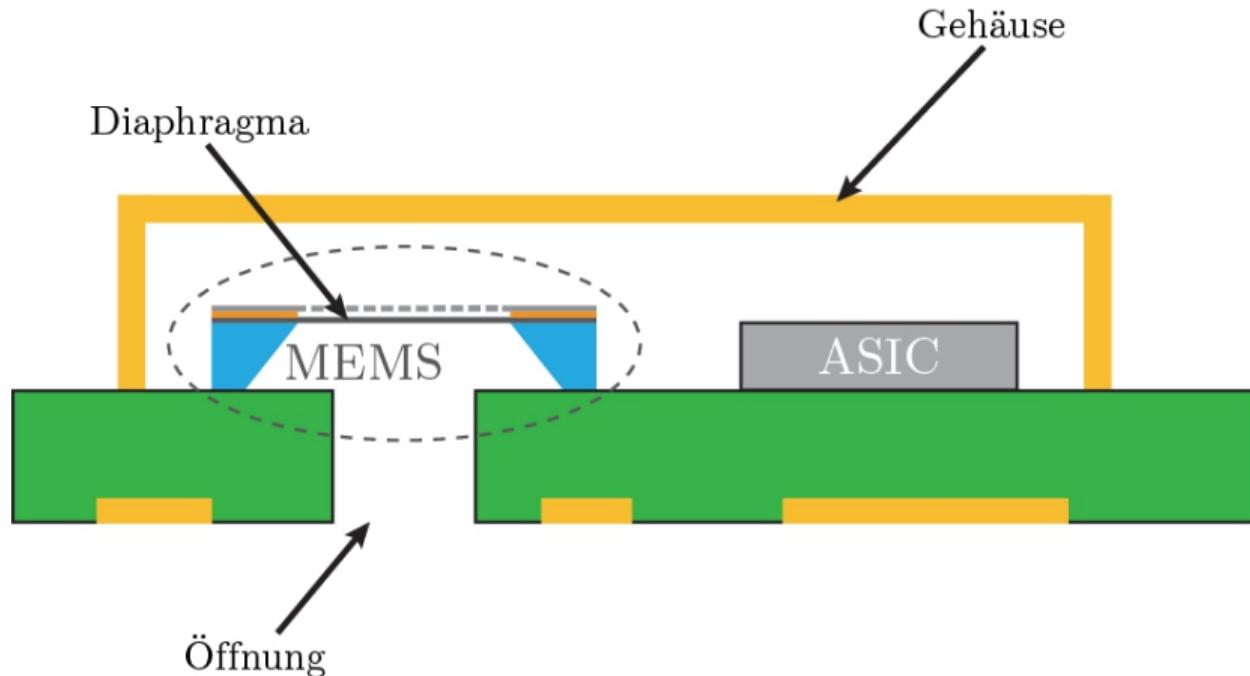
Wie funktionieren MEMS-Mikrofone?



Wie funktionieren MEMS-Mikrofone?



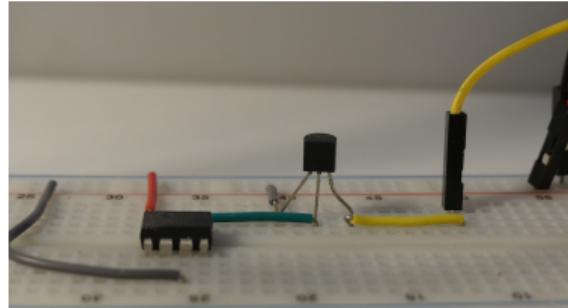
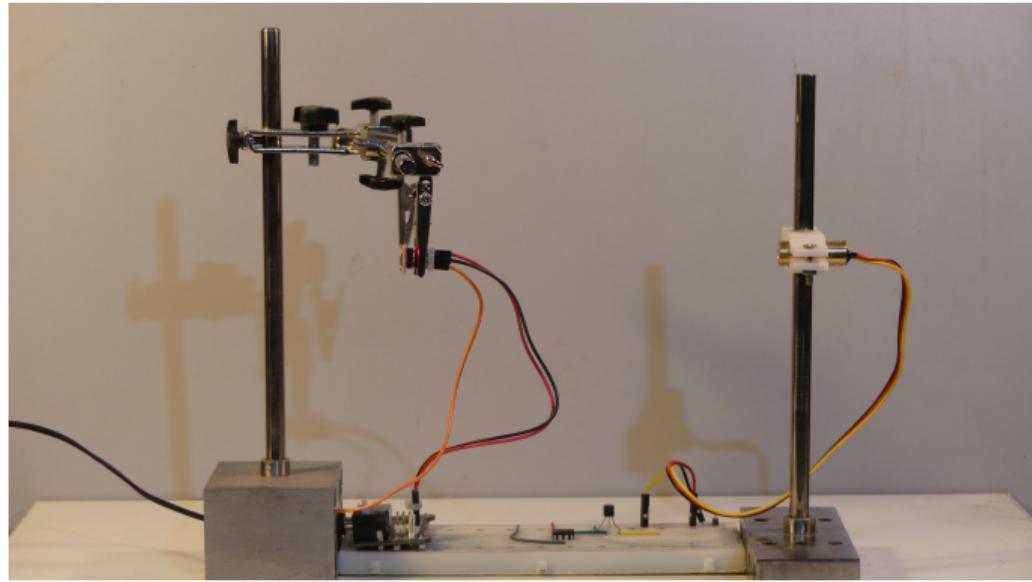
Wie funktionieren MEMS-Mikrofone?



Vorexperiment

Aufbau:

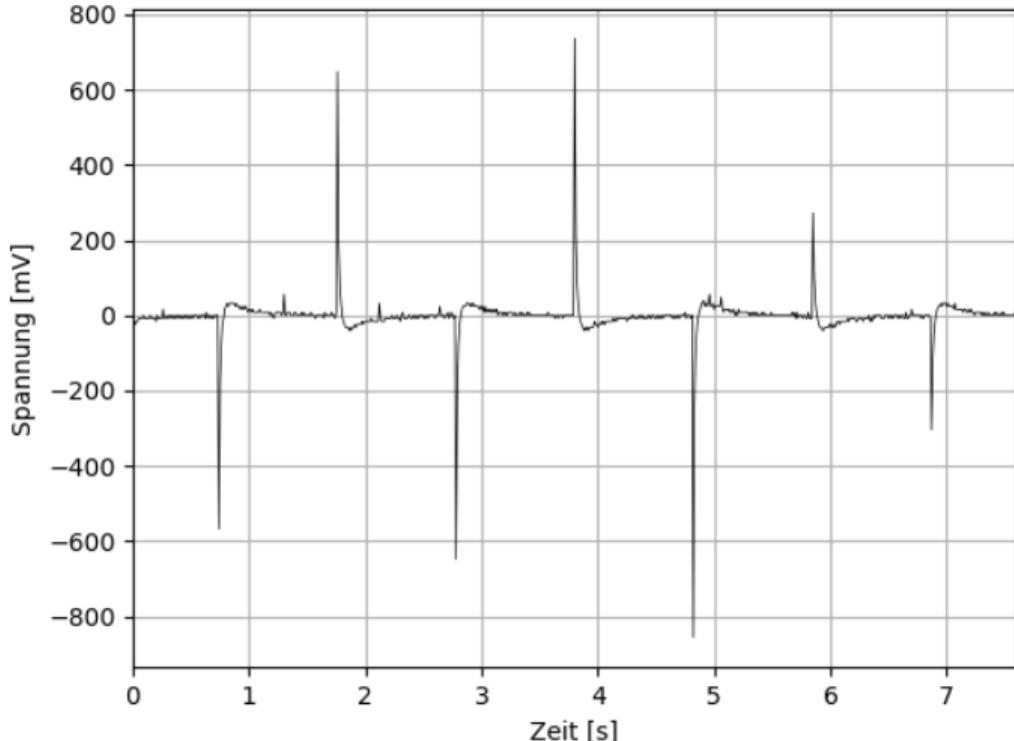
- Rechts: 1 mW-Laser
- Links: MEMS-Mikrofon
- Schaltung, die den Laser auf 1 Hz pulst



Vorexperiment

Auswertung:

- Extrema im Abstand von $1\text{ s} \Rightarrow 1\text{ Hz}$
- Deutliche Spannungsunterschiede zwischen den Extrema erkennbar
⇒ Kommt vermutlich vom Kondensator



Charakterisierung des MEMS-Mikrofons

Aufbau:

- Abstand Smartphone↔Mikrofon:
10 cm
- 500 Hz bis 5500 Hz

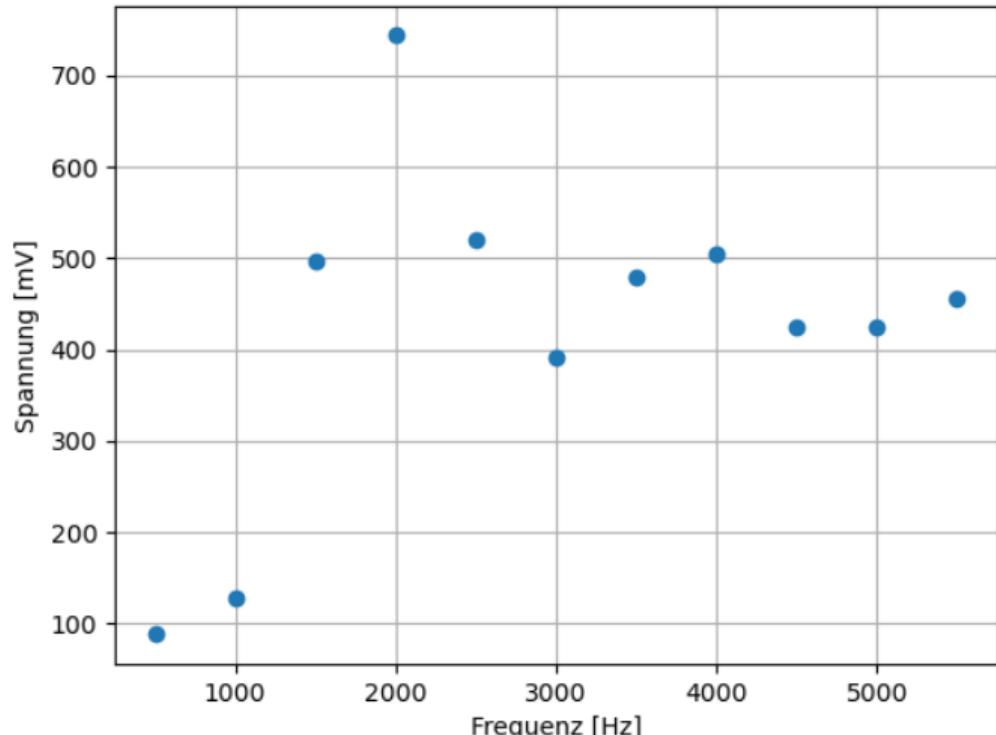
Charakterisierung des MEMS-Mikrofons

Aufbau:

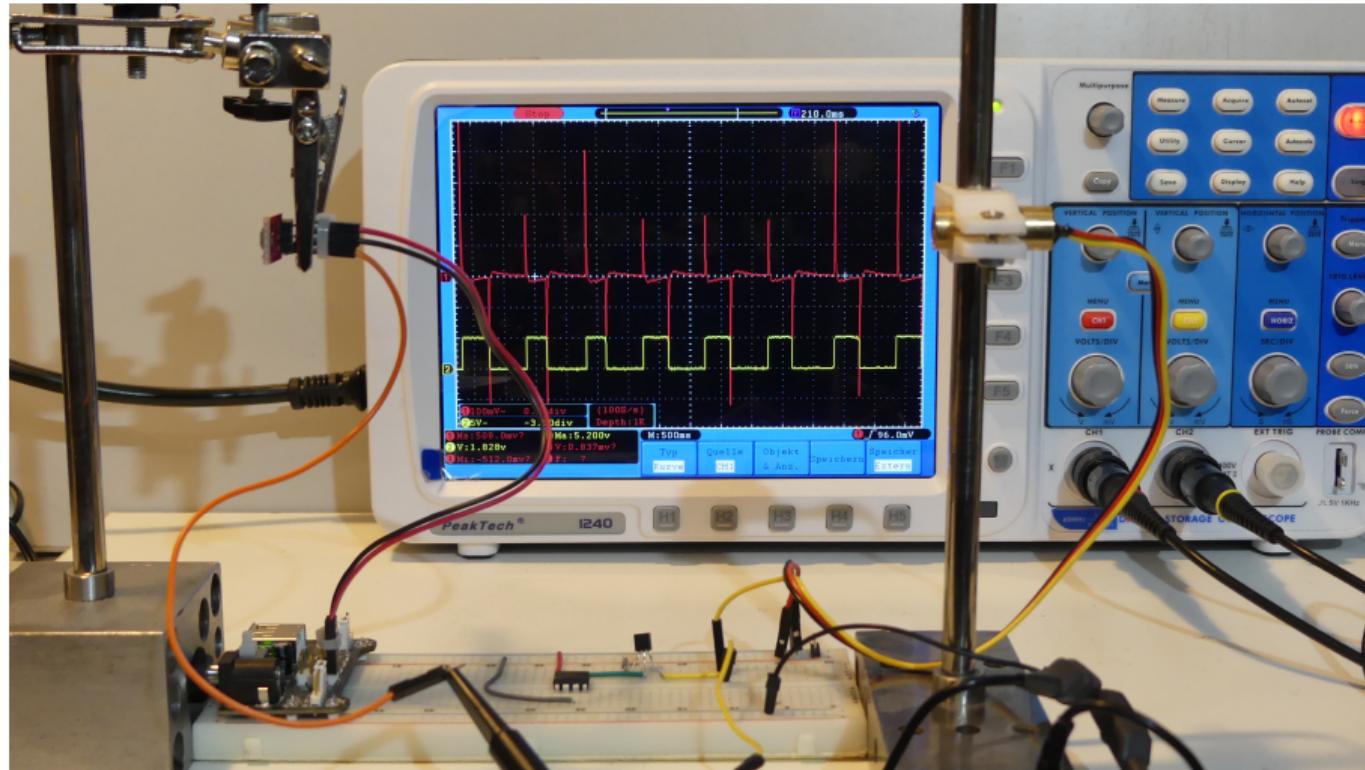
- Abstand Smartphone↔Mikrofon: 10 cm
- 500 Hz bis 5500 Hz

Auswertung:

- MEMS-Mikrofone geben bei 2000 Hz die größte Spannung ab
⇒ größte Sensitivität



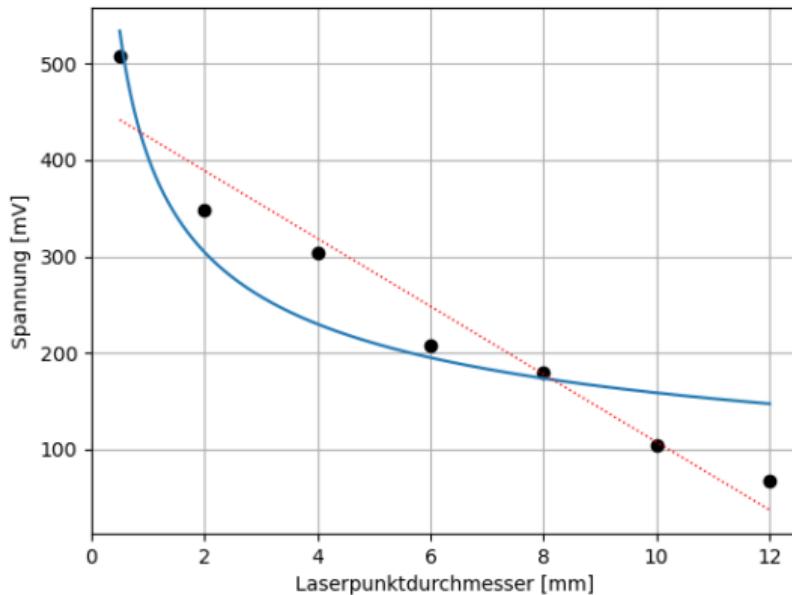
Wie reagiert das MEMS-Mikrofon auf einen 1 mW-Laser?



Wie reagiert das MEMS-Mikrofon auf einen 1 mW-Laser?

Auswertung:

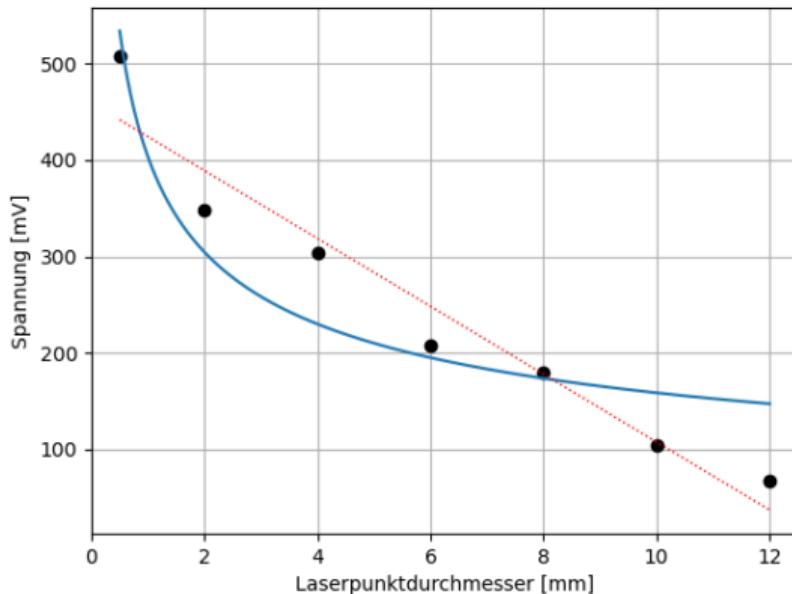
- Spannung sinkt mit steigendem Laserpunkt durchmesser



Wie reagiert das MEMS-Mikrofon auf einen 1 mW-Laser?

Auswertung:

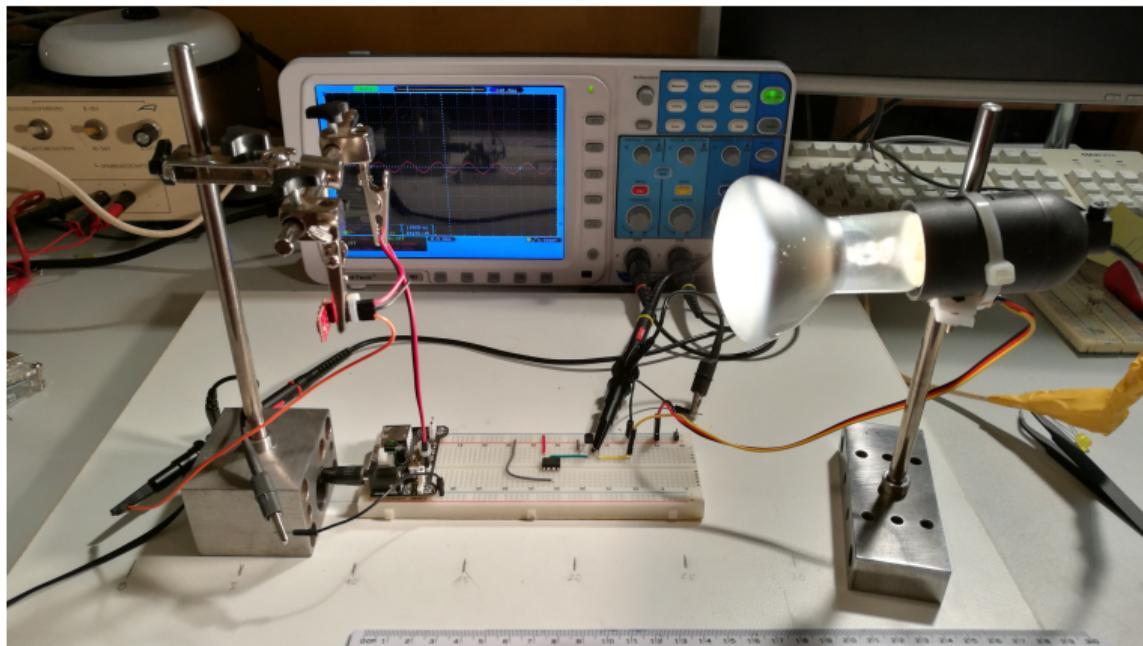
- Spannung sinkt mit steigendem Laserpunkt durchmesser
 ⇒ sinkende Leistungsdichte [$\frac{W}{cm^2}$]
- Zwei mögliche Funktionen:
 - linear (rot)
 - gebrochen-rational (blau)



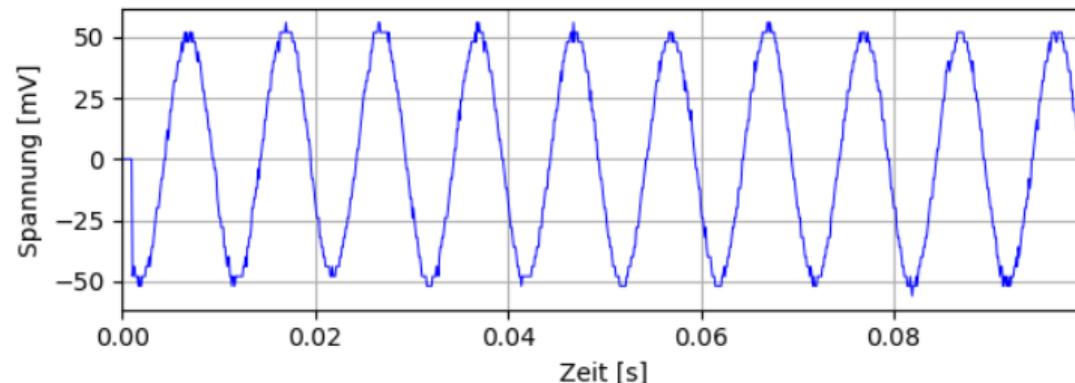
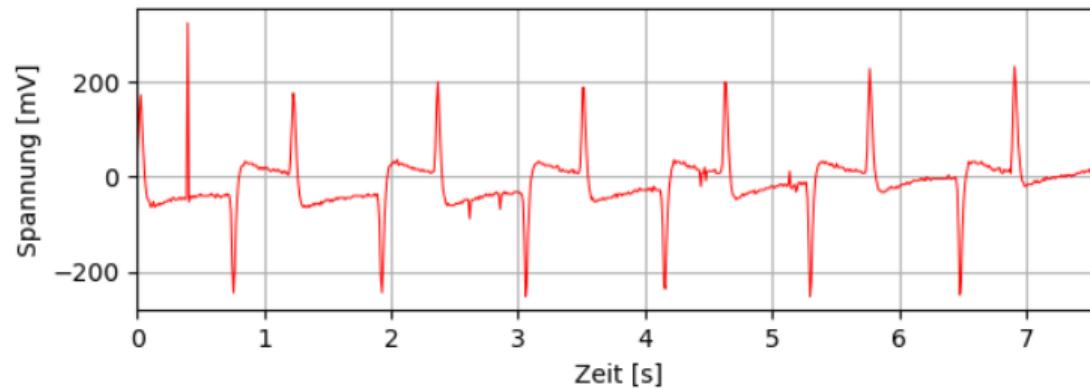
Reagiert ein MEMS-Mikrofon auf eine Glühbirne?

Aufbau:

- 40 W Glühbirne
- 15 cm Abstand
- 2 Messungen
(mit/ohne Abschirmen)



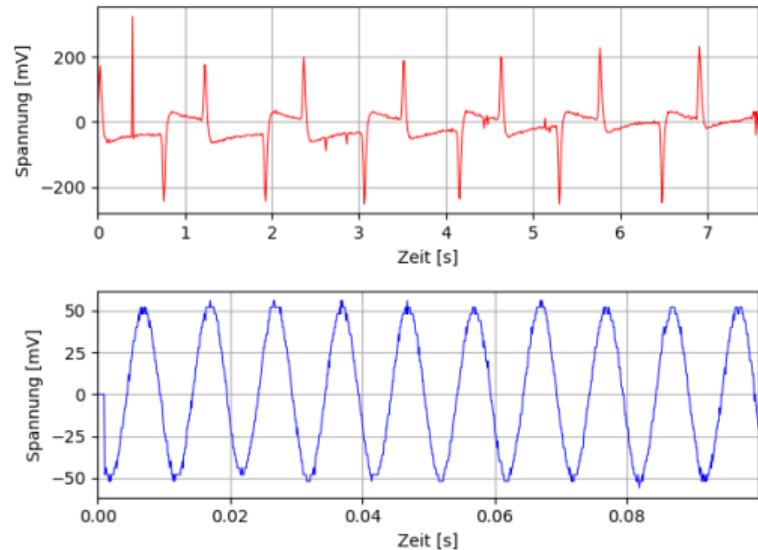
Reagiert ein MEMS-Mikrofon auf eine Glühbirne?



Reagiert ein MEMS-Mikrofon auf eine Glühbirne?

Auswertung:

- rot: deutliche Extrema erkennbar
 ⇒ Mikrofon reagiert auf die Glühbirne
- blau: Frequenz von 100 Hz
 ⇒ Exakt die doppelte Frequenz der Netzspannung



Fazit

Ergebnis:

Fazit

Ergebnis:

- MEMS-Mikrofone reagieren auf Lichteinstrahlung!

Fazit

Ergebnis:

- MEMS-Mikrofone reagieren auf Lichteinstrahlung!

Was könnte man daraus machen?

Fazit

Ergebnis:

- MEMS-Mikrofone reagieren auf Lichteinstrahlung!

Was könnte man daraus machen?

- Spannung ist modulierbar durch Intensität

Fazit

Ergebnis:

- MEMS-Mikrofone reagieren auf Lichteinstrahlung!

Was könnte man daraus machen?

- Spannung ist modulierbar durch Intensität
- Sprache ist im Mikrofon nichts anderes als Spannung

Fazit

Ergebnis:

- MEMS-Mikrofone reagieren auf Lichteinstrahlung!

Was könnte man daraus machen?

- Spannung ist modulierbar durch Intensität
- Sprache ist im Mikrofon nichts anderes als Spannung
- Moduliertes Licht kann Spannungen erzeugen, die wie Sprache klingen

Fazit

Ergebnis:

- MEMS-Mikrofone reagieren auf Lichteinstrahlung!

Was könnte man daraus machen?

- Spannung ist modulierbar durch Intensität
 - Sprache ist im Mikrofon nichts anderes als Spannung
 - Moduliertes Licht kann Spannungen erzeugen, die wie Sprache klingen
- ⇒ Sprache kann nachgebildet werden

Bildquellen



MEMS-Mikrofon

<https://nextgenlog.blogspot.com/2014/06/mems-microphones-stud-smartphones-to.html>

Zuletzt aufgerufen: 26.02.2021



Amazon Alexa

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazon_Alexa_-_Echo_Dot_\(49675526278\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazon_Alexa_-_Echo_Dot_(49675526278).jpg)

Zuletzt aufgerufen: 27.02.2021

(Alle anderen Bilder und Grafiken wurden eigens für diese Arbeit angefertigt.)

Weiterführende Links

- Mein Github-Repository:
→ <https://github.com/tomg404/WSeminar19-21>
- Vertiefung des Themas:
→ <https://lightcommands.com/>