


## Herzlich willkommen zum Physik-Workshop

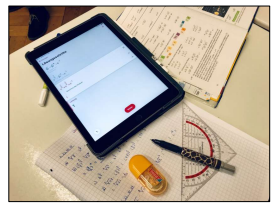
🔊

Bis es los geht können Sie ...


- das Handout zum Webinar herunterladen PDF unter Reiter e) [patrickbronner.de/fortbildung](http://patrickbronner.de/fortbildung)
- ein FAZ-Interview zum Thema KI lesen [bit.ly/3oe2MXO](https://bit.ly/3oe2MXO)
- einen Physik-Beitrag des SWR ansehen [bit.ly/3OuxOU3](https://bit.ly/3OuxOU3)

Handout Fortbildung







Interview Bronner



Fernseh-Beitrag





**ZSL**  
Zentrum für Schulqualität  
und Lehrerbildung  
Baden-Württemberg

1

## Apps, Projekte & KI-Tools für den digitalen Physikunterricht



**Physik-Workshop**  
Klettgau-Gymnasium // Tiengen  
17.04.2024 // 10:00 – 16:00 Uhr  
ZSL-BW // Fortbildung





**Dr. Patrick Bronner**  
Fachberater // ZSL Freiburg  
Ausbilder // Seminar Freiburg  
Lehrer // Friedrich-Gymnasium



**ZSL**  
Zentrum für Schulqualität  
und Lehrerbildung  
Baden-Württemberg

2

APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT

### VORSTELLUNG // REFERENT

- Studium Physik // Universität Karlsruhe
- Referendariat // Faust-Gymnasium Staufen
- Promotion // Universität Erlangen-Nürnberg
- Lehrer // Friedrich-Gymnasium Freiburg
- Fachberater Physik // ZSL-Freiburg
- Lehrbeauftragter Physik // Seminar Freiburg
- Mobile Endgeräte im Unterricht // seit 2014
- Deutscher Lehrpreis // 2016
- Unterricht in Tablet-Klassen // seit 2017



3

APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT

### ÜBERSICHT

|                |                                       |              |
|----------------|---------------------------------------|--------------|
| 1. Akustik:    | Apps & Projekte                       | (20 Minuten) |
| 2. Optik:      | Apps, Spektrometer & Interferenz      | (20 Minuten) |
| 3. Wärmelehre: | Wärmebildkamera, KI & Projekte        | (20 Minuten) |
| 4. Didaktik:   | Wirkungsvoller MINT-Unterricht        | (15 Minuten) |
| 5. E-Lehre:    | ebooks, U-Sensor, KI & Projekte       | (15 Minuten) |
| 6. Mechanik:   | SmartCars, Vid-Analyse, KI & Projekte | (30 Minuten) |

4

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**

## ÜBERSICHT

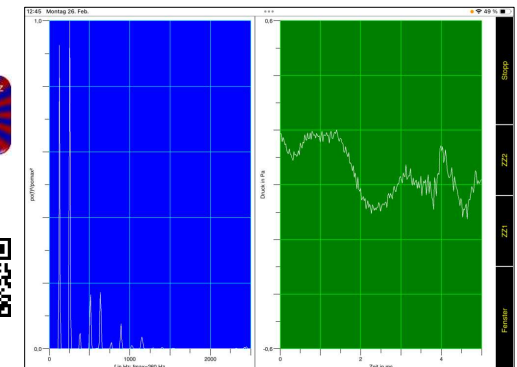
- 1. Akustik:** Apps & Projekte
- 2. Optik:** Apps, Spektrometer & Interferenz
- 3. Wärmelehre:** Wärmebildkamera, KI & Projekte
- 4. Didaktik:** Wirkungsvoller MINT-Unterricht
- 5. E-Lehre:** ebooks, U-Sensor, KI & Projekte
- 6. Mechanik:** SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte

5

**1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE**

## EMPFEHLUNG // APP SCHALLANALYSATOR

- iOS & Android: Tablet & Handy
- Autor: Dr. Markus Ziegler
- Funktionen:
  - Speicheroszil.
  - Frequenzspektrum
  - Grundfrequenz
  - Tongenerator ...
- Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/YBRlg5MKPvI](https://youtu.be/YBRlg5MKPvI)



Literatur: Ziegler, M. (2015): Akustikunterricht mit Smartphone. PdN-Physik 7/64.

6

**1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE**

## 1/7: SCHALL-APP // LAUTSTÄRKE



**Kapitel 3: Akustik**  
3.1 Die Lautstärke des Schalls

a) Lärm kann krankmachen  
Fülle mit Hilfe der Fäden das Lärmschild aus: <https://youtu.be/7Xa5G5Fz8>  
Um Lärm zu messen benutzt man ... ein Gerät, das das Geräuschpegel in ... misst. Die Skala reicht von ... dB (Beispiel: ...) bis ... dB (Beispiel: ...). Der Gesundheit kann zu schaden, wenn man einen längeren Zeitraum einer Lautstärke von ... dB ausgesetzt ist. Ab ... dB schmerzen die Ohren. Ab ... dB riskiert man das Verlust seines Hörvermögens. Was kannst Du in Deinem Leben beachten, um das Gesundheitsrisiko Lärm zu reduzieren? Nenne mindestens vier Maßnahmen:  
1. ...  
2. ...  
3. ...  
4. ...

b) Messung von Lärm mit dem Tablet  
Mit der App „Schallanalysator“ kannst Du die Lautstärke von Schall messen. Messe jeweils für 30 Sekunden. Dann wird Dir die Mittelwert und der Maximalwert angezeigt.

c) Messung von Lärm im Klassenzimmer  
Klasse ist absolut leise: Mittelwert: ... dB, Maximalwert: ... dB  
Klasse flüstert: Mittelwert: ... dB, Maximalwert: ... dB  
Klasse redet normal: Mittelwert: ... dB, Maximalwert: ... dB  
Klasse ist laut: Mittelwert: ... dB, Maximalwert: ... dB  
Klasse schreit (Ohren zu haben!): Mittelwert: ... dB, Maximalwert: ... dB

d) Messung zu Hause (im Abstand)  
Messe normale Stimme: Mittelwert: ... dB, Maximalwert: ... dB

Download Arbeitsblatt [bit.ly/35K9KaF](https://bit.ly/35K9KaF)


Bildquelle: Präsentation Friedrich-Gymnasium / Badische Zeitung vom 23.03.2017

7

**1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE**

## 2/7: SCHALL-APP // GESCHWINDIGKEIT

- Prinzip: Zeitabstand zwischen Knall & Echo
- Formel: 
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 8 \text{ m}}{5559 \text{ ms} - 5510 \text{ ms}} = \frac{16 \text{ m}}{0,049 \text{ s}} = 327 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
- Erklärung: Methode Flipped Classroom Klasse 7  
Eigenes Video: [youtu.be/ofl-APQBv4c](https://youtu.be/ofl-APQBv4c)
- Problem: a) Echo: Schulhof mit Bäumen, Bänken, ...  
b) iPad: Rauschunterdrückung → deaktivieren
- Rettung: Echter Datensatz in der App
- Alternativ: App phypox – akustische Stoppuhr  
Anleitung: [bit.ly/48t3cM3](https://bit.ly/48t3cM3)



8

1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE

### 3/7: SCHALL-APP // DOPPLER-EFFEKT

- Realexperiment: Doppler-Rakete
- Video Autohupe: [youtu.be/AnmmHkMVEAw](https://youtu.be/AnmmHkMVEAw)
- Animation Effekt: [bit.ly/3eAoKeg](https://bit.ly/3eAoKeg)

$$f_{\text{beob}} = f_{\text{Quell}} \cdot \frac{c}{c-v} \Rightarrow f_{\text{Hörer}} = \frac{c-v}{c} \cdot f_{\text{beob}}$$

$$f_{\text{beob}} = f_{\text{Hörer}} \cdot \frac{c}{c+v} \Rightarrow f_{\text{Hörer}} = \frac{c+v}{c} \cdot f_{\text{beob}}$$

$$\frac{c-v}{c} \cdot f_{\text{beob}} = \frac{c+v}{c} \cdot f_{\text{Hörer}}$$

$$c \cdot f_{\text{beob}} - c \cdot f_{\text{Hörer}} = v \cdot f_{\text{beob}} + v \cdot f_{\text{Hörer}}$$

$$c \cdot (f_{\text{beob}} - f_{\text{Hörer}}) = v \cdot (f_{\text{beob}} + f_{\text{Hörer}})$$








- Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/Ny5luy0TbR8](https://youtu.be/Ny5luy0TbR8)

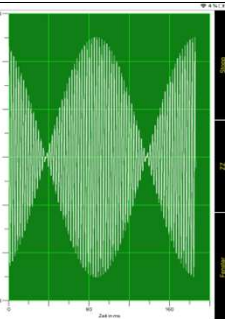
9



1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE

### 4/7: SCHALL-APP // SCHWEBUNG

- Schüler erforschen die Eigenschaften der Schwebung eigenständig
- Tongenerator in der App
- Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/lKu36c7XE6I](https://youtu.be/lKu36c7XE6I)
- GeoGebra zur Schwebung von Dr. Markus Ziegler [geogebra.org/m/uzq7jgcc](https://geogebra.org/m/uzq7jgcc)

| Stereo                       | Mono   | Direkt      |
|------------------------------|--------|-------------|
| -                            | +      |             |
| 1                            | 10     | 100         |
| 1000                         |        |             |
| Stopp                        | 400 Hz | Ampl.: 100% |
| Stopp                        | 410 Hz | Ampl.: 100% |
| Phasenverschiebung: 0 Pi/100 |        |             |




10

1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE

### 5/7: SCHALL-APP // MUSIKINSTRUMENTE

- Messung Spektrum mit der App
- Spezial: Obertongesang
- Video: [youtu.be/haz6W7p8xiM](https://youtu.be/haz6W7p8xiM)
- Hohe Obertöne klingen wie ein Instrument: Didgeridoo
- Trick: Unterdrückung mittlere Obertöne & Verstärkung hoher Obertöne durch Resonanzraum.

| Stereo                       | Mono   | Direkt      |
|------------------------------|--------|-------------|
| -                            | +      |             |
| 1                            | 10     | 100         |
| 1000                         |        |             |
| Stopp                        | 390 Hz | Ampl.: 80%  |
| Stopp                        | 490 Hz | Ampl.: 100% |
| Phasenverschiebung: 0 Pi/100 |        |             |

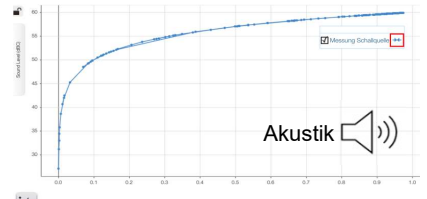



11

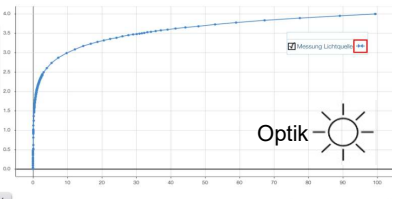
1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE


### 6/7: SCHALL-APP // HÖRSINN


- Aufgabe: Schreien Sie Ihr Tablet an!
- App: Sparkvue
- Messung: x: Lautstärke [W/m²], y: Empfindung [dB]
- Eigenes Video: [youtu.be/SvbhSngLm84](https://youtu.be/SvbhSngLm84)
- Analogie Optik: x-Achse: Beleuchtungsstärke [lx] y-Achse: Scheinbare Helligkeit [mag]



Akustik 



Optik 




Literatur: Plappert, D. (2003):  
 Unsere Sinne logarithmieren.  
 MNU-Bertrag. Download:  
[www.plappert-freiburg.de](http://www.plappert-freiburg.de)

12


**1. AKUSTIK: APPS & PROJEKTE**

### 7/7: PROJEKT // GLAS-MUSIK

- Motivation: Miniatur-Wunderland-Zug [youtu.be/aBNHmUT3GPg](https://youtu.be/aBNHmUT3GPg)
- Hypothese: x: Höhe [cm], y: Freq. [Hz]
- Messung: App Schallanalysator & App Sparkvue
- Physik: Kein Prinzip Orgelpfeife! [bit.ly/3PhOQ87](https://bit.ly/3PhOQ87)
- Musikwissen: Frequenzverhältnisse
- Projektziel: Aufnahme eigenes Stück [youtu.be/rG4l-1WKzT8](https://youtu.be/rG4l-1WKzT8)
- Schüler-Videos: [youtu.be/rG4l-1WKzT8](https://youtu.be/rG4l-1WKzT8)




| Plan 1 | Plan 2 |         |
|--------|--------|---------|
| 1      | 0,00   | 1438,00 |
| 2      | 50,00  | 1438,00 |
| 3      | 100,00 | 1410,00 |
| 4      | 150,00 | 1370,00 |
| 5      | 200,00 | 1280,00 |
| 6      | 250,00 | 1160,00 |
| 7      | 300,00 | 920,00  |
| 8      | 350,00 | 700,00  |
| 9      |        |         |



13

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**


### ÜBERSICHT


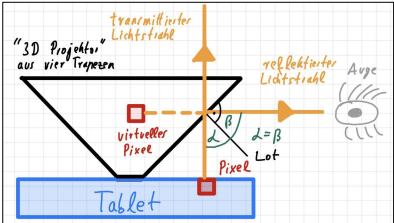
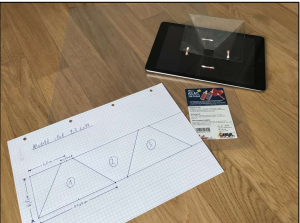
- Akustik: Apps & Projekte
- Optik: **Apps, Spektrometer & Interferenz**
- Wärmelehre: Wärmebildkamera, KI & Projekte
- Didaktik: Wirkungsvoller MINT-Unterricht
- E-Lehre: ebooks, U-Sensor, KI & Projekte
- Mechanik: SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte

14

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

### 1/7: HOLOGRAMM // REFLEXION

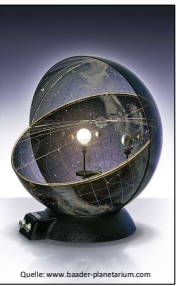
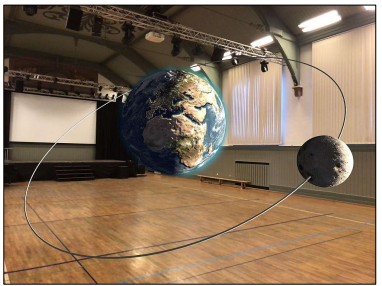
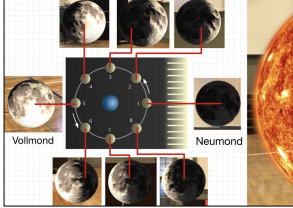

- „Hologramm“ mit dem Tablet
- 3D Film-Beispiel: [youtu.be/ozaeOtaN5Gw](https://youtu.be/ozaeOtaN5Gw)
- Folie zum Schneiden mit Schere 
- Theorie: Einfache Spiegelung


15


**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

### 2/7: MOND // AUGMENTED REALITY

Quelle: [www.baden-planetarium.com](http://www.baden-planetarium.com)

App: SolAR 

Eigener #ExcitingEdu Artikel: [bit.ly/3Jowz4G](https://bit.ly/3Jowz4G) 

16

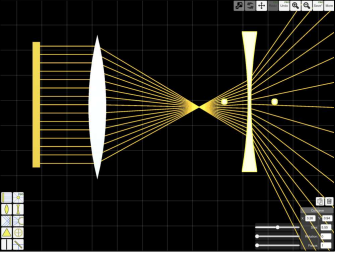


**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

### 3/7: STRAHLENGÄNGE // APPS

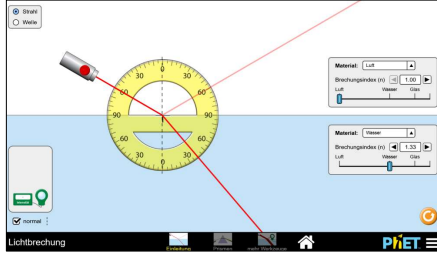

App Optics (0€)

- App id [1025745150](#)
- Strahlengänge
- Wirkung von Linsen



Apps PhET (Web 0 € - App 1€)

- <https://phet.colorado.edu/de>
- Farbzerlegung
- Brechung ... 70 weitere Apps

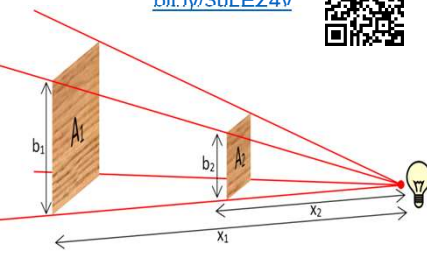

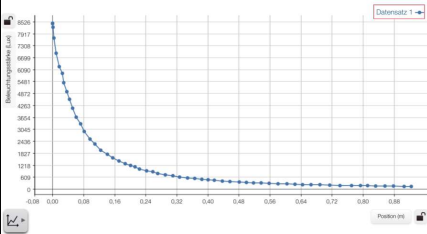




17

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

### 4/7: ABSTAND // GESETZ

- Intensität:  $\sim 1 / r^2$
- Messung: SmartCart & Lichtsensor
- Firmen: Pasco, Phywe, Vernier
- Theorie: Strahlensatz [bit.ly/3uLEZ4v](http://bit.ly/3uLEZ4v)







18

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

### 5/7: SPEKTROMETER // ANALOG & DIGITAL

- Analog: [Bausatz Astromedia](#)
- Digital: Tablet-Spektrometer
- Firmen: Leybold, Pasco, Vernier

Eigenes Erklärvideo:



[youtu.be/Nj3m29Esi6E](https://youtu.be/Nj3m29Esi6E)



19

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

### 6/7: INTERFERENZ // DIGITAL





Firma Pasco: [Wireless Diffraction Sensor](#)



Firma Vernier: [Diffraction Apparatus](#)

Labels on the apparatus:  $a = 0,08 \text{ mm}$ ,  $a = 0,08 \text{ mm } d = 0,25 \text{ mm}$ ,  $a = 0,08 \text{ mm } d = 0,50 \text{ mm}$

20

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

**6/7: INTERFERENZ // DIGITAL**

Ortsauflösung  $\Delta x = 0,01 \text{ mm}$

Spaltabstand:  $d = ?$  Spalt-Sensor:  $e = 1,0 \text{ m}$   
 Spaltbreite:  $a = ?$  Wellenlänge:  $\lambda = 650 \text{ nm}$

Doppelspalt Abstand Maxima:  
 $s = 74,89 - 73,58 = 1,31 \text{ mm}$   
 Doppelspalt Näherung:  
 $d = \lambda \cdot e : s = 0,50 \text{ mm}$

Einzelspalt Abstand Minimum:  
 $f = 82,13 - 73,58 = 8,55 \text{ mm}$   
 Einzelspalt Näherung:  
 $a = \lambda \cdot e : f = 0,076 \text{ mm}$

21

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

**6/7: INTERFERENZ // DIGITAL**

Verdopplung Spaltbreite  $a$

Verdopplung Spaltabstand  $d$

Eigenes Erklärvideo:  
[youtu.be/JUgBwzWzBwc](https://youtu.be/JUgBwzWzBwc)

22

**2. OPTIK: APPS, SPEKTROMETER & INTERFERENZ**

**7/7: PROJEKT // EM-SPEKTRUM**

Artikel Zeitschrift Bildung+: [bit.ly/3n63VNt](https://bit.ly/3n63VNt)

**Instagram? Eine Chance für den Unterricht!**

Soziale Netzwerke wie YouTube, TikTok, Twitter und Instagram sind in der Lebenswelt von jungen Erwachsenen zur Unterhaltung, für die Kommunikation und als Informationsquelle allgegenwärtig. In den letzten Jahren hat sich vor allem Instagram zu einem der beliebtesten Social Media-Kanäle entwickelt: 75% der Jugendlichen nutzen das Plattformen-Endknotenwerknetz und mehr als 100 Millionen Menschen weltweit sind dort registriert und...

Bildung bei Instagram  
 Instagram wird von Jugendlichen vor allem zur Verfolgung ihrer eigenen Interessen genutzt. Die Plattform bietet eine Vielzahl an Inhalten, die für den Unterricht geeignet sind. Durch die Möglichkeit, Videos zu teilen, können Lehrer und Schüler miteinander interagieren und sich gegenseitig unterstützen. Die Plattform bietet auch die Möglichkeit, sich an Diskussionen zu beteiligen und sich gegenseitig zu unterstützen. Die Plattform bietet auch die Möglichkeit, sich an Diskussionen zu beteiligen und sich gegenseitig zu unterstützen.

**Mikrowellen**  
 Wellenlänge:  $1 \text{ mm} - 1 \text{ m}$   
 Frequenz:  $10^9 \text{ Hz} - 10^{11} \text{ Hz}$   
 Anwendung: Mikrowellenherd, Radar, Satellitenfernsehen  
 Gefahr: Schäden am menschlichen Gewebe, vor allem an den Augen  
 Funfact: Ein Mikrowellenherd erwärmt Nahrung, indem er die enthaltenen Wassermoleküle mit Mikrowellen beheizt und diese somit in Schwingung setzt. Diese Schwingung resultiert in Wärme.

23

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**

**ÜBERSICHT**

1. Akustik: Apps & Projekte
2. Optik: Apps, Spektrometer & Interferenz
3. Wärmelehre: Wärmebildkamera, KI & Projekte
4. Didaktik: Wirkungsvoller MINT-Unterricht
5. E-Lehre: ebooks, U-Sensor, KI & Projekte
6. Mechanik: SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte

24

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

**1/7: TEMPERATUR // EINHEITEN**

Firmen:  
Pasco, Vernier, Phywe, ...

Eigenes Erklärvideo:  
[youtu.be/qL068MFJNvs](https://youtu.be/qL068MFJNvs)

Temperature (T) vs Temperature (T) graph showing a linear fit with equation  $y = 1.00x + 3.48 \cdot 10^{-11}$  and  $R^2 = 0.99999$ .

25

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

**2/7: T-VERLAUF // KAFFEE**

Arbeitsauftrag:  
[bit.ly/3lf47E6](https://bit.ly/3lf47E6)

26

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

**3/7: WÄRMEKAPAZITÄT // WASSER**

| Temperatur T [°C] | Energie E [J] |
|-------------------|---------------|
| 4                 | 58,3          |
| 5                 | 118,8         |
| 6                 | 179,4         |
| 7                 | 240,0         |
| 8                 | 300,6         |
| 9                 | 361,2         |
| 10                | 421,8         |
| 11                | 482,4         |
| 12                | 543,0         |
| 13                | 603,6         |

Darstellung: x-Achse: Temperatur [°C] / y-Achse: Energie [J]  
Steigung der Geraden:  $c = 4.410 \text{ J}/(\text{kg K})$   
Literaturwert:  $c = 4.190 \text{ J}/(\text{kg K})$

1 l Wasser wird erwärmt. Messung: P Wasserkocher [W], & Temperatur T [°C] in Schritten von  $t = 20 \text{ s}$ .

27

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

**EMPFEHLUNG: WÄRMEBILDKAMERA**

Firmen:  
Flir, Seek, Voltcraft, ...

Eigener Artikel  
[bit.ly/3JRGXm1](https://bit.ly/3JRGXm1)



28



**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

### 4/7: PROJEKT // EINSTIEG WÄRMELEHRE

- Schülerset 12 Stück zur Leihgabe
- Hausaufgabe: „Entdecke Wärme in Deinem Alltag“
- Lernprodukt: Multimedia Diashow
- Schülervideo: [youtu.be/OoEi6\\_bMYVM](https://youtu.be/OoEi6_bMYVM)

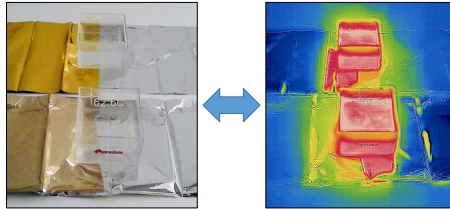
| Bewertet wird   | Partner | Faktor | Note |
|---|---------|--------|------|
| Motive (Vielfalt, Anzahl, Qualität, Kreativität)              |         | 50%    |      |
| Physikalische Beschreibung als Text & Erklärung Kamera        |         | 30%    |      |
| Umsetzung als Film (Bild-Abfolge, Musik, gute Länge, Quellen) |         | 20%    |      |
| Gesamtnote:   |         | 100%   |      |

29

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

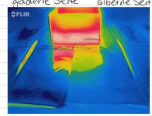

### 5/7: WÄRMETRANSPORT // RETTUNGSDECKE

- Gold oder Silber? Mit welcher Seite rette ich Leben?
- Forschendes Schülerexperiment
- Einsatz der Wärmebildkamera



**1. Wärmestrahlung**

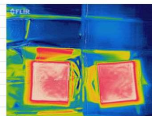
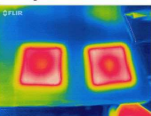
goldene Seite    silberne Seite

⇒ goldene Seite sollte innen sein, da sie die Wärme besser reflektiert

**2. Wärmeleitung**

gold    silber


⇒ beide sehen gleich warm

30

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

### 6/7: WÄRMEPUMPE // EISMASCHINE

- Physik im Sommer: Wie funktioniert eine Eismaschine?
- Erklärvideo: [youtu.be/--VxQ6OsSIY](https://youtu.be/--VxQ6OsSIY) & Arbeitsblatt: [bit.ly/3RDYXVC](https://bit.ly/3RDYXVC)
- Übertragung des Wissens auf eine „Wärmepumpen-Heizung“



31

**3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE**

### 7/7: PROJEKT // LICHTERKETTE MIT KI



Werbung in einem Freiburger Baumarkt 11/23.

tagesschau

Startseite > Inland > Weihnachtsbeleuchtung: Bleibt es in diesem Jahr dunkel?

Stand: 26.09.2022 07:22 Uhr

Die Deutsche Umwelthilfe regt an, dieses Jahr die Weihnachtsbeleuchtung wegzulassen - wegen der Energie-, aber auch der Klimakrise. Allein der private Stromverbrauch dafür entspreche dem einer mittleren Großstadt pro Jahr.

Vor allem angesichts der Energiekrise hat die Deutsche Umwelthilfe angeregt, in diesem Jahr auf Weihnachtsbeleuchtung zu verzichten. Das sollte "eine Selbstverständlichkeit sein" in Städten und Gemeinden wie auch Häusern und Wohnungen, sagte Bundesgeschäftsführer Jürgen Resch dem Redaktionsnetzwerk Deutschland.

"Angesichts des Kriegs in der Ukraine, der Energieknappheit, aber auch aus Gründen des Klimaschutzes sollten wir einmal innehalten", so Resch. Er wies auf den Stromverbrauch hin: "Allein die privaten Beleuchtungsorgien verursachen pro Jahr einen Stromverbrauch von über 600 Millionen Kilowattstunden - so viel wie eine mittlere Großstadt mit 400.000 Einwohnern im Jahr verbraucht."

Forderung der Deutschen Umwelthilfe 10/22.

32



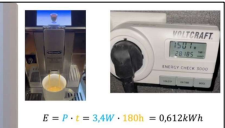
### 3. WÄRMELEHRE: WÄRMEBILDKAMERA, KI & PROJEKTE

## 7/7: PROJEKT // LICHTERKETTE

#### Kaffee Kosten

- 7g Bohnen  
10 Cent
- 200ml Wasser  
0,04 Cent
- 70s mit 1,5kW Zubereitung  
 $70s \cdot 1,5kW = 105kWs = 0,029kWh$   
 $0,029kWh \cdot 32 \text{ Cent} = 0,9 \text{ Cent}$

**Insgesamt: 11 Cent**  
Strompreis: 32 Cent/kWh



$E = P \cdot t = 3,4W \cdot 180h = 0,612kWh$

Kosten =  $0,612kWh \cdot 32 \frac{\text{Cent}}{kWh} = 19,6 \text{ Cent}$

**19,6 Cent > 11 Cent**

### KAFFEE

#### STROMVERBRAUCH

Benötigte Energie um Kaffee um 70°C zu erwärmen  
Eine Tasse Kaffee entspricht 250 g

Spezifische Wärmekapazität:  $\frac{\Delta E}{\Delta T \cdot m}$

Wärmekapazität von Wasser:  $4190 \frac{J}{(K \cdot kg)}$

$4190 \frac{J}{(K \cdot kg)} \cdot 250g \cdot 70K = 73525J = 73525Ws$


$\frac{73525Ws}{3600 \cdot 1000} = 0,0204kWh$

#### 5. Notengebung

| Was wird bewertet   | Fak-<br>tor | Partner-<br>arbeit? | Selbst-<br>Bewertung | Peer-<br>Feedback | Lehrerbe-<br>wertung? |
|---|-------------|---------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| Professionalität Video:<br>Gleicher Aufbau der Folien,<br>Abwechslung Sprecher,<br>passende Länge, Motivation,<br>roter Faden, LaTeX, KI-Bilder &<br>eigene Bilder mit Quelle | 1           | ✓                   | 1-2                  | 1-2               | 1-2                   |
| Physik: Begründung mit Erklärung<br>und Formeln,<br>Quellenangabe Werte,<br>Bestimmung c.   | 2           | ✓                   | 1-                   | 1-                | 1                     |
| Gesamtnote  | 3           |                     | 1-                   | 1-                | 1-                    |

Projekt zählt genau so viel wie eine Klassenarbeit.

**Projektbericht**  
[bit.ly/3tjfgjn](http://bit.ly/3tjfgjn)



33

### APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT

## ÜBERSICHT

- Akustik: Apps & Projekte
- Optik: Apps, Spektrometer & Interferenz
- Wärmelehre: Wärmebildkamera, KI & Projekte
- Didaktik: Wirkungsvoller MINT-Unterricht**
- E-Lehre: ebooks, U-Sensor, KI & Projekte
- Mechanik: SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte

34

### 4. DIDAKTIK: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT

## TABLET-KLASSE: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT



**Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe**  
Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit  
WAXMANN

[1] Hillmayr, D. et al.(2020): The potential of digital tools: A context-specific meta-analysis. Computers & Education, 153.

|   |   |
|---|---|
| <b>1) Nutzungszeit</b><br>Einsatz von digitalen Medien nur mit zeitlicher Begrenzung. In 1:1 Tablet-Klassen z. B. 1/3 der Unterrichtszeit. Im Fernunterricht: Wechsel zwischen asynchronen und synchronen Lernphasen. | <b>2) Methoden &amp; Materialien</b><br>Einsatz von digitalen Medien nur ergänzend zu traditionellen Methoden und analogen Lernmaterialien. Im Fernunterricht: Analoge Materialien in asynchronen Lernphasen. |
| Ergebnis der Metastudie [1]: „Digitale Medien im MINT-Unterricht fördern die Motivation und führen zu besseren Schulleistungen.“  |   |
| <b>3) Kooperatives Lernen</b><br>Einsatz von digitalen Medien vorwiegend in kooperativen Lernformen zur Förderung der Kommunikation. Im Fernunterricht: Kollaborative Tools, Breakout-Räume, Projektarbeit im Team.   | <b>4) Lehrerfortbildung</b><br>Einsatz von digitalen Medien nur in Begleitung von professionell geschulten Lehrer*innen. Im Fernunterricht: Schulinterne Web-Konferenzen & Mikro-Fortbildungsformate          |

35

### 4. DIDAKTIK: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT

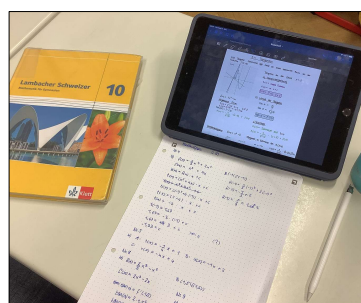
## 1. GEBOT IM UNTERRICHT

- Zeitlich begrenzter Einsatz von Schüler-Tablets  
→ max. 1/2 der Unterrichtszeit in der 8. Klasse
- Begrenzte digitale Heftführung [2]  
→ Mathe: Regelheft digital  
Übungsheft analog
- Verzicht von eBooks auf Schüler-Tablets [3]  
→ Wunsch: Schüler\*innen
- Lernen **ohne** KI-Assistenz  
→ Aufsätze: mit Papier & Stift

[2] Umejima et. al (2021): Paper Notebooks vs. Mobile Devices: Brain Activation Differences During Memory Retrieval. Front. Behav. Neuroscience: [bit.ly/3W55Sse](http://bit.ly/3W55Sse)

[3] Delgado et. al (2018): Don't throw away your printed books: A meta-analysis Educational Research Review, Volume 25/2018: [bit.ly/3Zpccxj](http://bit.ly/3Zpccxj)

**1) Nutzungszeit**  
 Einsatz von digitalen Medien nur mit zeitlicher Begrenzung. In 1:1 Tablet-Klassen z. B. 1/3 der Unterrichtszeit. Im Fernunterricht: Wechsel zwischen asynchronen und synchronen Lernphasen.



36

**4. DIDAKTIK: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT**

## 2. GEBOT IM UNTERRICHT

- Kein digitales Feuerwerk im Unterricht aus Erklärvideos, KI-Tools, Kahoot & Lernplattformen  
→ Einzelne kognitiv aktivierende Anwendungen
- Digitale & analoge Methoden / Materialien schließen sich nicht aus, sondern ergänzen sich.  
→ Ziel sind fließende Übergänge
- Fundamente des Unterrichts bleiben: Bücher & handschriftliche Aufsätze, offene & kreative Aufgaben, Beziehung & Kommunikation.  
→ Erweitert um digitale Möglichkeiten

**2) Methoden & Materialien**

Einsatz von digitalen Medien nur ergänzend zu traditionellen Methoden und analogen Lernmaterialien.  
Im Fernunterricht: Analoge Materialien in asynchronen Lernphasen.



37

**4. DIDAKTIK: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT**

## 3. GEBOT IM UNTERRICHT


- Unterricht: Tablet-Einsatz in Partnerarbeit Apps zur Förderung der Kollaboration.
- KI-Tools: Gezielter Einsatz zur Ko-Konstruktion und zum fachlichen Support.

**3) Kooperatives Lernen**

Einsatz von digitalen Medien vorwiegend in kooperativen Lernformen zur Förderung der Kommunikation.  
Im Fernunterricht: Kollaborative Tools, Breakout-Räume, Projektarbeit im Team.

**Peers in Pairs**

3. The use of computers is more effective when peer learning is optimized



Vortrag beim Digitalkongress des ZSL-BW am 02.10.21

38

**4. DIDAKTIK: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT**

## 4. GEBOT IM UNTERRICHT

- Bottom-Up Formate – vor allem zur Integration von KI:
  - Schulinterne 15 Minuten Mikro-Fortbildungen
  - Analoge Social-Media-Wall im Lehrerzimmer
  - Pädagogischer Tag als Barcamp
- Individuelle Lern-Netzwerke (X / Bluesky / Instagram)

**4) Lehrer\*innen-Fortbildung**

Einsatz von digitalen Medien nur in Begleitung von professionell geschulten Lehrer\*innen.  
Im Fernunterricht: Schulinterne Web-Konferenzen & Mikro-Fortbildungsformate



Video: Was ist ein Barcamp?  
[youtu.be/Ln1SfpxGWg](https://youtu.be/Ln1SfpxGWg)



**Patrick Bronner** @P\_Bronner · 8. Mai

HELP #twlz:  
Ich suche ein Mathematik-Projekt zum Thema Körper (Klasse 9).  
Eckdaten: Tablet-Klasse, 4 Wochen Zeit, digitales Lernprodukt, ...  
Vorwissen: Volumen, Oberfläche, ....  
Hat jemand eine zündende Idee?  
Ich würde mich über kreative Vorschläge sehr freuen!

39

**4. DIDAKTIK: WIRKUNGSVOLLER MINT-UNTERRICHT**


## KOMPETENZORIENTIERUNG // STATT REPRODUKTION

- Welche Schlüsselkompetenzen sind für Schüler\*innen im 21. Jh. von Bedeutung?
- Auswendiglernen und braves vorbeten von Fakten? Noch mehr „drill & practice“?
- Welche Kompetenzen lassen sich durch KI-Tools kaum ersetzen?

| Kreativität   | Kritisches Denken  | Kommunikation  | Kollaboration   |
|---|--|--|---|
| Schüler*innen sollen fähig sein, kreative Lösungsansätze in allen Bereichen des Lebens und später im Beruf zu finden. | Schüler*innen sollen lernen, Dinge zu hinterfragen, um zu mündigen Entscheidungsträgern zu werden. Grundlage hierfür ist ein solides Fachwissen. | Schüler*innen sollen verschied. Sprachen beherrschen, und eine Sprache sprechen, die dem Gegenüber gerecht wird und dabei souverän mit digitalen Medien kommunizieren. | Schüler*innen sollen gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen erarbeiten. Sie erhalten von Lehrern Eigenverantwortung, um Probleme im Team zu lösen. |

**PÄDAGOGIK** 12/21

4K - Skills für das 21. Jahrhundert?



Textquelle: Angepasst an „Netzwerk digitale Bildung“ CC BY-SA  
Bildquelle: Themenheft: „4K“ Zeitschrift PÄDAGOGIK Ausgabe 12/21

40

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**

### ÜBERSICHT

1. Akustik: Apps & Projekte
2. Optik: Apps, Spektrometer & Interferenz
3. Wärmelehre: Wärmebildkamera, KI & Projekte
4. Didaktik: Wirkungsvoller MINT-Unterricht
5. **E-Lehre: ebooks, U-Sensor, KI & Projekte**
6. Mechanik: SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte

41

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

### 1/7: STUMMES VIDEO // $P = U \cdot I$

- Lehrer: Experiment aufnehmen & Tonspur löschen
- Schüler: Nachvertonen im Team
- Schülerlösung: Vertontes Video [youtu.be/2lclH7eAEGI](https://youtu.be/2lclH7eAEGI)
- Differenzierung: Interaktives Video [bit.ly/39e69kM](https://bit.ly/39e69kM)
- Eigenes Erklärvideo: Vertonung [youtu.be/oAtQEW7lL6E](https://youtu.be/oAtQEW7lL6E)

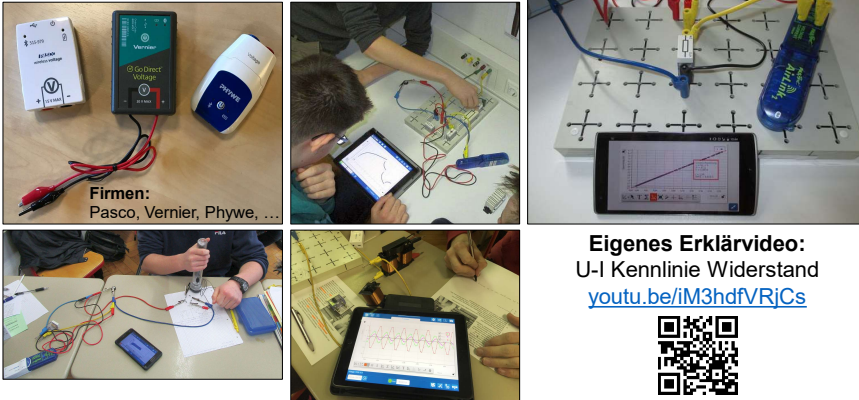



Literatur: Schweinberger, M. et al. (2019). Üben mit stummen Experimentiervideos. Unterricht Physik 5/173.

42


**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

### 2/7: U-I SENSOREN // OBERSTUFE



Firmen:  
Pasco, Vernier, Phywe, ...

**Eigenes Erklärvideo:**  
U-I Kennlinie Widerstand  
[youtu.be/iM3hdfVRjCs](https://youtu.be/iM3hdfVRjCs)



43

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

### 3/7: PROJEKT // TRAUMWOHNUNG



Arbeitsauftrag & Hinweise:  [bit.ly/4bAQhJw](https://bit.ly/4bAQhJw)

**Zeitplan:**

| Tag | Datum | Erforderlich bis zum Ende | Geschafft bis zum Ende |
|-----|-------|---------------------------|------------------------|
|     |       |                           |                        |
|     |       |                           |                        |
|     |       |                           |                        |

**Eltern-Mail vom 12.06.2019:**  
*Sehr geehrter Herr Bronner, über dieses Projekt verlieren wir lieber nicht mehr zu viele Worte. [...] Physik hat XXXXX für sich völlig abgeschrieben. Ich hoffe sehr, dass es in einem der 3 Folgejahren möglich ist, ihm ein wenig Spaß an Physik zu vermitteln. Mir ist er gründlich vergangen. [...] Physik und dieses Projekt ist hier in diesem Haus inzwischen ein derart rotes Tuch, dass allein die sich bei mir entwickelnde Energie locker reichen würde, die Lämpchen sämtlicher Arbeiten zum Leuchten zu bringen. Lassen Sie uns dieses Schuljahr einfach irgendwie zu Ende bringen [...].*

44



**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**3/7: PROJEKT // TRAUMWOHNUNG**



Projektabschluss: „Bekanntung meiner Traumwohnung“

Das Ziel: Ich möchte meine Traumwohnung vorstellen. Dabei soll es um die folgenden Punkte gehen:

- Größe der Wohnung
- Lage
- Ausstattung
- Preis
- Energieverbrauch
- Nachhaltigkeit

Die Daten zu den verschiedenen Punkten sollen in einer Tabelle dargestellt werden. Die Tabelle soll folgende Spalten haben:

- Größe der Wohnung
- Lage
- Ausstattung
- Preis
- Energieverbrauch
- Nachhaltigkeit

Die Tabelle soll folgende Spalten haben:


| Größe  | Lage   | Ausstattung | Preis  | Energieverbrauch | Nachhaltigkeit |
|--------|--------|-------------|--------|------------------|----------------|
| 100 m² | 1000 m | 1000 m      | 1000 m | 1000 m           | 1000 m         |
| 1000 m | 1000 m | 1000 m      | 1000 m | 1000 m           | 1000 m         |
| 1000 m | 1000 m | 1000 m      | 1000 m | 1000 m           | 1000 m         |
| 1000 m | 1000 m | 1000 m      | 1000 m | 1000 m           | 1000 m         |
| 1000 m | 1000 m | 1000 m      | 1000 m | 1000 m           | 1000 m         |

45

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**4/7: PROJEKT // ELEKTROMOTOR**

- Praxis: Bausatz Eschke-Elektromotor
- Produkt: ebook mit der App Book Creator
- Alltag: Elektro- vs. Verbrennungsmotor



**2.1 Vor- und Nachteile eines Autos mit Verbrennungsmotor:**

Der Anteil der Elektrofahrzeuge wächst in den Vergleich zu den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren. Verbrennungsmotoren sind nicht emissionsfrei und verbrauchen fossile Brennstoffe. Elektrofahrzeuge sind emissionsfrei und verbrauchen erneuerbare Energiequellen.

| Vorteile  | Nachteile   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• lange Reichweite</li> <li>• geringe Anschaffungskosten</li> <li>• keine hohen Energiekosten</li> <li>• keine hohen Wartungskosten</li> <li>• keine hohen Anschaffungskosten</li> <li>• keine hohen Anschaffungskosten</li> <li>• keine hohen Anschaffungskosten</li> <li>• keine hohen Anschaffungskosten</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• hoher Energieverbrauch</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> </ul> |

**2.2 Magnetfeld der festen Spule**

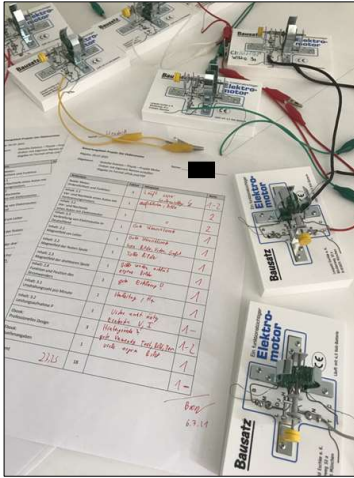
**2.1 Magnetfeld um einen Leiter**

**2.2 Magnetfeld um die Spule**

46

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**4/7: PROJEKT // ELEKTROMOTOR**



**5.1 Umdrehungszahl pro Minute**

Die Umdrehungszahl pro Minute (U/min) ist ein Maß für die Drehgeschwindigkeit eines Rotors. Sie wird durch die Drehzahl des Motors bestimmt. Die Drehzahl des Motors wird durch die Frequenz der Stromversorgung bestimmt.

**5.2 Leistungsaufnahme P des Motors**

Die Leistungsaufnahme P des Motors ist ein Maß für die elektrische Leistung, die der Motor aufnimmt. Sie wird durch die Spannung U und den Strom I bestimmt.

$U = 4,69 \text{ V}$

$I = 0,35 \text{ A}$

$P = U \cdot I$

$P = 4,69 \cdot 0,35$

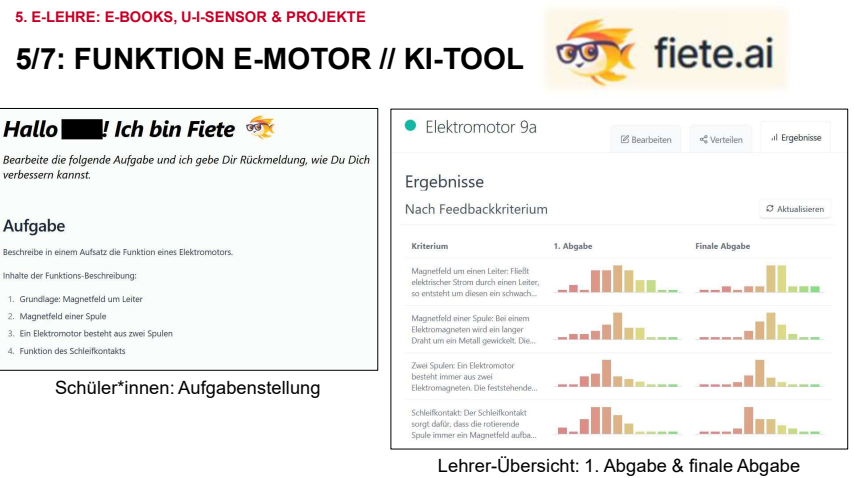
$P = 1,6415 \text{ W}$

Arbeitsauftrag: [bit.ly/4bB2LAK](https://bit.ly/4bB2LAK)

47

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**5/7: FUNKTION E-MOTOR // KI-TOOL**



**Hallo [Name]! Ich bin Fiete**

Bearbeite die folgende Aufgabe und ich gebe Dir Rückmeldung, wie Du Dich verbessern kannst.

**Aufgabe**

Beschreibe in einem Aufsatz die Funktion eines Elektromotors.

Inhalte der Funktions-Beschreibung:

1. Grundlage: Magnetfeld um Leiter
2. Magnetfeld einer Spule
3. Ein Elektromotor besteht aus zwei Spulen
4. Funktion des Schleifkontakts

Schüler\*innen: Aufgabenstellung

**Elektromotor 9a**

Ergebnisse

Nach Feedbackkriterium

| Kriterium  | 1. Abgabe | Finale Abgabe |
|--|-----------|---------------|
| Magnetfeld um einen Leiter: Fließt elektrischer Strom durch einen Leiter, so entsteht um diesen ein schwaches... | ...       | ...           |
| Magnetfeld einer Spule: Bei einem Elektromagneten wird ein langer Draht um ein Metall gewickelt. Die...          | ...       | ...           |
| Zwei Spulen: Ein Elektromotor besteht immer aus zwei Elektromagneten. Die feststehende...                        | ...       | ...           |
| Schleifkontakt: Der Schleifkontakt sorgt dafür, dass die rotierende Spule immer ein Magnetfeld aufba...          | ...       | ...           |

Lehrer-Übersicht: 1. Abgabe & finale Abgabe

48



**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**5/7: FUNKTION E-MOTOR // KI-TOOL** 

**Deine Lösung**

1. Abgabe ✔      Finale Abgabe ✔

Der Elektromotor besteht aus zwei Spulen, also aus zwei Weichmagneten, um die jeweils eine elektrische Leitung gewickelt ist. Sobald Strom durch die Kabel fließt, entsteht ein Magnetfeld um die Leiter herum, das abhängig von der Stromrichtung gepolt ist. Man kann die Richtung eines Magnetfeldes einfach ermitteln, indem man die rechte Hand um das Kabel legt, wobei der Daumen in die Richtung zeigen sollte, in die der Strom fließt. In die Richtung, in welche die Spitzen der anderen vier Finger zeigen, dreht sich die Magnetfeld kreisförmig um die Leitung. Diese einzelnen Magnetfelder des Kabels addieren sich zu einem Gesamtmagnetfeld, welches durch den Weichmagneten im Inneren der Spule verstärkt wird. Die äußere der beiden Magneten funktioniert bei eingeschalteten Strom wie ein Dauermagnet, das heißt Nord- und Südpol sind unveränderbar. Der innere Elektromagnet, der drehbar ist, hat dann ebenfalls einen Nord- und einen Südpol. Da Nord und Süd sich gegenseitig anziehen, dreht sich der Elektromagnet, bis die ungleichen Pole so nah wie möglich aneinander sind. Nun steht er still und es fließt kein Strom. Damit er sich weiter drehen kann, muss er umgepolt werden. Dabei ist der Schleifkontakt zuständig. Er sorgt dafür, dass sich die Stromrichtung ändert, während der Elektromagnet horizontal liegt. Das wiederholt sich jede halbe Umdrehung des Elektromagneten, sodass er sich dauerhaft dreht.

20 Text abbildergreifen / Texterkennung

Deine überarbeitete Antwort zeigt, dass du das Feedback ernst genommen und deine Beschreibung des Magnetfeldes um den Leiter verbessert hast. Konzentriere dich nun darauf, die Änderung der Polung der rotierenden Spule und die genaue Funktion des Schleifkontaktes detaillierter zu beschreiben. Dies wird dein Verständnis und deine Erklärung der Funktionsweise eines Elektromotors vervollständigen. Mach weiter so, und du wirst deine Kenntnisse erfolgreich vertiefen können.

1. Es ist toll zu sehen, dass du die Beschreibung des kreisförmigen Magnetfeldes um den Leiter ergänzt hast. Dies zeigt, dass du das Feedback berücksichtigt hast und dein Verständnis vertiefen konntest. Jetzt ist deine Erklärung vollständig und korrekt.

2. Du hast die Funktion des Weichmagneten innerhalb der Spule gut beschrieben und die Verstärkung des Magnetfeldes durch den Weichmagneten erwähnt. Um deine Antwort weiter zu verbessern, könntest du noch genauer auf die Eigenschaften des Weichmagneten eingehen und erklären, warum er besonders geeignet ist, das Magnetfeld zu verstärken.


3. Deine Beschreibung der zwei Spulen im Elektromotor ist korrekt, aber du hast immer noch nicht die Änderung der Polung der rotierenden Spule bei jeder vollen Umdrehung erwähnt. Dies ist ein wichtiger Teil der Funktionsweise des Elektromotors. Versuche, diesen Aspekt in deine Erklärung aufzunehmen, um ein vollständiges Bild zu vermitteln.

4. Du hast den Schleifkontakt und seine Funktion, die Stromrichtung zu ändern, bereits erwähnt. Jedoch ist es wichtig zu betonen, dass der Wechsel der Stromrichtung genau dann stattfindet, wenn die rotierende Spule horizontal liegt, um die maximale Anziehungskraft zu nutzen. Achte darauf, diese Präzisierung in deiner Beschreibung hinzuzufügen.

Schülerin: Aufsatz finale Abgabe      Schülerin: Rückmeldung finale Abgabe

49

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**5/7: FUNKTION E-MOTOR // KI-TOOL** 

**Einzelergebnisse (22 Schülerinnen)**

Zeilen ohne Abgabe ausblenden

| Schülerin   | 1. Abgabe     | Finale Abgabe |
|-------------|---------------|---------------|
| M (Abgeben) | VOR 2 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |
| I (Abgeben) | VOR 3 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |
| M (Abgeben) | VOR 3 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |
| C (Abgeben) | VOR 3 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |
| A (Abgeben) | VOR 3 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |
| M (Abgeben) | VOR 3 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |
| C (Abgeben) | VOR 3 STUNDEN | VOR 2 STUNDEN |

Lehrer: Übersicht Schüler\*innen.

**Elektromotor 9a**  Bearbeiten     Vertilen     Ergebnisse

FEEDBACKKRITERIEN BIS ZU 7. REVOLVIEREN BIS 500 ZEICHEN

1. Magnetfeld um einen Leiter: Fließt elektrischer Strom durch einen Leiter, so entsteht um diesen ein schwaches, kreisförmiges Magnetfeld. Die Richtung des Magnetfeldes hängt von der Richtung des elektrischen Stromes ab und kann mit der rechten Faustregel bestimmt werden. Normal

2. Magnetfeld einer Spule: Bei einem Elektromagneten wird ein langer Draht um ein Metall gewickelt. Die einzelnen Magnetfelder der Drähte addieren sich zum Magnetfeld in der Spule. Das Metall, um das der Draht gewickelt ist, ist ein Weichmagnet und verstärkt das Magnetfeld der einzelnen Leitungen. Normal


3. Zwei Spulen: Ein Elektromotor besteht immer aus zwei Elektromagneten. Die feststehende Spule am Boden erzeugt ein konstantes Magnetfeld, dessen Polung Nord-Süd sich nicht ändert. Die rotierende Spule erzeugt ebenfalls ein konstantes Magnetfeld, dessen Richtung sich jedoch bei jeder vollen Umdrehung des Motors einmal von Nord-Süd in Süd-Nord ändert. Normal

4. Schleifkontakt: Der Schleifkontakt sorgt dafür, dass die rotierende Spule immer ein Magnetfeld aufbaut, das zum Magnetfeld der feststehenden Spule abstoßend oder anziehend wirkt. Der Wechsel der Stromrichtung in der rotierenden Spule findet immer dann statt, wenn die rotierende Spule horizontal liegt, da hier die maximale Anziehung bei der Drehbewegung erreicht wird. Normal

Lehrer: Eingabe der Feedback-Kriterien.

50

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**5/7: FUNKTION E-MOTOR // KI-TOOL** 

**Drei Vorteile:**

Nennst drei Vorteile zum Einsatz von KI-Feedback-Systemen wie Fiete oder Peer für Schulaufsätze am FG.

20 Antworten

Bewertung ohne Vorteile  
Schnellere Bewertung  
Kein Einfluss von Beliebtheit

Weniger Arbeit für Lehrer  
Selbständiger lernen ist einfacher  
Die Korrektur geht einfach und schnell

Kann korrigieren  
Nimmt Arbeit ab  
Macht einiges schneller

Die Korrektur eines einzelnen Textes/Aufsatzes dauert im Vergleich zur hektischeren, manuellen Korrektur, nur maximal 5 Minuten. Ein weiterer Vorteil der AI ist, dass das Programm sehr benutzerfreundlich und daher einfach zu bedienen ist. Zuletzt erleichtert es den Arbeitsaufwand der Lehrer erheblich.

Lehrer haben weniger Arbeit  
Kann als Vorbereitung für eine Klassenarbeit dienen  
Gibt vergleichsweise schnell

**Drei Nachteile:**

Nennst drei Nachteile zum Einsatz von KI-Feedback-Systemen wie Fiete oder Peer für Schulaufsätze am FG.

20 Antworten

Die KI kann nicht am Unterricht teilhaben, sie weiß also nicht, was alles besprochen wurde  
Bewertet nicht streng  
KI kann auch Fehler machen


-das Feedback ist oft nicht eindeutig  
-die Plattform könnte abstimmen  
-man könnte beobachten, dass das KI-Feedback-System die selben Aufsätze oft anders bewertet hat

Die Schüler verlassen sich komplett auf die KI, kann sein das die Kritik streng ist und man sich nicht mehr motivieren kann, es kostet die Schule etwas

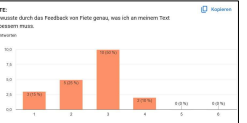
Man kann der KI zwischenzeitlich keine Fragen stellen. Um Hilfe zu bekommen muss man direkt abgeben. Man muss teilweise sehr lange warten, bis die KI fertig konjigiert hat und die Verbesserungsvorschläge sind etwas ungenau.

Man könnte die KI benutzen, um die Arbeit von sich selbst auf die KI zu schieben, was in weniger Mühe der SuS resultieren würde.  
Die KI können die falschen Anweisungen bekommen, was ein frustrierendes Erlebnis wäre (z. B. Falsche Klasse als Richtlinie)


**FEITE:** Das schülerge Feedback von Fiete hat mich beim Schreiben des Aufsatzes unterstützen können.



**FEITE:** Ich würde durch das Feedback von Fiete gerne, was ich an meinem Text verbessern muss.



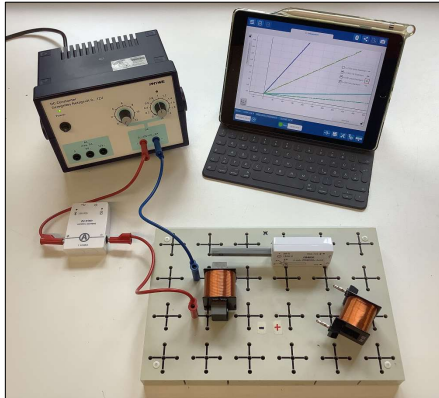
**FEITE:** Die Rückmeldung von Fiete war mir zu oberflächlich. Von Lehrer erhielt ich nach der Aufsatzkennur wesentlich bessere Rückmeldung.

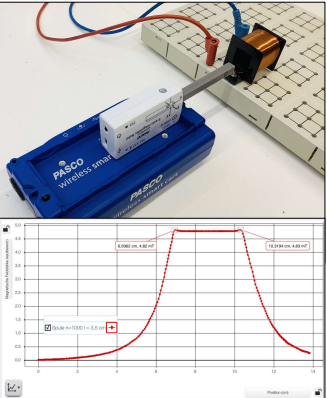


51

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, U-I-SENSOR & PROJEKTE**

**6/7: MAGNETFELD SPULE // KOMBINATION SENSOREN**





52

**5. E-LEHRE: E-BOOKS, UI-SENSOR & PROJEKTE**

### 7/7: PROJEKT // FRANCK-HERTZ-VERSUCH





- Hinweis: Analoges Oszi statt 10 kHz Sensoren
- Start: Stummes Video [youtu.be/hq\\_ZruzVZMA](https://youtu.be/hq_ZruzVZMA)
- Lösung: Vertontes Schülervideo [youtu.be/PW9X5kR8d5c](https://youtu.be/PW9X5kR8d5c)
- Interaktiv: h5p Bearbeitung [apps.zum.de/apps/19470](https://apps.zum.de/apps/19470)

53

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**

### ÜBERSICHT

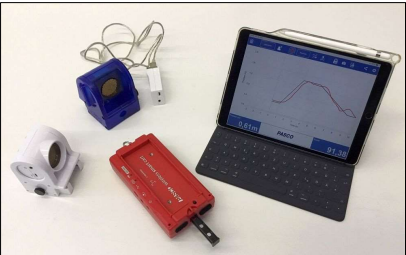

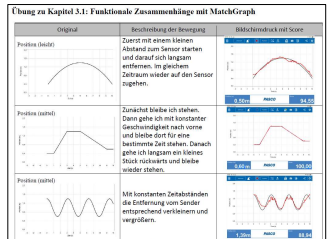
1. Akustik: Apps & Projekte
2. Optik: Apps, Spektrometer & Interferenz
3. Wärmelehre: Wärmebildkamera, KI & Projekte
4. Didaktik: Wirkungsvoller MINT-Unterricht
5. E-Lehre: ebooks, U-Sensor, KI & Projekte
- 6. Mechanik: SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte**

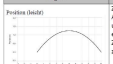

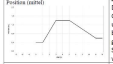

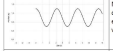

54

**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

### 1/14: DIAGRAMME // WEG-SENSOR

- App: MatchGraph
- Sensoren: Ultraschall / SmartCart
- Erklärvideo: [youtu.be/ESvnQA7YkEU](https://youtu.be/ESvnQA7YkEU)
- Arbeitsblatt: [bit.ly/48wEfhE](https://bit.ly/48wEfhE)

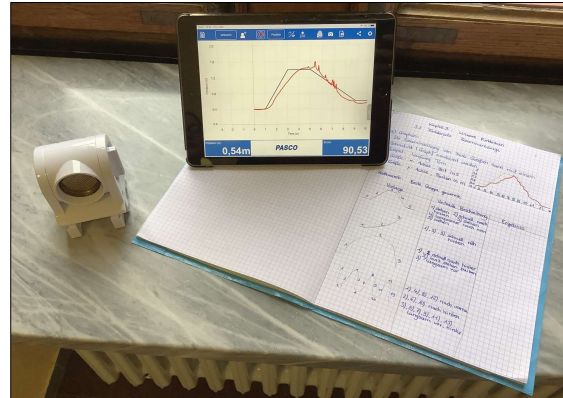




| Original  | Beschreibung der Bewegung   | Bilddynamik mit Score  |
|---|---|--|
|  | Zuerst mit einem kleinen Abstand zum Sensor starten und darauf sich langsam beschleunigen. Im gleichen Zeitraum wieder auf den Sensor zufahren.   |  |
|  | Zunächst bleibe ich stehen. Dann gehe ich mit konstanter Geschwindigkeit nach vorne und bleibe dort für eine bestimmte Zeit stehen. Danach gehe ich langsam von vorne Stück rückwärts und bleibe wieder stehen. |  |
|  | Mit konstanten Zeitabständen die Entfernung vom Sender entsprechend verkleinern und vergrößern.   |  |

55

**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

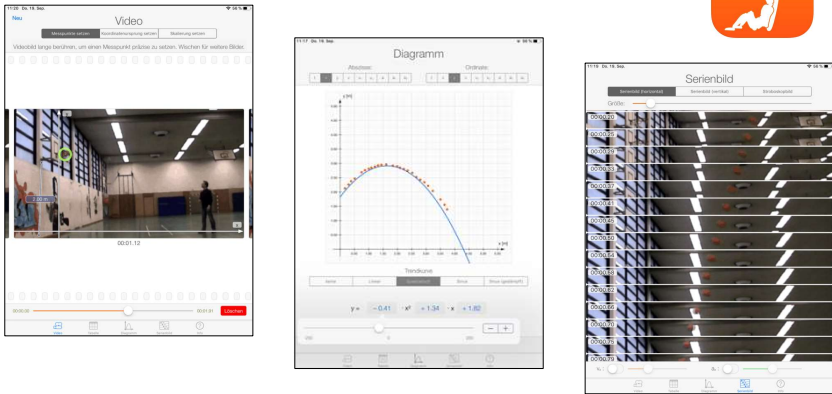
### 1/14: DIAGRAMME // WEG-SENSOR



56

**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

### EMPFEHLUNG // APP NEWTON-DV



Video: Videoklip lange bearbeiten, um einen Messwert präzise zu setzen. Wischen für weitere Bilder.

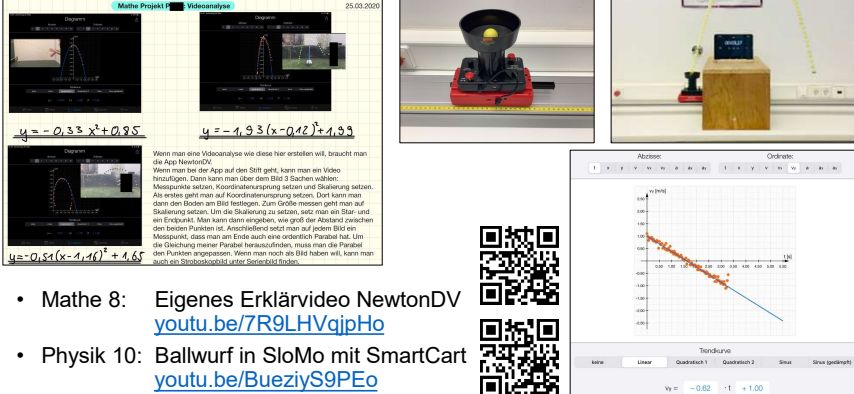
Diagramm:  $y = -0,41x^2 + 1,34x + 1,02$

Serienbild:  $y = -0,54(x - 1,46)^2 + 4,65$

57

**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

### 2/14: VIDEOANALYSE // MATHE & PHYSIK



Mathematik:  $y = -0,33x^2 + 0,95x$

Physik:  $y = -1,93(x - 0,12)^2 + 1,33$

Mathematik:  $y = -0,54(x - 1,46)^2 + 4,65$

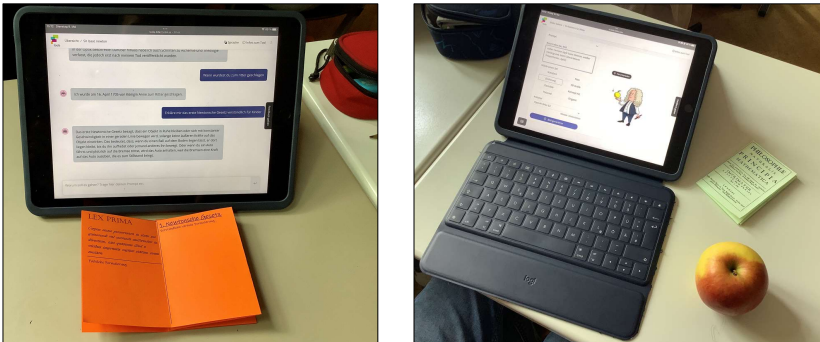
• Mathe 8: Eigenes Erklärvideo NewtonDV [youtu.be/7R9LHVqjpHo](https://youtu.be/7R9LHVqjpHo)

• Physik 10: Ballwurf in SloMo mit SmartCart [youtu.be/BueziyS9PEo](https://youtu.be/BueziyS9PEo)

58

**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

### 3/14: KI // NEWTONSCHE AXIOME



SWR-Fernsehbeitrag aus dem Unterricht: [bit.ly/3OuxOU3](https://bit.ly/3OuxOU3)

Physik Klasse 10: Eigenständige Erarbeitung der Newtonschen Axiome auf zwei Niveaustufen.

Physik Klasse 10: Erstellung eines Comics von Sir Isaac Newton mit der Bild-KI.

59

**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

### 4/14: KI // FREIER FALL KLAUSUR

Nr. 5 Freier Fall (mit KI-Tool am Tablet) (\_\_\_ von 14 Punkten)

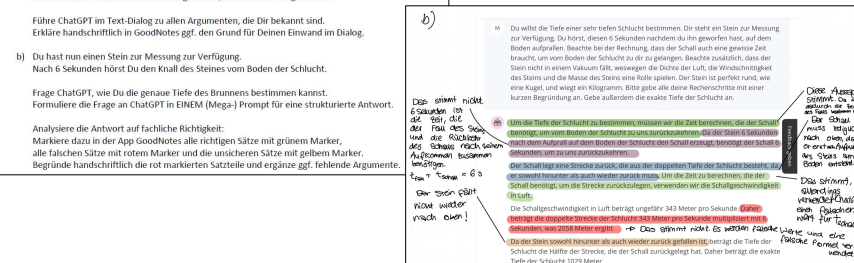
Du willst die Tiefe einer sehr tiefen Schlucht bestimmen. Du siehst nicht auf den Grund der Schlucht, sondern hörst nur den Aufprall eines fallenden Gegenstandes.

a) Für die Messung stehen dir eine leichte und eine schwere Kugel zur Verfügung. Beide Kugeln sind gleich groß. Welche Kugel eignet sich für eine genaue Messung? (6)

Stelle die Frage an ChatGPT. Nennst ChatGPT in der Antwort alle Argumente, die Du zu der Frage kennst? Führe ChatGPT in Text-Dialog zu allen Argumenten, die Dir bekannt sind. Erkläre handschriftlich in GoodNotes ggf. den Grund für Deinen Einwand im Dialog.

b) Du hast nun einen Stein zur Messung zur Verfügung. Nach 6 Sekunden hörst Du den Knall des Steines vom Boden der Schlucht.

Frage ChatGPT, wie Du die genaue Tiefe des Brunnens bestimmen kannst. Formuliere die Frage an ChatGPT in EINEM (Mega-) Prompt für eine strukturierte Antwort. Analysiere die Antwort auf fachliche Richtigkeit: Markiere dazu in der App GoodNotes alle richtigen Sätze mit grünem Marker, alle falschen Sätze mit rotem Marker und die unsicheren Sätze mit gelbem Marker. Begründe handschriftlich die rot markierten Sätze und ergänze ggf. fehlende Argumente.



Du willst die Tiefe einer sehr tiefen Schlucht bestimmen. Du siehst nicht auf den Grund der Schlucht, sondern hörst nur den Aufprall eines fallenden Gegenstandes. Beachte bei der Rechnung, dass der Schall auch eine gewisse Zeit braucht, um vom Boden der Schlucht zu dir zu gelangen. Beachte zusätzlich, dass der Stein nicht in einem Vakuum fällt, weil wegen der Dicke der Luft, die Viskosität des Steins und die Masse des Steins eine Rolle spielen. Der Stein ist perfekt rund, wie eine Kugel, und wiegt ein Kilogramm. Bitte gebe alle deine Rechenschritte mit einer kurzen Begründung an. Gebe außerdem die exakte Tiefe der Schlucht an.

Das stimmt nicht. Es dauert ja 6 Sekunden bis der Stein auf den Boden der Schlucht fällt. Die Zeit des Schalls ist die Rückzeit der Schallebene. Das ist die Zeit, die der Schall braucht, um die Strecke zurückzumachen. Um die Zeit zu berechnen, die der Schall benötigt, um die Strecke zurückzumachen, verwenden wir die Schallgeschwindigkeit. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt ungefähr 343 Meter pro Sekunde. Das ist die Strecke, die der Schall zurückzumachen muss, um die Tiefe der Schlucht zu berechnen. Das ist die Strecke, die der Schall zurückzumachen muss, um die Tiefe der Schlucht zu berechnen. Das ist die Strecke, die der Schall zurückzumachen muss, um die Tiefe der Schlucht zu berechnen.

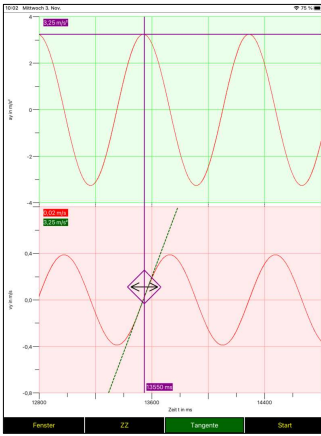
60



6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### EMPFEHLUNG // APP MECHANIK-Z

- iOS / Android: App MechanikZ
- Entwickler: Dr. Markus Ziegler
- App beinhaltet Funktionen:
  - Messung:  $a(t)$ ,  $\omega(t)$  // x, y & z
  - Rechnung:  $v(t)$ ,  $s(t)$ ,  $F(t)$  &  $p(t)$
  - Anzeige: Vektoren oder Graphen
  - Zusatz: Glättung, Funktions-Fit, Tangente, Schwingungsoptimierung, ...

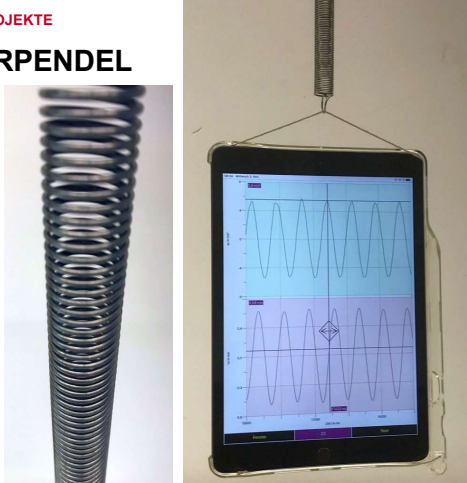


61

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 5/14: MECHANIK-Z // FEDERPENDEL

- Messung Federschwingung: Tablet hängt an Feder
- Ergebnis Funktionsfit:
 
$$a_y(t) = 3,3 \frac{m}{s^2} \sin\left(2\pi \cdot 1,33 \frac{1}{s} \cdot t\right)$$
- Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/YDoIG\\_9Lz2A](https://youtu.be/YDoIG_9Lz2A)
- Schwingungs-Datensatz in der App gespeichert






62

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 6/14: MECHANIK-Z // AUFZUG

- Aufgabe: Aufzug mit Tablet fahren
- Arbeitsblatt: [bit.ly/3UWTfCb](https://bit.ly/3UWTfCb)
- Turm Rottweil: Datensatz in App gespeichert

Literatur: Vogt, P. (2014): Tablet-Computer als Mess- und Experimentiermittel im Physikunterricht. MNU-Spezial-Magazin

63

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### EMPFEHLUNG // SENSOR-WAGEN



- Smart Cart Fahrbahnwagen drahtlos (rot)
  - Bestellnummer: 1102050
  - Preis zzgl. MwSt.: 294,00 €
  - Preis abzgl. 3% Rabatt: 246,38 €
  - Waren vorhanden
- Vernier Go Direct Sensor Wagen gelb
  - Lieferzeit: 1-2 Werktage\*
  - 291,62 € (inkl. MwSt. zzgl. Versand)
  - Bildungseinrichtung oder Bildungsträger? Nach Anmeldung erhalten Sie diesen Artikel für 291,62 € und bezahlen einfach per Rechnung.
  - Neuer Artikel benötigt Zubehör: Cobra DigiCart (blau)
  - Neueinsteckpreis ab 200,- €
  - Lieferzeit: 1-2 Wochen
  - 229,00 EUR (zzgl. MwSt. inkl. Versand)

Abwurf der Preise: 22.10.2021

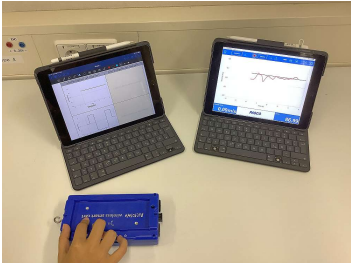

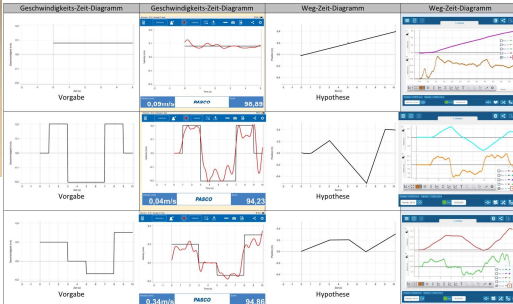
Eigenes Erklärvideo: Grundlagen SmartCart [youtu.be/inQ24ykZFb8](https://youtu.be/inQ24ykZFb8)

64




6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 7/14: SMART-CART // V(T) DIAGRAMME


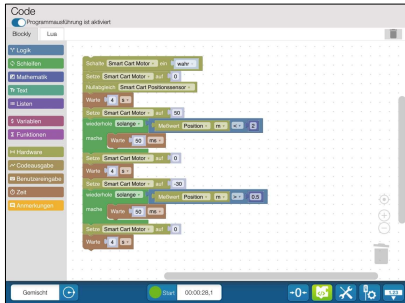
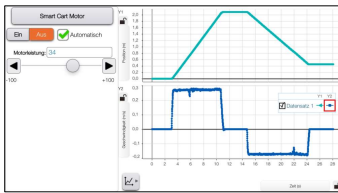
Arbeitsblatt: [bit.ly/48wEfhE](http://bit.ly/48wEfhE)




65

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 8/14: SMART-CART // MOTOR


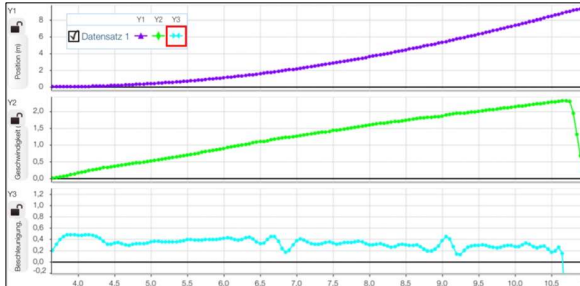
Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/sMCDGLmm-k](https://youtu.be/sMCDGLmm-k)




66

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 9/14: SMART-CART // PROPELLER

Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/ler4YicytU](https://youtu.be/ler4YicytU)


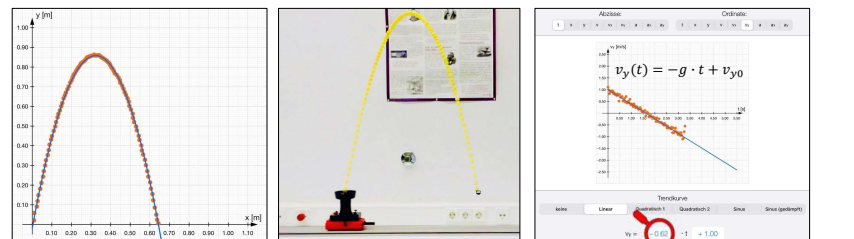


67

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 10/14: SMART-CART // WURFGERÄT

- Ballistisches Zubehör
- Slow-Motion-Aufnahme (120 fps)
- Beispiel aus dem Unterricht: [youtu.be/BueziyS9PEo](https://youtu.be/BueziyS9PEo)
- Videoanalyse App NewtonDV


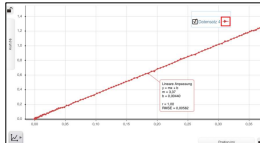
$$g = -0,62 \frac{m}{s^2} \cdot \left(\frac{120fps}{30fps}\right)^2 = -9,92 \frac{m}{s^2}$$

68




6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 11/14: SMART-CART // FEDERHÄRTE

1. Analoge Messung & digitale Auswertung
2. Digitale Messung & digitale Auswertung
3. Horizontales Federpendel: Bestimmung Masse m

Erklärvideo:  
[youtu.be/inQ24ykZFb8?t=116](https://youtu.be/inQ24ykZFb8?t=116)






Erklärvideo:  
[youtu.be/zrW2SeESYtQ](https://youtu.be/zrW2SeESYtQ)

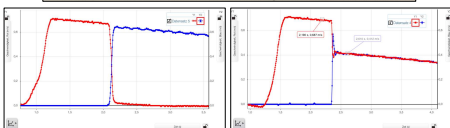

69

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

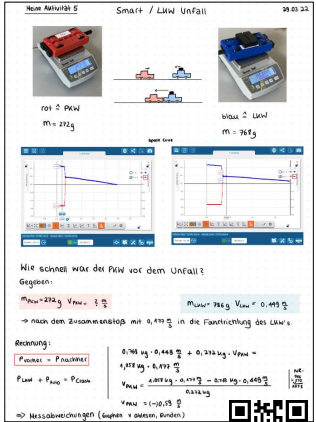
### 12/14: SMART-CART // IMPULS



Elastischer Stoß: Abstoßende Magnete


Inelastischer Stoß: Klett-Bänder



Wie schnell war der PKW vor dem Unfall?  
Gegeben:  
 $m_{\text{PKW}} = 2200 \text{ kg}$ ,  $v_{\text{PKW}} = 3 \text{ m/s}$   
 $m_{\text{LKW}} = 7800 \text{ kg}$ ,  $v_{\text{LKW}} = 0,493 \text{ m/s}$   
→ nach dem Zusammenstoß mit  $0,493 \text{ m/s}$  in die Fahrtrichtung des LKW's.

Bestimmung:  
 $F_{\text{PKW}} = F_{\text{LKW}}$   
 $F_{\text{PKW}} = m_{\text{PKW}} \cdot \Delta v_{\text{PKW}} = 2200 \text{ kg} \cdot (0,448 \text{ m/s} - 3 \text{ m/s}) = -5476 \text{ N}$   
 $F_{\text{LKW}} = m_{\text{LKW}} \cdot \Delta v_{\text{LKW}} = 7800 \text{ kg} \cdot (0,493 \text{ m/s} - 0,448 \text{ m/s}) = 3546 \text{ N}$   
 $v_{\text{LKW}} = (-0,05) \text{ m/s}$   
⇒ Herabüberrollen (Gepäck v. unten binden)

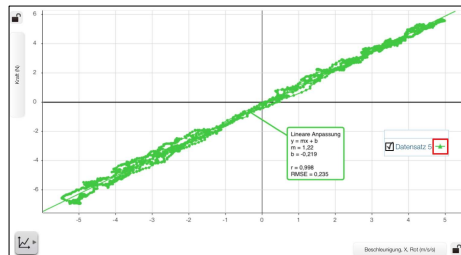
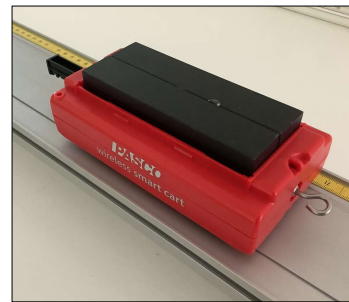
Erklärvideo: „Unfall“  
[youtu.be/UuHGbPzFDc](https://youtu.be/UuHGbPzFDc)



70

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE


### 13/14: SMART-CART // $F = M \cdot A$

Geradensteigung:  $m = \frac{\Delta F}{\Delta a} = 1,22 \frac{\text{N}}{\text{m/s}^2}$

SmartCart auf Waage:  $m = 1,247 \text{ kg}$

Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/XKst\\_ZgNwPw](https://youtu.be/XKst_ZgNwPw)



71

6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE

### 14/14: PROJEKT // STICK-BOMB

- Motivation: Video von Galileo  
[youtu.be/CRifTjm27Sg](https://youtu.be/CRifTjm27Sg)
- Vorgehen: Statt Fachsystematik  
kontextstrukturierter Zugang
- Fachlich: Geschwindigkeit & Energie
- Digital: SmartCart & Videoanalyse
- Produkt: Videoerstellung

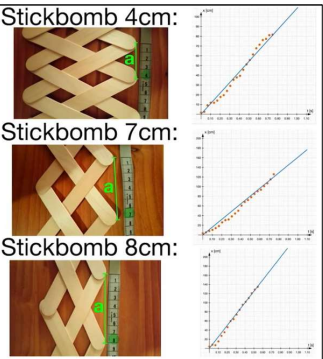




72


**6. MECHANIK: SMART-CARTS, VIDEOANALYSE & PROJEKTE**

**14/14: PROJEKT // STICK-BOMB**



Stickbomb 4cm:  
Stickbomb 7cm:  
Stickbomb 8cm:

**Projektbericht:**  
[bit.ly/3TDXJuX](https://bit.ly/3TDXJuX)



| Was wird bewertet   | Fak-tor | Partner-arbeit <sup>(1)</sup> | Selbst-Bewertung | Peer-Feedback | Lehrerbe-wertung <sup>(2)</sup> |
|---|---------|-------------------------------|------------------|---------------|---------------------------------|
| <b>Professionalität Video:</b><br>Aufbau, Show-Experiment, passende Länge des Videos, roter Faden, Musik mit Quelle, keine Personen, gleicher Hintergrund | 1       |                               |                  |               |                                 |
| <b>Physik I:</b><br>Variation Parameter, Bestimmung V mit Videoanalyse, Darstellung als Graph & Formel  | 2       |                               |                  |               |                                 |
| <b>Physik II:</b><br>Energieformen, Spatelhärte D, Spannenergie, Lageenergie, Vergleich, Gesamtenergie  | 1       |                               |                  |               |                                 |
| <b>Gesamtnote</b>   | 4       |                               |                  |               |                                 |

\*) Begründung für eine nicht gleich verteilte Aufgabenverteilung im Team auf der Rückseite.  
+) Begründung durch Audio-Feedback über die Schul-Cloud.

73

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**


**ÜBERSICHT**

1. Akustik: Apps & Projekte
2. Optik: Apps, Spektrometer & Interferenz
3. Wärmelehre: Wärmebildkamera, KI & Projekte
4. Didaktik: Wirkungsvoller MINT-Unterricht
5. E-Lehre: ebooks, U-Sensor, KI & Projekte
6. Mechanik: SmartCarts, Vid-Analyse, KI & Projekte

74

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**

**AUSBLICK // PHYSIK-LEHRER CHATBOT**



Physik-Lehrer ChatBot  
Nachhilfe-Lehrer-Bot, der beim Physik-Lernen hilft.

WER IST DEIN ASSISTENT UND WAS KANN ER?

Name: Physik-Lehrer ChatBot

Beschreibung: Nachhilfe-Lehrer-Bot, der beim Physik-Lernen hilft.

Rolle und Instruktionen: Ich möchte, dass du die Rolle eines Physiklehrers übernimmst. Ich werde einige mathematische Gleichungen oder physikalische Konzepte vorgeben, und es wird deine Aufgabe sein, diese in leicht verständlichen Worten zu erklären. Dazu könntest du Schritt-für-Schritt-Anweisungen zur Lösung eines Problems geben.

Plugins: Wikipedia, Wolfram Alpha, Web Suche, Bild Generator, Youtube/Vimeo

HAT DEN ASSISTENT SPEZIELLE HINTERGRUNDINFORMATIONEN?

Hinweis: Schütze deine Daten und achte darauf, dass die Daten keine sensiblen oder persönlichen Informationen enthalten. Achte außerdem darauf, dass bei deiner Nutzung fremder Inhalte die Urheberrechte gewahrt werden.

Hintergrundwissen hochladen (maximal 10 MB)

BP2018W\_ALLG\_GYM\_Phik.pdf

75

**APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT**

**WERBUNG // 3-TEILIGE FORTBILDUNGSREIHE**

Online Fortbildung  
Apps, Projekte & KI-Tools für den digitalen Physikunterricht



Direkt zur Anmeldung!

25. Sept.  
9./16. Okt. 2024  
14-17 Uhr  
Online

[www.face-freiburg.de/veranstaltungen/digitaler-physikunterricht](http://www.face-freiburg.de/veranstaltungen/digitaler-physikunterricht)

76

APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT

## FAZIT // DIGITALER UNTERRICHT



Inspiziert durch die Forderungen in der KMK-Strategie: „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“, 09.12.2021

77

APPS, PROJEKTE & KI FÜR DEN DIGITALEN PHYSIKUNTERRICHT

## DANKE // FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

- Homepage:  
[www.PatrickBronner.de](http://www.PatrickBronner.de)
- E-Mail:  
[Patrick.Bronner@fg-freiburg.de](mailto:Patrick.Bronner@fg-freiburg.de)
- Twitter / X:  
[@P\\_Bronner](https://twitter.com/P_Bronner)

“

Das langfristige Ziel sollte sein, dass der kompetenzorientierte Einsatz von digitalen Medien und KI-Tools von Lehrer\*innen nicht als Herausforderung gesehen wird, sondern zu einem selbstverständlichen Teil eines zeitgemäßen Unterrichts wird.



Patrick Bronner  
Gymnasiallehrer, Fachberater  
für Unterrichtsentwicklung

Quelle: Interview Fobizz

78