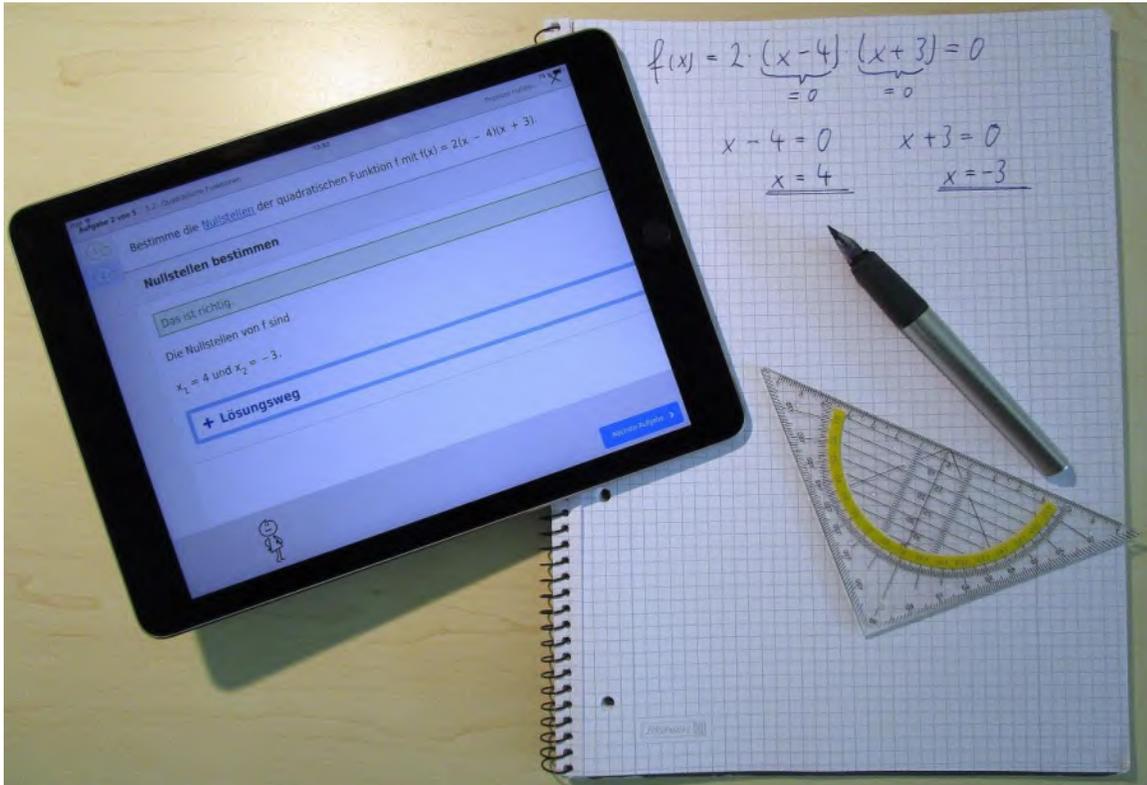


# Endlich! Mein Dienst-Tablet ist da - und jetzt?

Apps, Unterrichtsprojekte & Leitperspektiven für den Physik- und Matheunterricht



## Online - Selbstlernkurs

Initiative „Digitale Medien im Fachunterricht“  
Kooperationsprojekt des ZSL-BW mit dem  
Freiburg Advanced Center of Education



Hochschule  
FÜR MUSIK  
Freiburg

## Dr. Patrick Bronner

Fachberater // ZSL Freiburg  
Ausbilder // Seminar Freiburg  
Lehrer // Friedrich-Gymnasium



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

# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

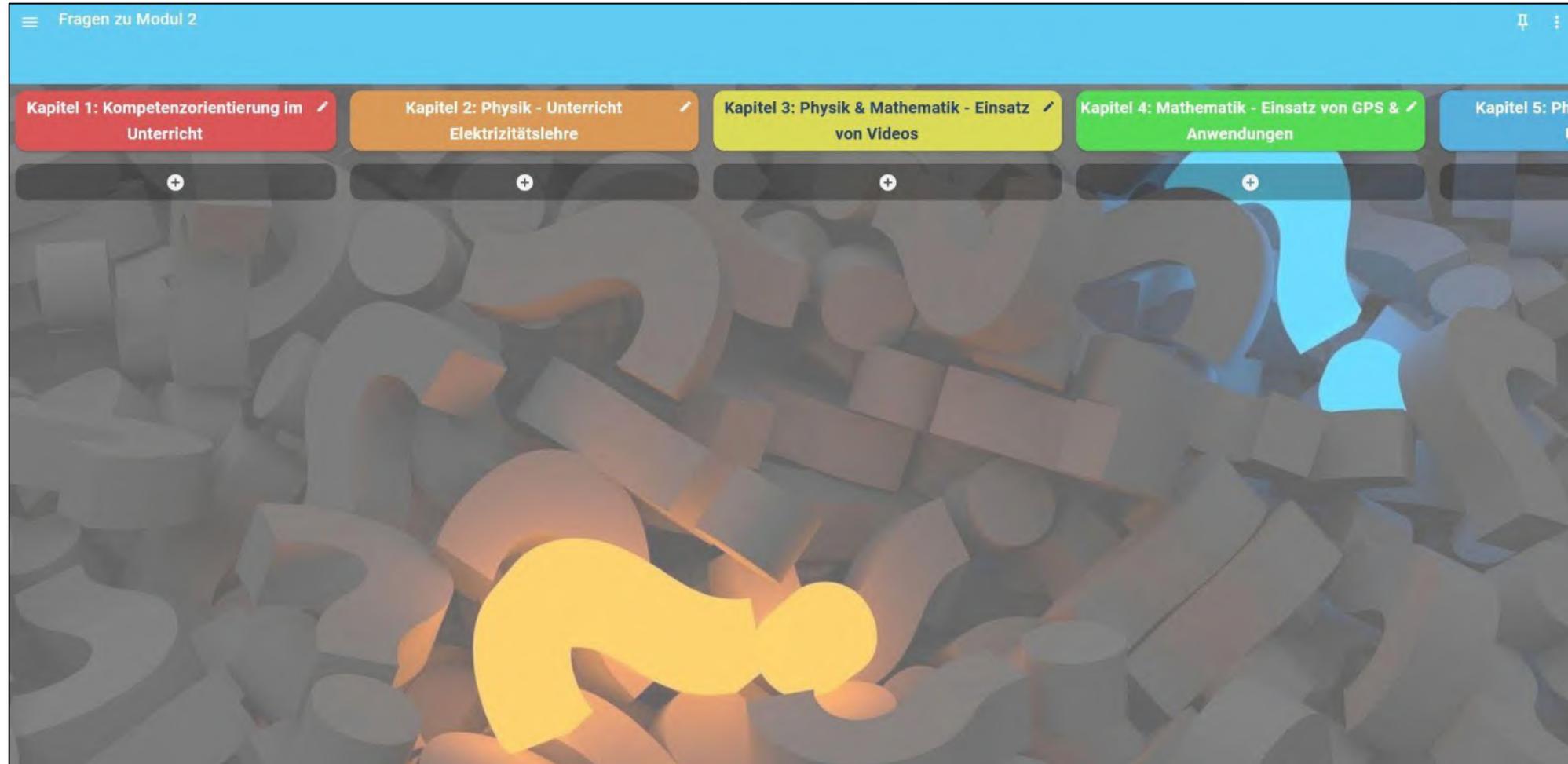
1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung
2. Physik: Elektrizitätslehre
3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos
4. Mathematik: Einsatz von GPS
5. Physik: Wärmelehre

# FRAGEN ZUM ZWEITEN MODUL? GERNE!

Zugang  
Fragen-Board:



[www.taskcards.de/board/  
08706c92-b326-493b-  
ada6eb4982692e17?toke  
n=6239a87c-c49f-4354-  
8585-170d903758b9](http://www.taskcards.de/board/08706c92-b326-493b-ada6eb4982692e17?token=6239a87c-c49f-4354-8585-170d903758b9)



# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

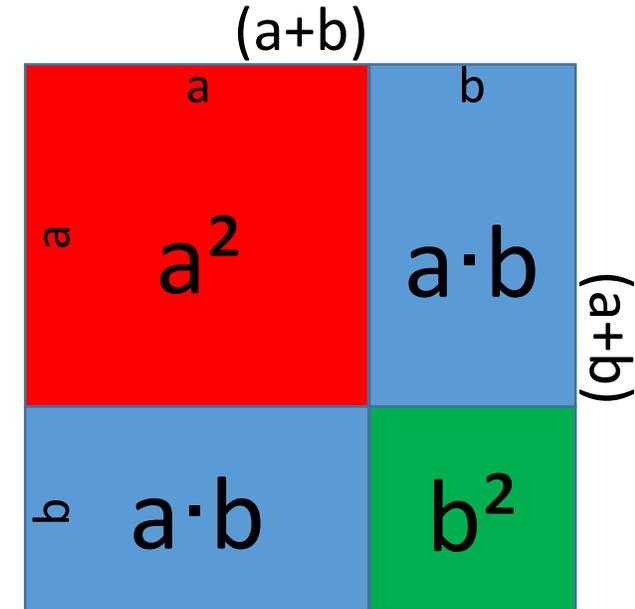
## 1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung

2. Physik: Elektrizitätslehre
3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos
4. Mathematik: Einsatz von GPS
5. Physik: Wärmelehre

# DIGITALE MEDIEN $\neq$ GUTER UNTERRICHT !?

- Vier digitale Innovationen zum sofortigen Umsetzen:

- a) Digitale Schulbücher
- b) Online Lernplattformen
- c) Flipped Classroom
- d) Individuelle Lernpfade

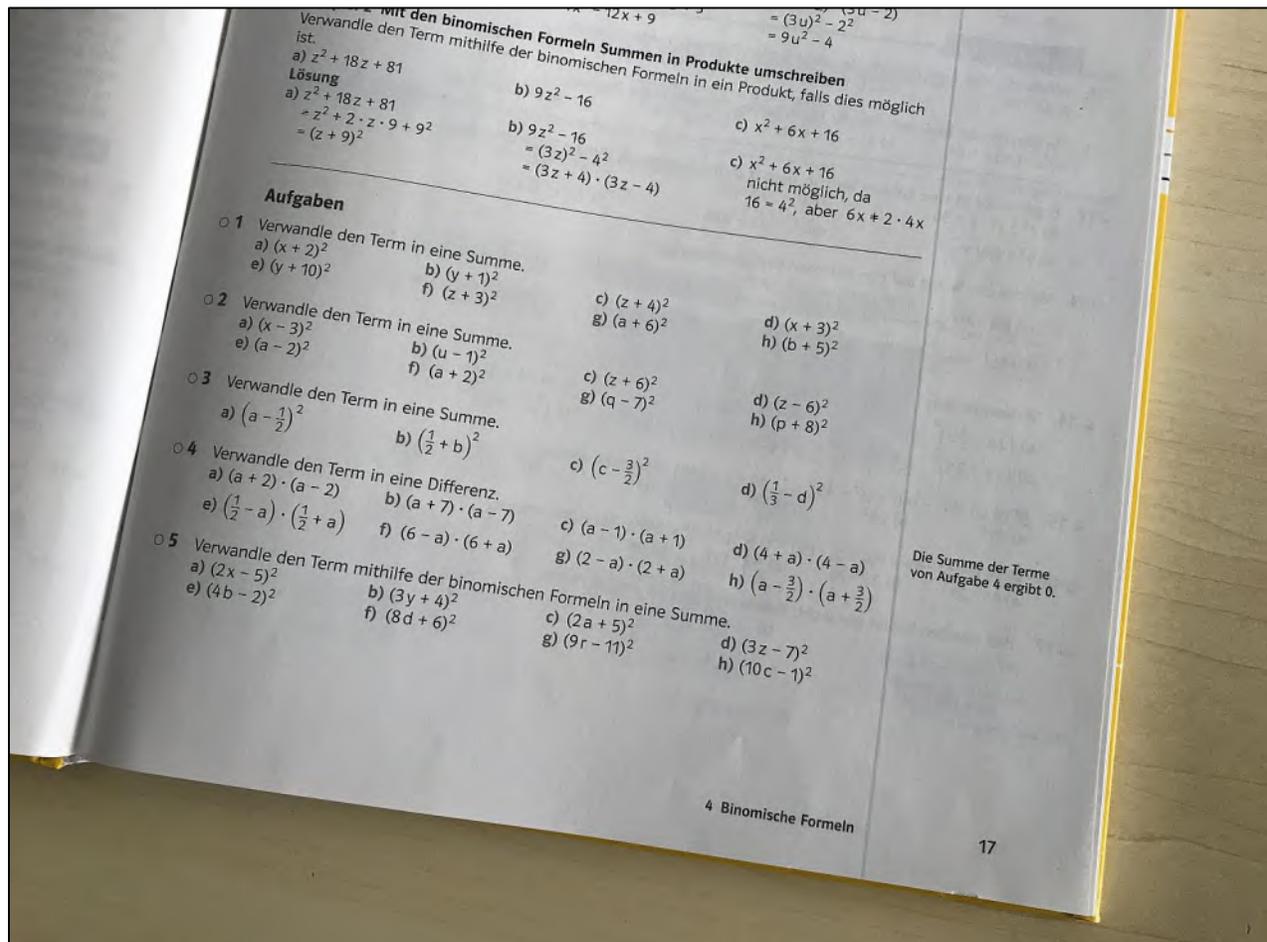


- Alle Innovationen: Anhand der binomischen Formeln
- Hand aufs Herz: Wer kann das noch?
- Neue Prüfungskultur: Bitte Smartphones raus ...  
Digitalen Mathe-Test zur formativen Lerndiagnose

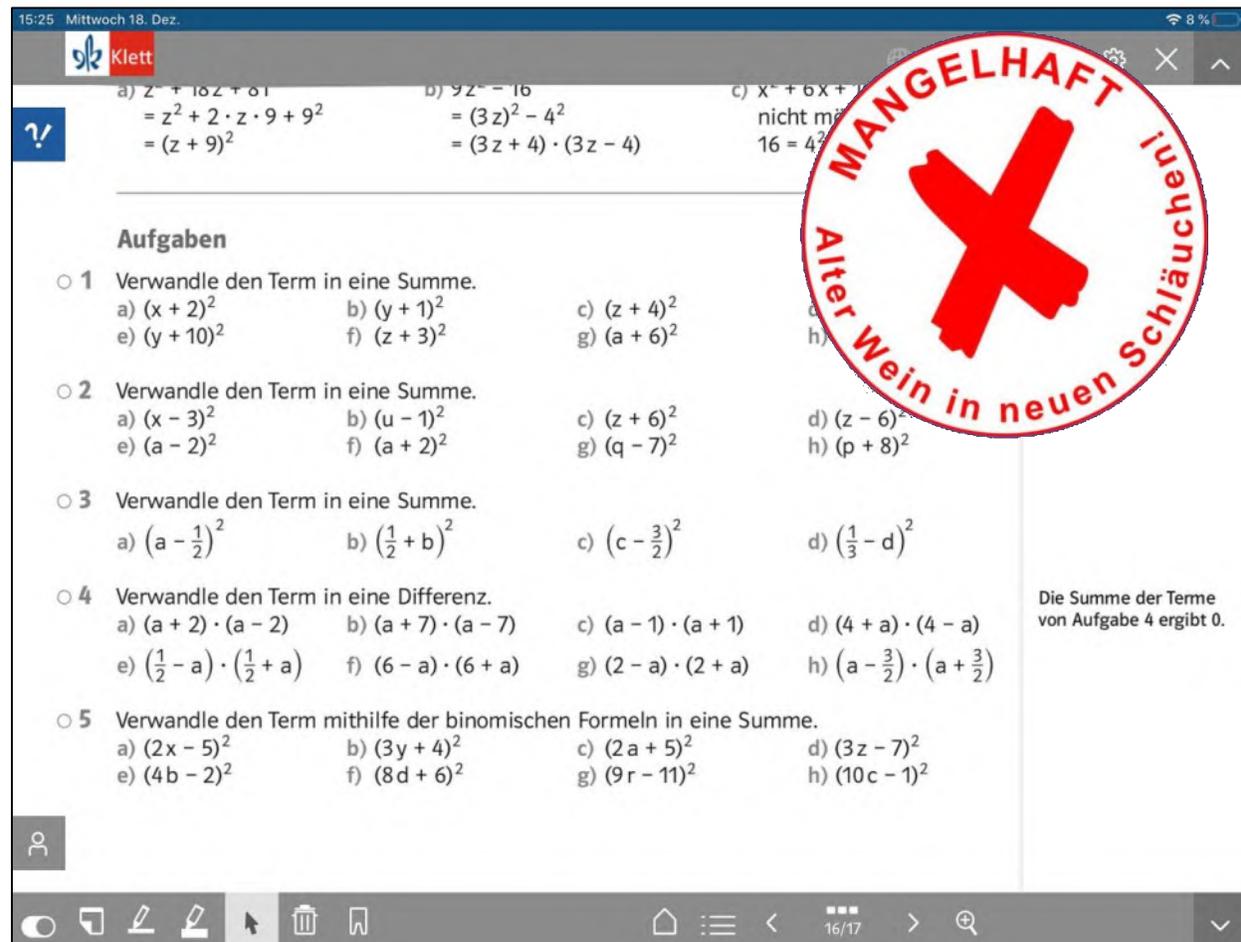
$$(a + b)^2 = a^2 + 2 a \cdot b + b^2$$

## II.1 LEITPERSPEKTIVE: KOMPETENZORIENTIERUNG

# A) DIGITALE SCHULBÜCHER



Buch Lambacher Schweizer, Mathematik für Gymnasien, Klasse 8, BW, Klett-Verlag

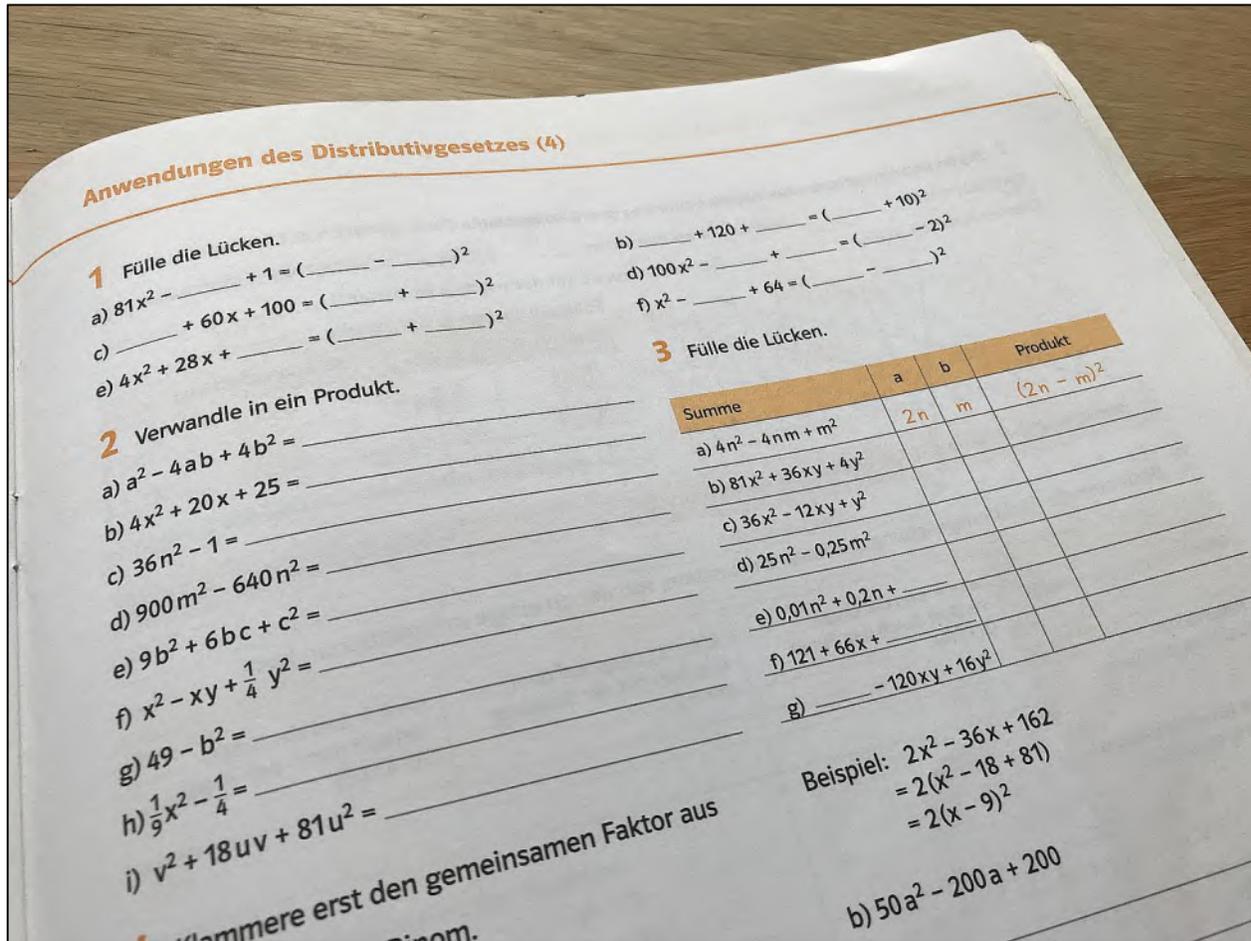


Bildschirmdruck 18.12.19, Lambacher Schweizer, Mathematik, Klasse 8, BW, Klett-Verlag

Hinweis: Es handelt sich hier nicht um Kritik am Buch LS des Klett-Verlags. Die Kritik bezieht sich auf den derzeitigen Funktionsumfang von ebooks.

## II.1 LEITPERSPEKTIVE: KOMPETENZORIENTIERUNG

# B) ÜBEN MIT EINER LERNPLATTFORM



Arbeitsheft Lambacher Schweizer, Klasse 8, BW, Klett-Verlag

Patrick Bronner

Überblick Bücher PDFs Arbeitsblätter To-dos Auswertung

< Bücher

08b 19/20

3x<sup>2</sup>y Rechnen mit Termen

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- 1 Ausmultiplizieren und Ausklammern
- 2 Summen multiplizieren
- 3 Binomische Formeln
- 4 Anwendungen zum Rechnen mit Variablen

Wählen Sie Terme mit Hilfe der ersten binomischen Formeln

3 Binomische Formeln

**Aufgabe 1**

Löse im Term  $(3+r)^2$  die Klammern auf und fasse so weit wie möglich zusammen.

$(3+r)^2 = \square$

Lösungsschritte:

1. Auflösen von Klammern mit Hilfe der binomischen Formeln

**Aufgabe 2**

Löse im Term  $(4q+6)^2$  die Klammern auf und fasse so weit wie möglich zusammen.

$(4q+6)^2 = \square$

Lösungsschritte:

1. Auflösen von Klammern mit Hilfe der binomischen Formeln

**Aufgabe 3**

Löse im Term  $(6+4t)^2$  die Klammern auf und fasse so weit wie möglich zusammen.

$(6+4t)^2 = \square$

Feedback Impressum AGB

bettermarks



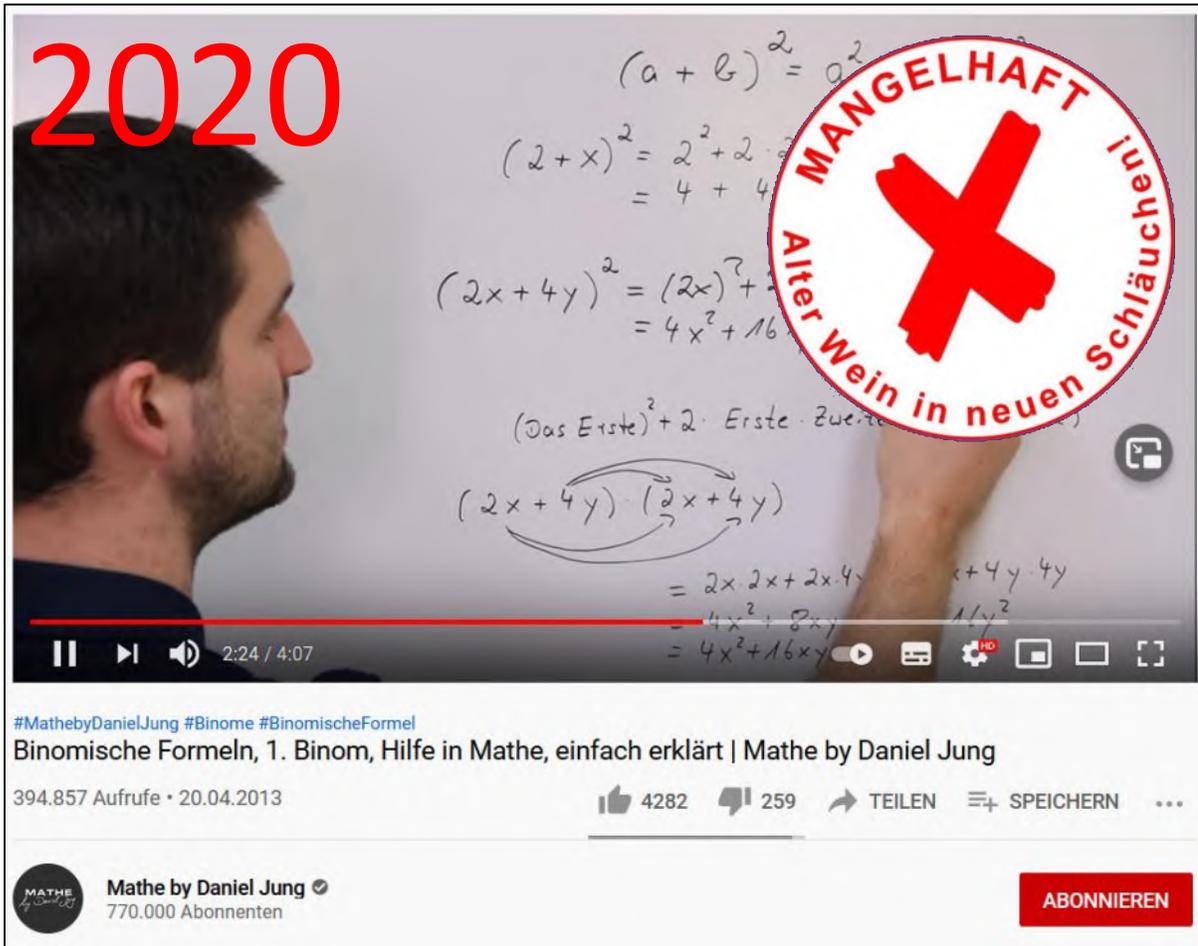
Bildschirmdruck, 18.12.2019, Lernplattform bettermarks

Hinweis: Sinnvoller Einsatz der Lernplattform bettermarks durch die Gestaltung eigener Arbeitsblätter und Verfahren zur Lernprozessdiagnose.

# C) WISSEN ERARBEITEN MIT FLIPPED-CLASSROOM

- Rezeptartiges & kleinschrittiges Vormachen zum Nachmachen ... „Bulimie-Lernen“

2020



$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$   
 $(2+x)^2 = 2^2 + 2 \cdot 2 \cdot x + x^2 = 4 + 4x + x^2$   
 $(2x+4y)^2 = (2x)^2 + 2 \cdot 2x \cdot 4y + (4y)^2 = 4x^2 + 16xy + 16y^2$

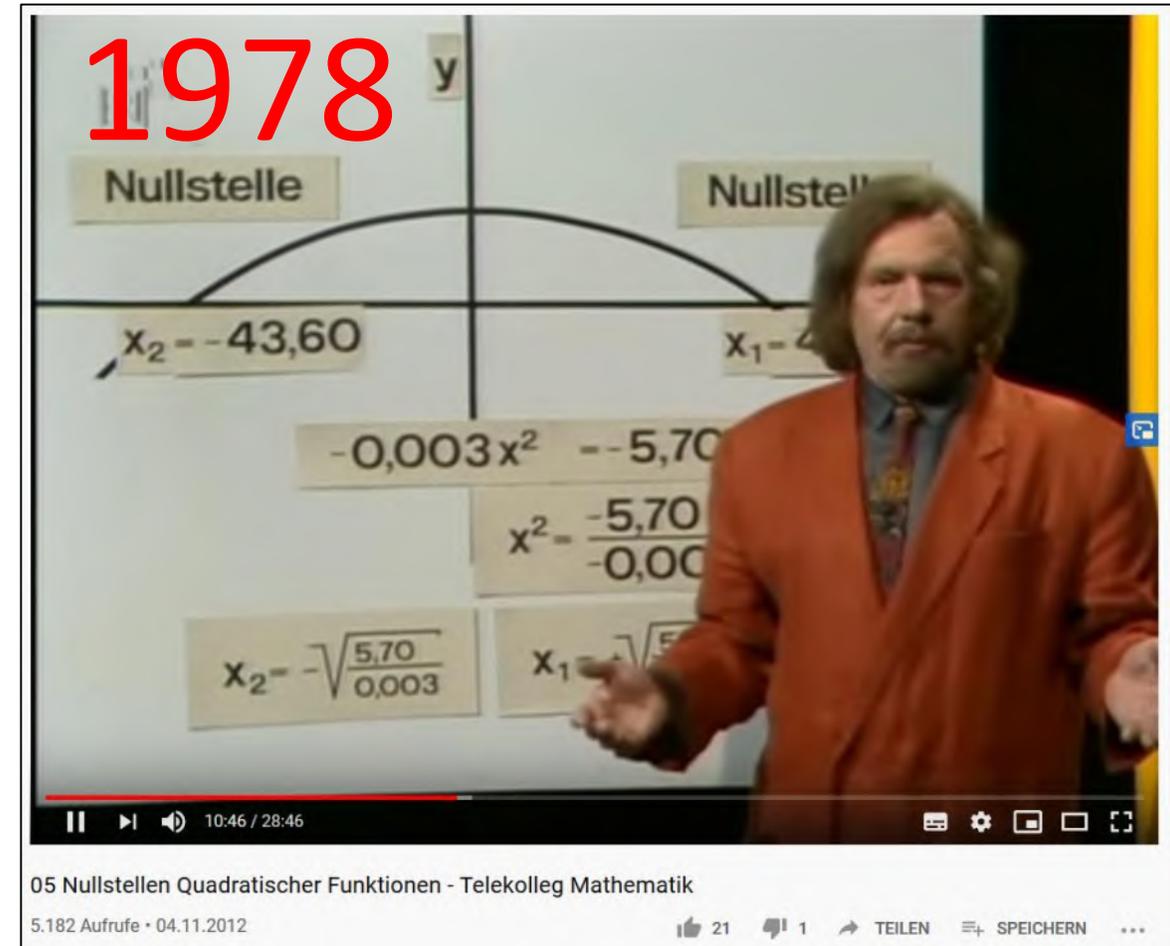
#MathebyDanielJung #Binome #BinomischeFormel  
Binomische Formeln, 1. Binom, Hilfe in Mathe, einfach erklärt | Mathe by Daniel Jung  
394.857 Aufrufe • 20.04.2013

Mathe by Daniel Jung  
770.000 Abonnenten

ABONNIEREN

Bildschirmdruck 18.03.2021 <https://youtu.be/k-dGzIWNblo?t=135>

1978



Nullstelle Nullstelle

$x_2 = -43,60$   $x_1 = 4$

$-0,003x^2 - 5,70$   
 $x^2 = \frac{-5,70}{-0,003}$   
 $x_2 = -\sqrt{\frac{5,70}{0,003}}$   $x_1 = \sqrt{\frac{5,70}{0,003}}$

05 Nullstellen Quadratischer Funktionen - Telekolleg Mathematik  
5.182 Aufrufe • 04.11.2012

Bildschirmdruck 18.12.2019 <https://youtu.be/xP8hUqtxn7E>

# D) ERARBEITEN & ÜBEN MIT INDIVIDUELLEN LERNPFADEN

- Lernpfad mit Erklärvideo, Learning-App & -Snack sowie digitalem Mathe-Test.



Gestellte provokative Aufnahme aus dem Klassenzimmer am FG Freiburg



Deutsche Fotothek, [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

# STATT REPRODUKTION: KOMPETENZORIENTIERUNG

- Metastudie [1]: „*Drill & Practice*“ mit digitalen Medien führt zu geringem Lernerfolg.
- Welche Schlüsselkompetenzen sind für Schüler\*innen im 21. Jh. von Bedeutung?
- Welche Kompetenzen lassen sich durch „künstliche Intelligenz“ kaum ersetzen?

### Kreativität

Schüler\*innen sollen fähig sein, kreative Lösungsansätze in allen Bereichen des Lebens und später im Beruf zu finden.

### Kritisches Denken

Schüler\*innen sollen lernen, Dinge zu hinterfragen, um zu mündigen Entscheidungsträgern zu werden. Grundlage hierfür ist ein solides Fachwissen.

### Kommunikation

Schüler\*innen sollen verschied. Sprachen beherrschen, und eine Sprache sprechen, die dem Gegenüber gerecht wird und dabei souverän mit digitalen Medien kommunizieren.

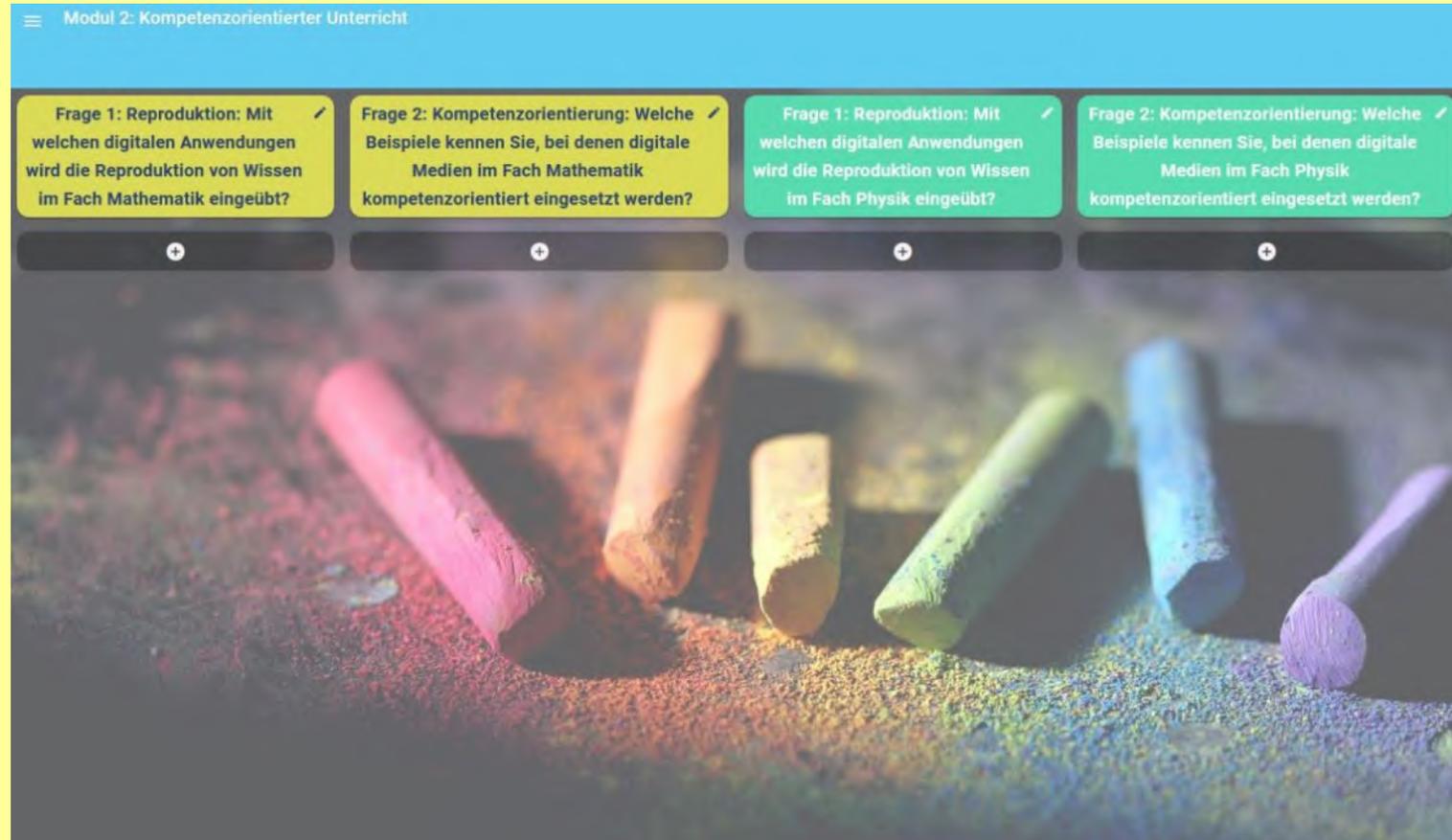
### Kollaboration

Schüler\*innen sollen gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen erarbeiten. Sie erhalten von Lehrern Eigenverantwortung, um Probleme im Team zu lösen.



# AKTIVITÄT: DISKUSSION - NACH FÄCHERN GETRENNT

- **Frage 1: Reproduktion**  
Mit welchen digitalen MINT Anwendungen wird die Reproduktion von Wissen eingeübt?
- **Frage 2: Kompetenzen**  
Welche Beispiele kennen Sie, bei denen digitale Medien kompetenzorientiert eingesetzt werden?
- **Zugang:**  
<https://www.taskcards.de/board/6543c64f-eb98-41a8-8f93-5175cc30e8c6?token=6e5e0b98-a334-446a-a160-0f6c9deaf7dd>



# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung

**2. Physik:                    Elektrizitätslehre**

3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos

4. Mathematik:            Einsatz von GPS

5. Physik:                    Wärmelehre

# 1/6: GRUNDLAGEN KLASSE 7/8 - GAMIFICATION

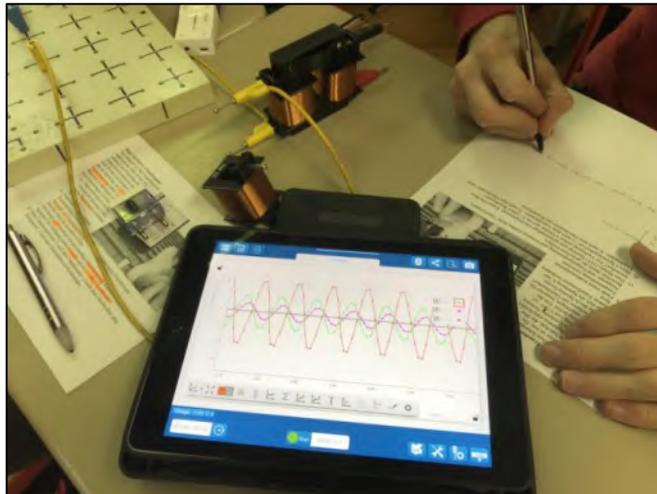
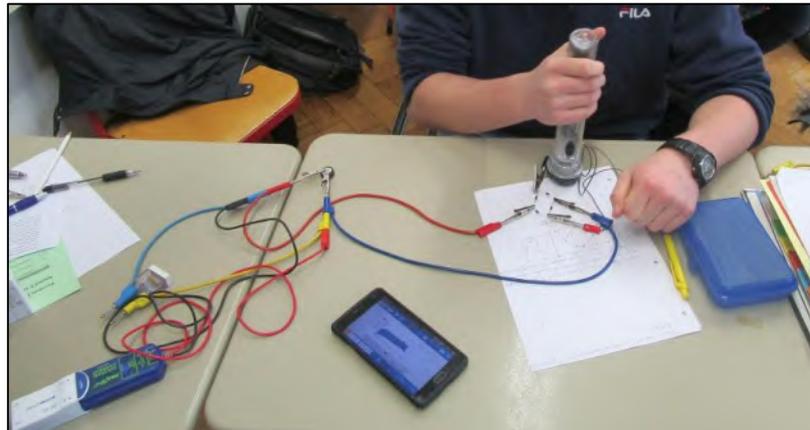
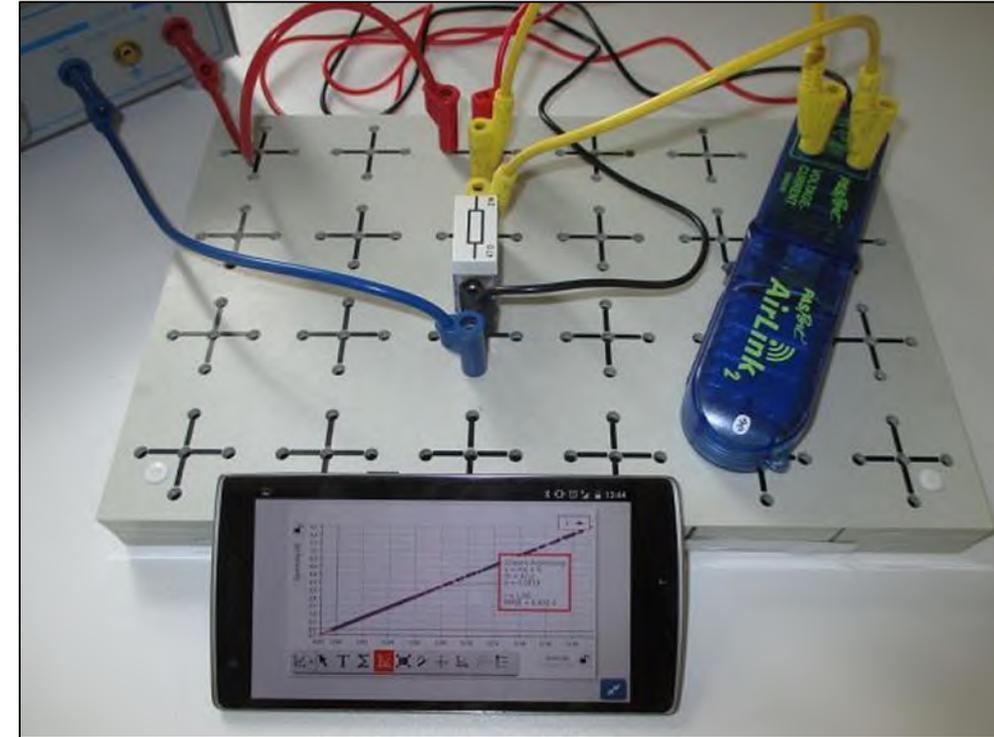
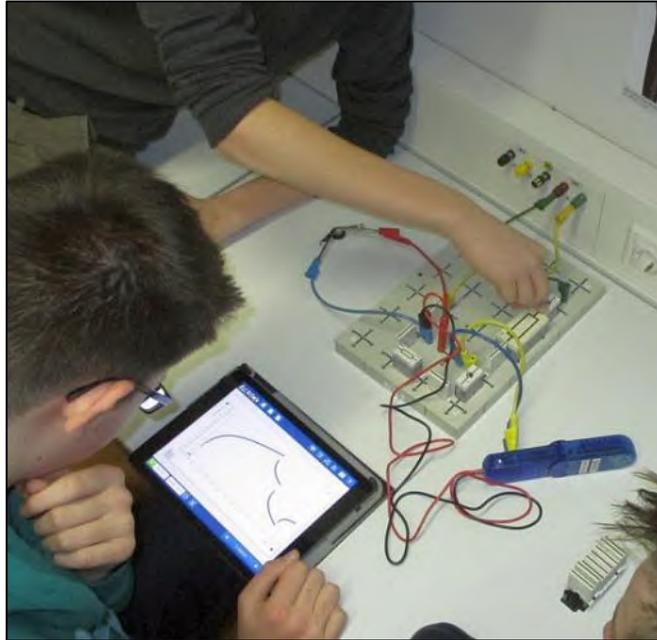


- Spielerischer Zugang mit 18 Level
- Einfache Stromkreise
- Web-App: *Crack the circuit*  
[universeandmore.com/crack-the-circuit/](https://universeandmore.com/crack-the-circuit/)



## II. 3 PHYSIK: ELEKTRIZITÄTSLEHRE

# 2/6: U-I SENSOREN

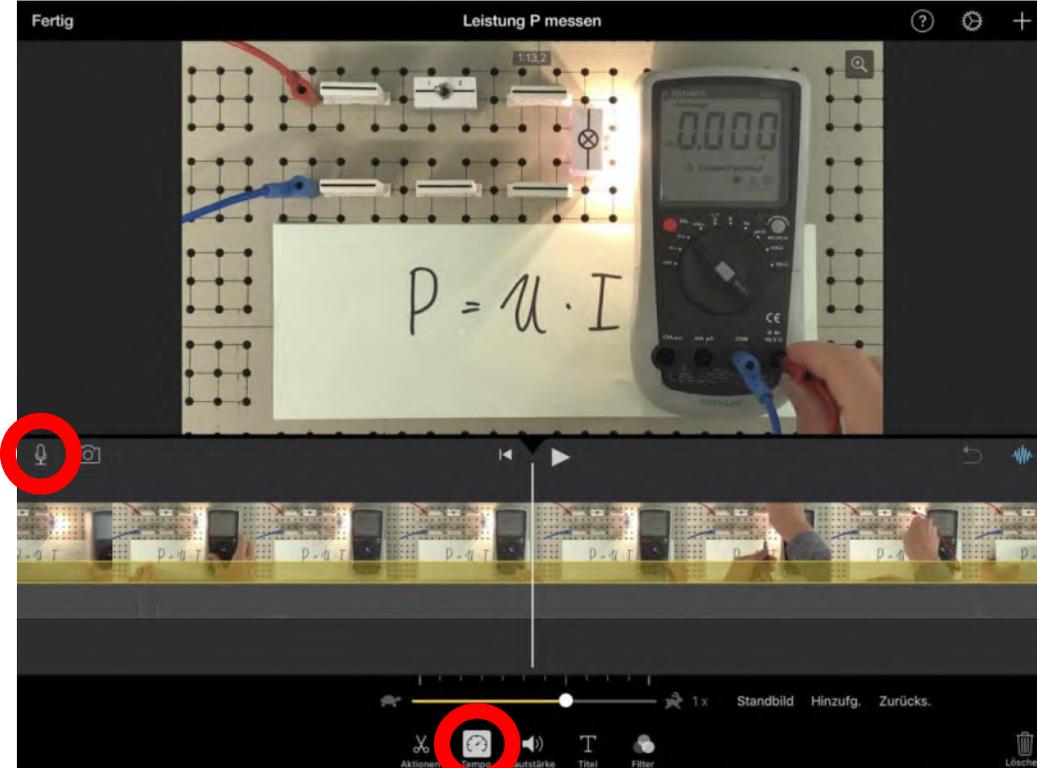


**Eigenes Erklärvideo:**  
U-I Kennlinie Widerstand  
[youtu.be/iM3hdfVRjCs](https://youtu.be/iM3hdfVRjCs)



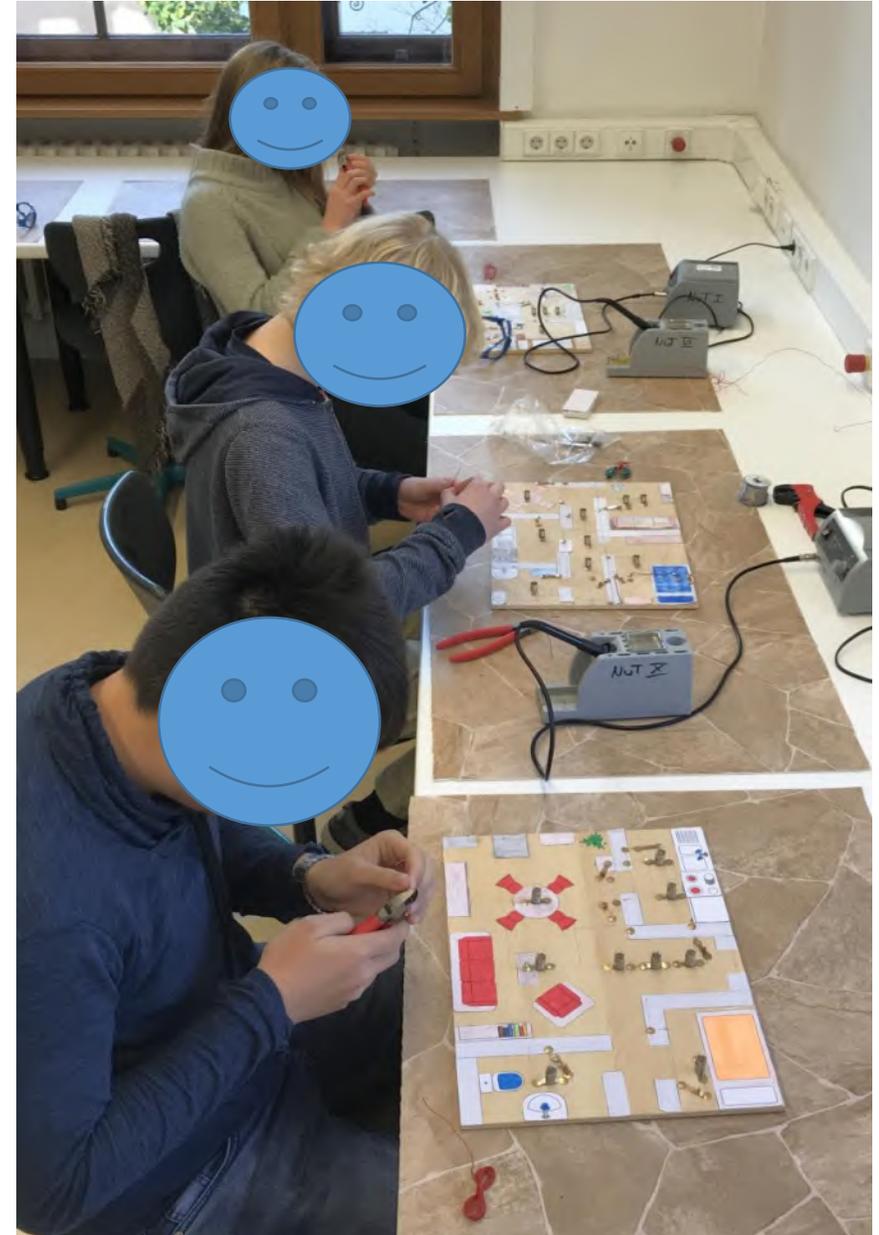
# 3/6: PROJEKT STUMME VIDEOS

- Lehrer: Video auswählen / aufnehmen  
z. B. Tagesschau zu hist. Ereignis
- Lehrer: 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/oAtQEW7IL6E](https://youtu.be/oAtQEW7IL6E)

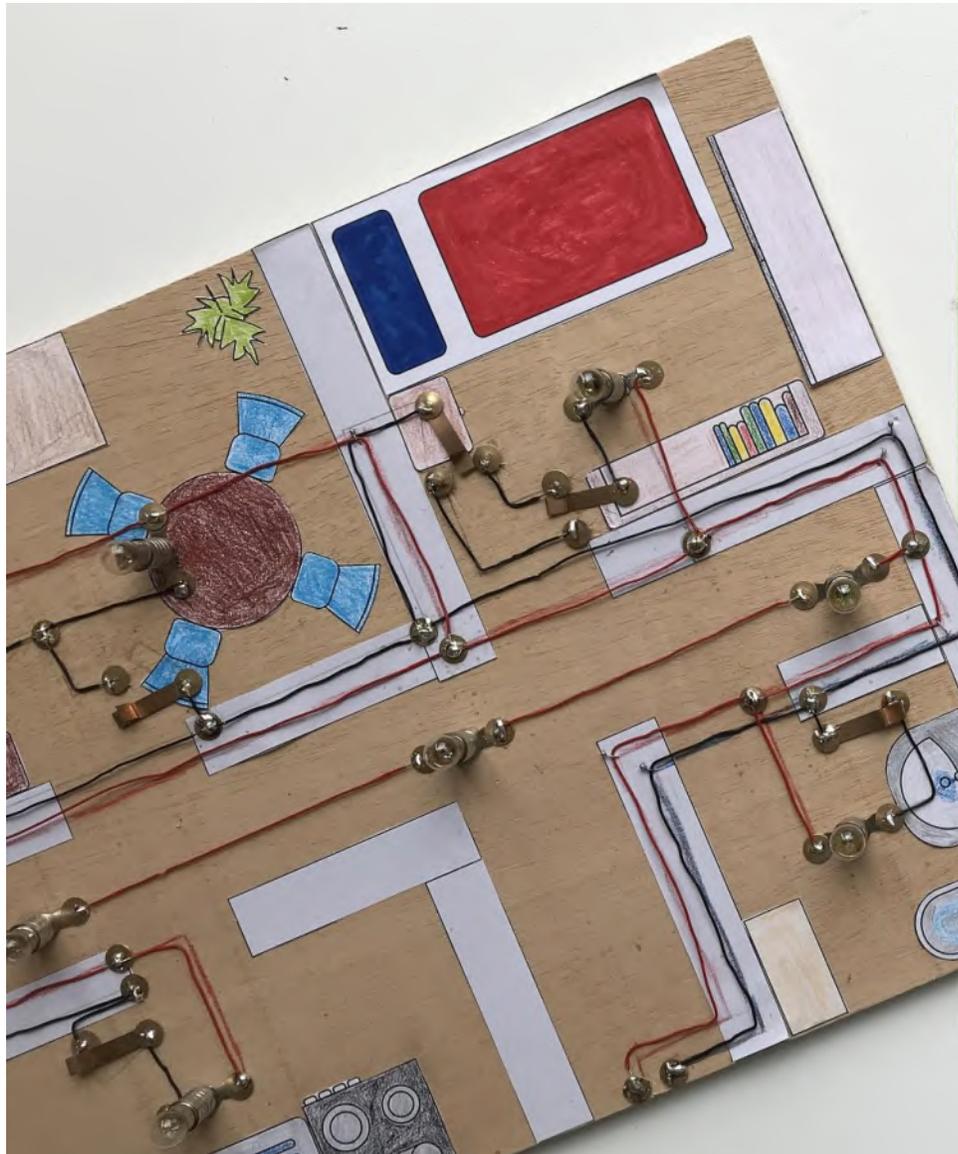


## II. 3 PHYSIK: ELEKTRIZITÄTSLEHRE

# 46: PROJEKT: TRAUM-WOHNUNG



# 4/6: PROJEKT: TRAUM-WOHNUNG - BEWERTUNG



**Projektabschluss: „Beleuchtung meiner Traumwohnung“**

Mein Name: R. [REDACTED]

**I) Eigene Reflexion**

Drei Dinge, die an meinem Projekt gut waren:

- *Recht Ordentlich verlegt* ✓
- *recht Ernst* ✓
- *funktionierte* ✓

Drei Dinge, die an meinem Projekt verbessert werden sollten:

- *Schalter etwas besser machen* ✓
- *Video ausführlicher* ✓
- *Wenig Motivation* ✓

In Zukunft sollte ich bei Projektarbeiten für mich beachten:

- *An den verbleibenden Leuchten* ✓
- *Mir mehr Zeit lassen für das Projekt* ✓
- *etwas Ordentlicher* ✓

**II) Erwartungshorizont**

Folgende Dinge soll die Wohnung beinhalten:

- 1) Parallelschaltung ✓
- 2) Reihenschaltung ✓
- 3) Wechselschaltung ✓

Folgende Dinge soll das Video beinhalten:

- a) Motivation: Die Wichtigkeit der Beleuchtung ✓
- b) Vorstellung des Entstehungsprozesses ✓
- c) Green Screen Einsatz ✓
- d) Abschluss des Videos: Roter Faden ✓
- e) Angemessene Länge des Videos ✓
- f) Vorstellung des Aufbaus / Schaltplan ✓
- g) Messung der Leistung P einer Lampe ✓

**Bewertung:**

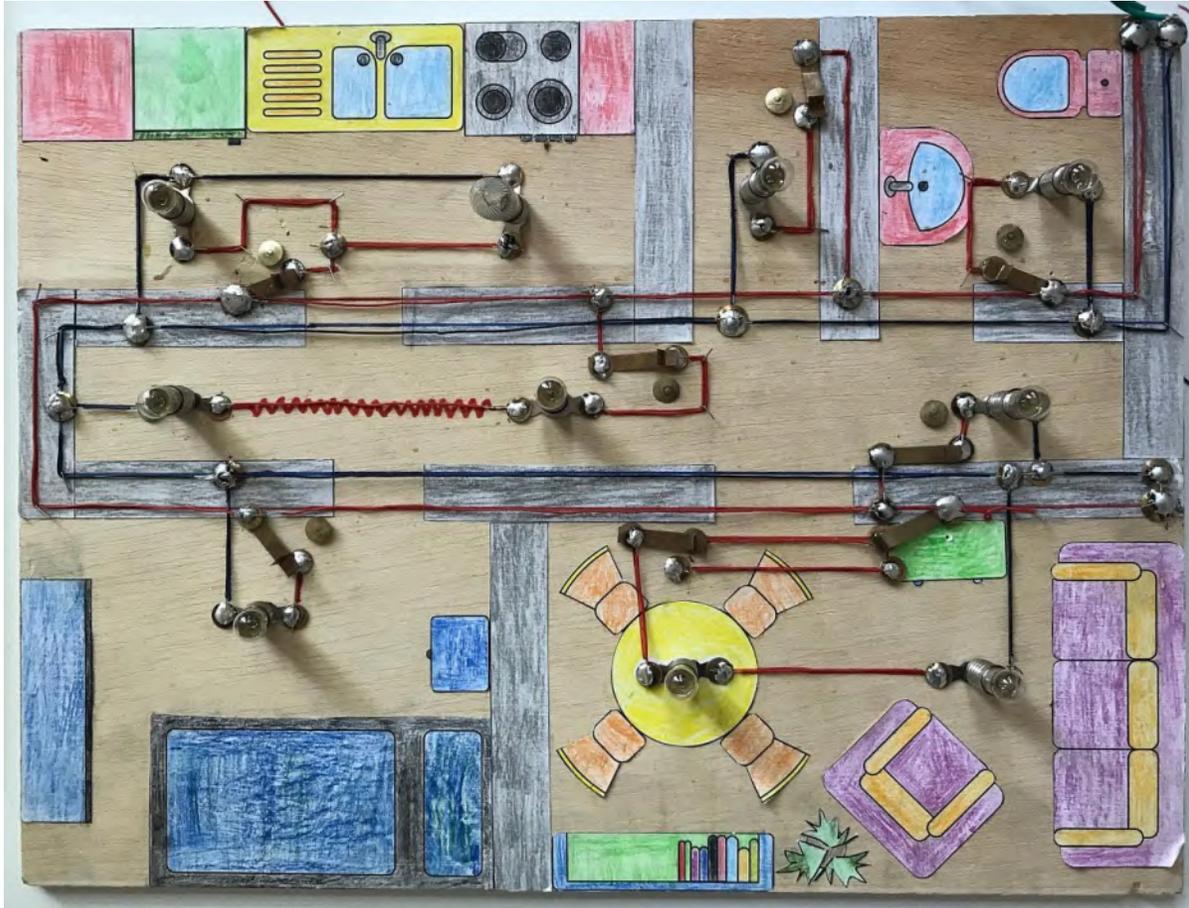
QR Code: N9WeligVuow

Erwartungshorizont	Faktor	Selbst-Bewertung	Schüler-Bewertung	Lehrer-Bewertung	
1) Funktion & Design	1) - 5)	3	2	1-2	1
2) Umsetzbarkeit	6) - 8)	2	1-2	1-2	1
3) Entstehung	a) - e)	3	2-3	2-	2-
4) Messung & Leistung P	f) - g)	1	1-2	2+	1
5) Gesamtnote	-	9	2,0	1,7	1,4

*Braun 3.3.20*



# 4/6: PROJEKT: TRAUM-WOHNUNG – KRITIK VON ELTERN



Arbeitsauftrag &  
Bezug Bausatz



[bit.ly/3by3vJf](https://bit.ly/3by3vJf)

Zeitplan:

Tag	Datum	Erforderlich bis zum Ende	Geschafft bis zum Ende

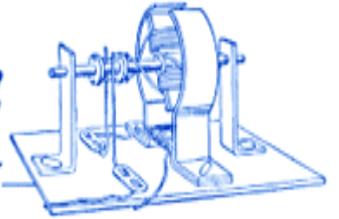
Eltern-Mail vom 12.06.2019:

*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 Folgejahre 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 [...].*

# 5/6: PROJEKT ELEKTROMOTOR

**Leopold Eschke**

Elektro-Bausatzmotor



- Alltagsbezug:  
Elektromobilität & Klimaschutz  
Elektro- vs. Verbrennungsmotor
- Bausatz Elektromotor 4,95€  
Bezug: [www.eschke.com](http://www.eschke.com)
- Digitale Medien:  
Gestaltung eBook
- Fachliche Inhalte eBook:  
Magnetfeld Leiter, Spule, ....  
Drehfrequenz, Leistung P

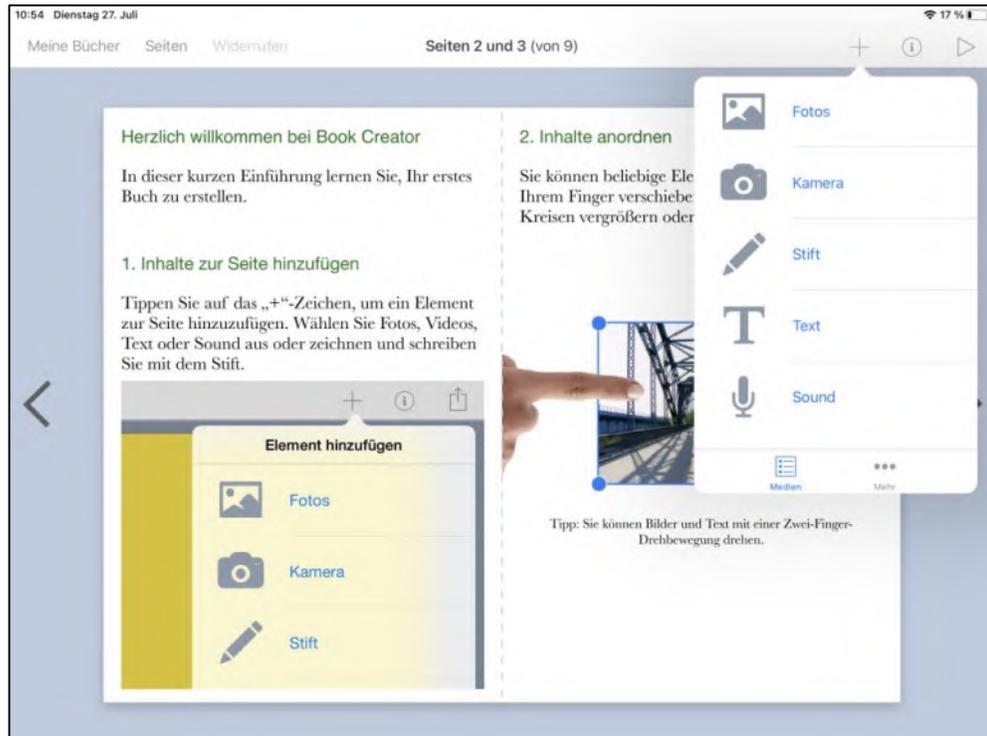
## Inhaltsverzeichnis

- |            |   |            |                                |
|------------|---|------------|--------------------------------|
| <b>1</b>   | Die Zukunft der Mobilität                   | <b>3</b>   | Betrieb des Elektromotors      |
| <b>1.1</b> | Vor und Nachteile eines Verbrennungsmotors  | <b>3.1</b> | Umdrehung pro Minute           |
| <b>1.2</b> | Vor und Nachteile eines Elektromotors       | <b>3.2</b> | Leistungsaufnahme P des Motors |
| <b>1.3</b> | Verbreitung von Elektroautos in Deutschland |            |                                |
| <b>2</b>   | Funktion eines Elektromotors                |            |                                |
| <b>2.1</b> | Magnetfeld um Leiter                        |            |                                |
| <b>2.2</b> | Magnetfeld der festen Spule                 |            |                                |
| <b>2.3</b> | Magnetfeld der drehbaren Spule              |            |                                |
| <b>2.4</b> | Funktion des Stromwenders                   |            |                                |

# 5/6: PROJEKT ELEKTROMOTOR – E BOOK APPS

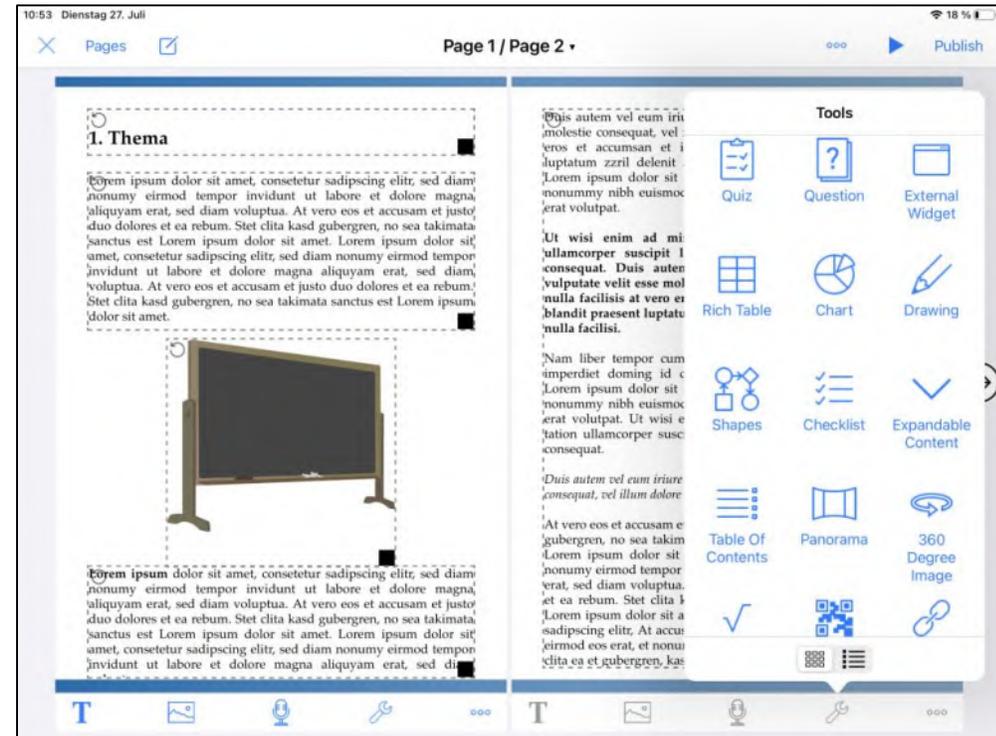
## App Book Creator One (0€)

- [App id661166101](#)
- Einfaches Werkzeug
- Anwendung: Unterstufe



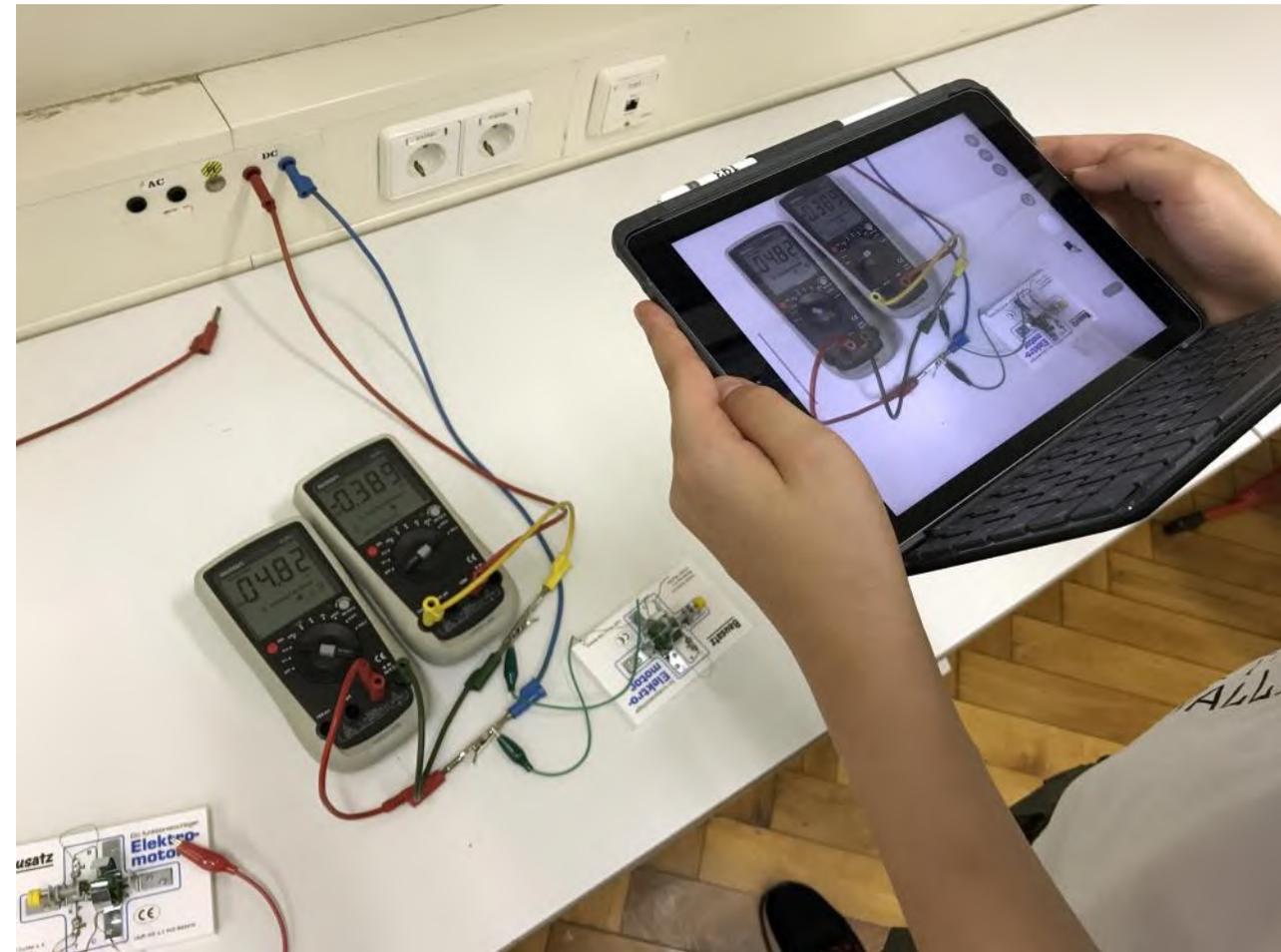
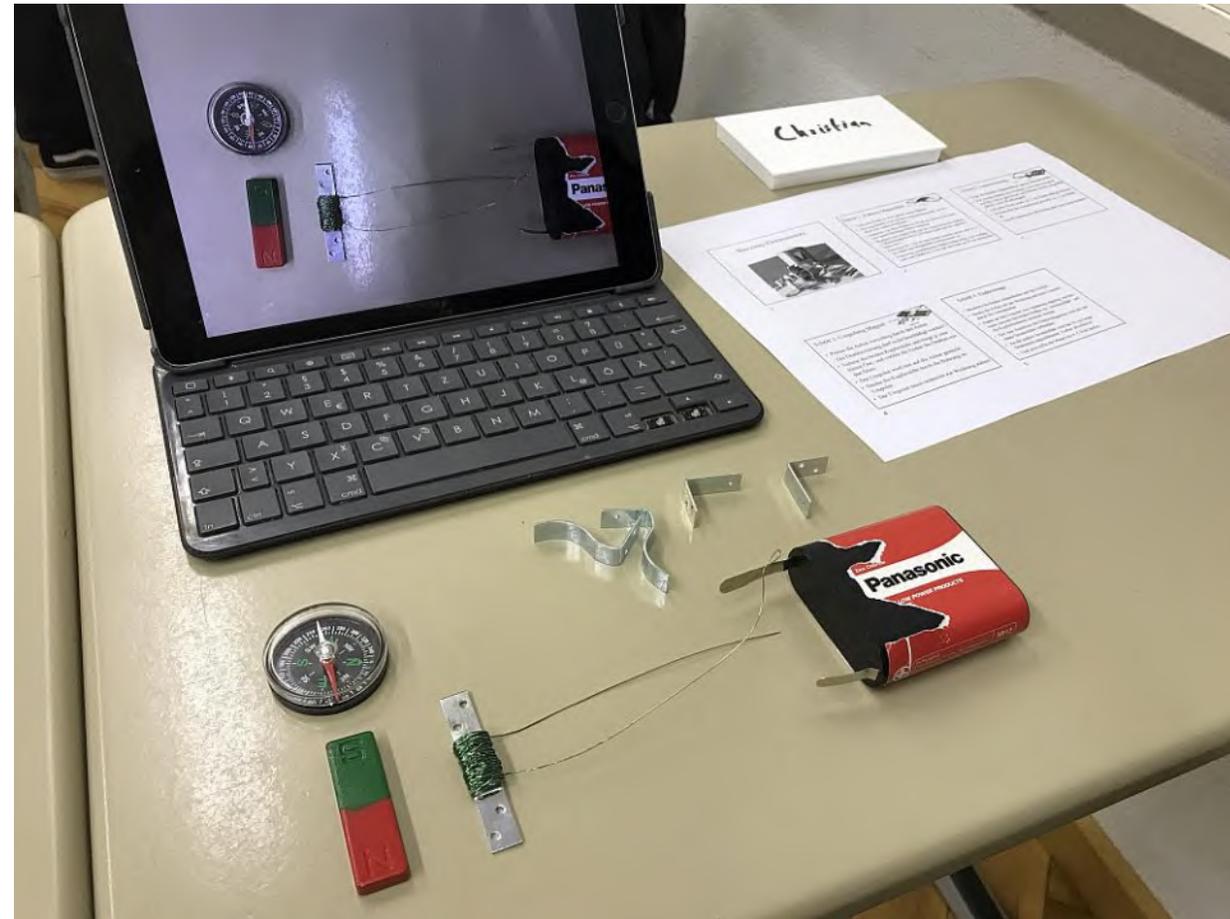
## App Creative Book Builder (5,49€)

- [App id451041428](#)
- Professionelles Werkzeug
- Anwendung: Kursstufe



## II. 3 PHYSIK: ELEKTRIZITÄTSLEHRE

# 5/6 : PROJEKT ELEKTROMOTOR - UNTERRICHT



## 5/6 : PROJEKT ELEKTROMOTOR - ERGEBNISSE

### 1.1 Vor- und Nachteile eines Autos mit Verbrennungsmotor

Der Anteil der Elektrofahrzeuge weltweit ist im Vergleich zu den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren verschwindend gering. Verbrennungsmotoren sind nicht nachhaltig und nutzen keine erneuerbare Energiequellen, daher ist die Suche nach Alternativen essenziell. In der unten abgebildeten Tabelle sehen Sie die Vorteile, sowie die Nachteile eines Autos mit einem Verbrennungsmotor.



Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; lange Reichweite</li> <li>&gt; günstigerer Anschaffungspreis</li> <li>&gt; kein zeitaufwendiges Aufladen</li> <li>&gt; deutschlandweit flächendeckende Möglichkeit zum Tanken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; erzeugen Lärm</li> <li>&gt; stoßen giftige Gase in die Umwelt aus</li> <li>&gt; Feinstaubbelastung (vor allem bei Dieselmotoren)</li> <li>&gt; höhere Unterhaltskosten</li> <li>&gt; niedrigerer Effizienzfaktor (Energie geht verloren)</li> <li>&gt; Nutzung von endlichen, fossilen Brennstoffen</li> <li>&gt; immenser Verbrauch vom Grundwasser für die Batterieherstellung</li> </ul>

### 1.2 Vor- und Nachteile eines Autos mit Elektromotor

Immer mehr Menschen entscheiden sich dazu ein Elektroauto zu kaufen. Im letzten Jahr sind die Verkaufszahlen rasant in die Höhe gestiegen. Natürlich erscheinen Elektroautos sehr viel umweltfreundlicher und sind auch leiser als "normale" Autos mit einem Verbrennungsmotor, doch überragen die Vorteile die Nachteile? In der unten abgebildeten Tabelle sehen Sie die Vorteile, sowie die Nachteile eines Autos mit einem Elektromotor.



Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; kein Ausstoß von CO<sub>2</sub> und Stickoxiden</li> <li>&gt; geringe Betriebskosten (Strom ist günstiger als Treibstoff)</li> <li>&gt; sehr leise (Lärmbelastung wird verringert)</li> <li>&gt; staatliche Förderung von Elektroautos in Deutschland</li> <li>&gt; Spaß beim Autofahren (beschleunigt ununterbrochen (kein Schalten notwendig), schnell hohe Leistung)</li> <li>&gt; Ökobilanz wird verbessert beim Aufladen mit Ökostrom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; lange Ladedauer</li> <li>&gt; zu wenig Stromtankstellen</li> <li>&gt; begrenzte Reichweite von E-Autos (Batterieladung von 250 bis zu 600 Kilometer)</li> <li>&gt; Elektroautos sind teuer</li> <li>&gt; Lebensdauer einer Batterie rund 10 Jahre</li> <li>&gt; können nicht optimal wiederverwertet werden</li> <li>&gt; Belastung für Umwelt</li> <li>&gt; Herstellung der Batterie führt zu CO<sub>2</sub></li> <li>&gt; Ausbau des Netzes von Ladestationen noch nicht flächendeckend</li> </ul>

### 1.3 Verbreitung des Elektroautos in Deutschland

Die Anzahl an zugelassenen Elektroautos betrug am 1. Januar 2021 rund 309.100. Der Bestand ist im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 126 Prozent angewachsen.

2018: 53.900      2020: 136.600  
2019: 83.200      2021: 309.100

70 elektrische Fahrzeugmodelle deutscher Hersteller auf dem Markt  
40.000 öffentlich zugängliche Ladepunkte



Im Südkosten fahren übermäßig viele Menschen ein Elektroauto wie in manchen Ost-Ländern. Das hat mit Geld zu tun, ist aber auch eine Standortfrage.

"Tesla-online"

In 1000 Einwohner gibt es in Baden-Württemberg 9,6 Autos mit einem Batterieantrieb oder Plug-in-Hybrid, in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt sind es nur 3,1. Alle ostdeutschen Bundesländer liegen klar unter dem bundesweiten Durchschnitt von 7,1.

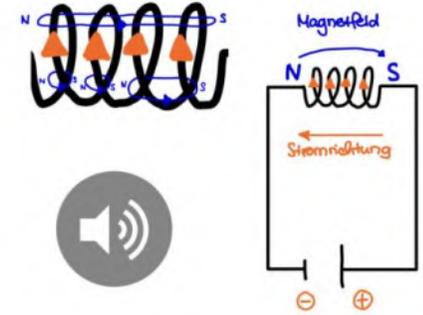
Grün: +0,5 %  
Gelb/Orange: +0,3 %  
Rot: -0,3 %



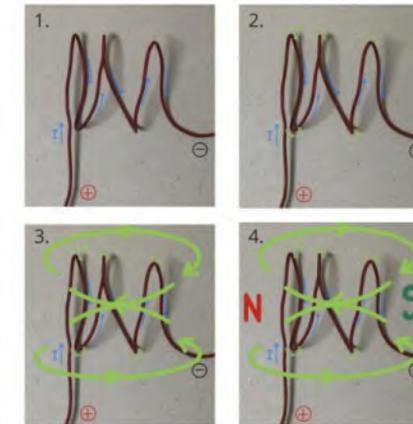
### 2.1 Magnetfeld um Leiter



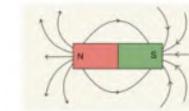
### 2.2 Magnetfeld um die Spule



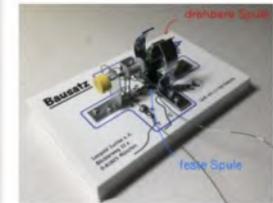
### 2.2 Magnetfeld der festen Spule



Erklärung zu den einzelnen Schritten:



Erklärung im Elektromotor:



Die feste Spule ist im Elektromotor fest verschraubt. Dadurch ist ihr Magnetfeld ebenfalls unbeweglich. Mehr dazu im nächsten Kapitel.

# 5/6 : PROJEKT ELEKTROMOTOR - BEWERTUNG

### 3.1 Umdrehungszahl pro Minute

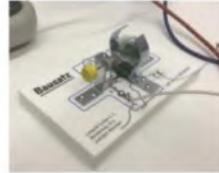


Die Umdrehungszahl pro Sekunde, als der Wert, wie oft sich die drehbare Spule des Motors pro Minute dreht, wird mit einem Stroboskop gemessen. Das Stroboskop sendet in einer einstellbaren Frequenz Lichtimpulse aus, die die sich drehende Spule für einen Bruchteil einer Sekunde beleuchten.  
Um nun die Umdrehungszahl zu messen, muss man so lange an dem Knopf und der Mitte des Gerätes nach rechts oder links drehen, dass die Spule aussieht als würde sie stehen bleiben. Die Erklärung dafür ist, dass das Stroboskop bei richtiger Einstellung genau dann einen Lichtimpuls aussendet, wenn die Spule an einem bestimmten Punkt in ihrer Drehung angekommen ist, also immer nach exakt einer Umdrehung.  
Nun kann jenachdem welche rechte Taste gedrückt ist (in diesem Fall 1000-5000, also der mittlere Ring) der Wert der Umdrehungen in Herz (rote Zahlen) am Strich abgelesen werden.

Hier: 24 Hz



### 3.2 Leistungsaufnahme P des Motors



Um die Leistung des Motors in Watt zu messen, wird das Voltmeter für die Spannung  $V$  parallel und das Ampèremeter für die Stromstärke  $I$  in Reihe zum Stromkreis eingesteckt.

Die Formel zur Berechnung der elektrischen Leistung  $P$  lautet  $P = U \cdot I$ . Mit den Werten von  $I$  in Ampère und  $U$  in Volt ergibt sich also  $P = 1,6 \text{ W}$ .



$$U = 4,67 \text{ V}$$

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

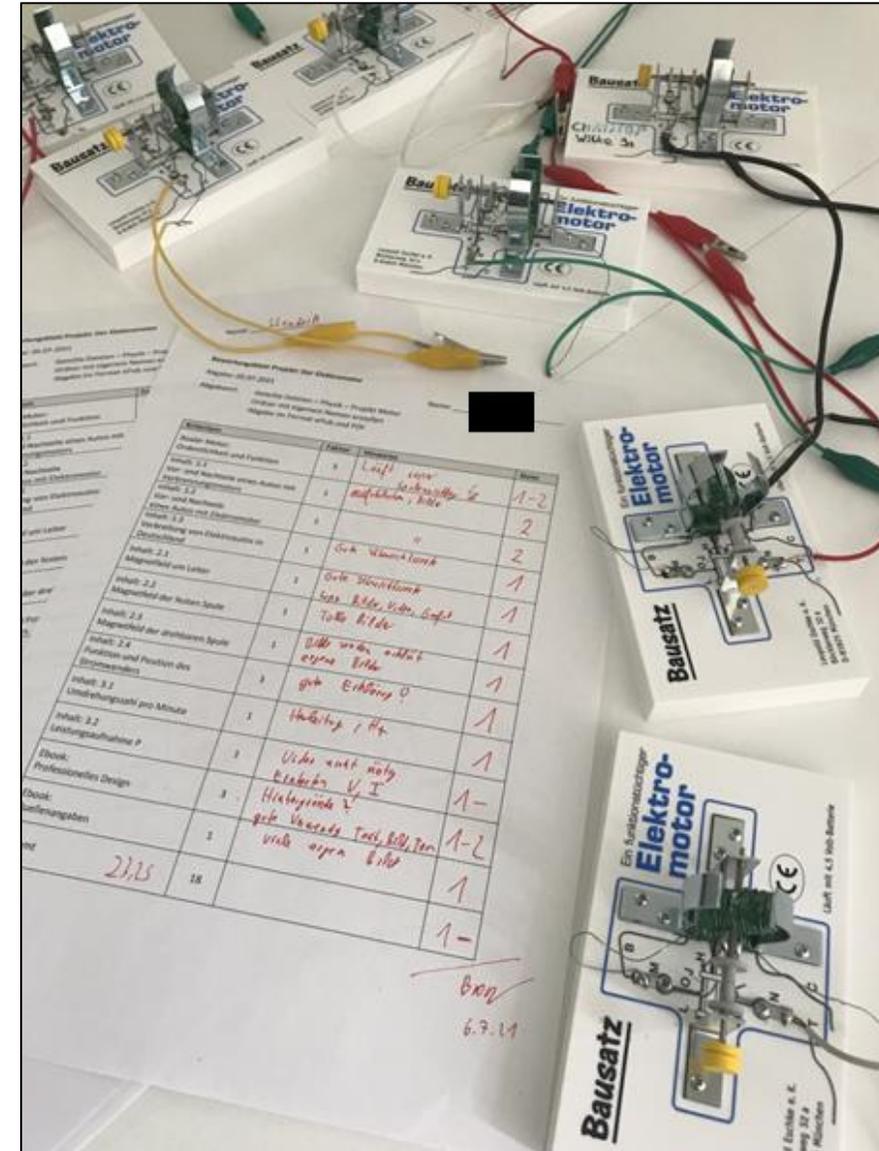
$$P = U \cdot I$$

$$P = 4,67 \cdot 0,35$$

$$\underline{\underline{P = 1,6345 \text{ W}}}$$

Arbeitsauftrag & Hinweise:

[bit.ly/3hOhLAs](http://bit.ly/3hOhLAs)



# 6/6: PROJEKT INSTAGRAM



## Mikrowellen

Wellenlänge  $\lambda$ : 1mm – 1m  
 Frequenz f:  $10^8\text{Hz} - 10^{11}\text{Hz}$

Anwendung:  
 Mikrowellenherd, Radar, Satellitenfernsehen

Gefahren:  
 Schäden am menschlichen Gewebe, vor allem an den Augen

Serie zu: Mikrowellen und Terahertzstrahlung 5/5

### Gefahr:

Mikrowellen sind für den Menschen im Alltag ungefährlich. Bei extrem hohen Belastungen durch Mikrowellen könnte es dennoch zu Schäden kommen. ( $>50 \text{ W/m}^2$ )

### Funfact:

Ein Mikrowellenherd erwärmt Nahrung, indem er die enthaltenen Wassermoleküle mit Mikrowellen „beschießt“ und diese somit in Schwingung setzt. Diese Schwingung resultiert in Wärme.



Artikel in der 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: 72 % der Jugendlichen nutzen die Plattform mindestens mehrmals pro Woche [1]. Mit Blick auf diesen starken Aspekt des Lebensweltbezugs stellt sich die Frage, ob und wie das Potenzial von Instagram also auch im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden kann.

### Bildung bei Instagram

Instagram wird von Jugendlichen vor allem zur Verbreitung von selbst erstellten Fotos und kurzen Videos genutzt, die sowohl „Highlights“ als auch „Alltägliches“ aus dem eigenen Leben darstellen. Die aufgenommenen Bilder und Videos können bearbeitet, mit Filtern versehen, um beispielsweise Texte, Hashtags, weiterführenden Links ergänzt und

mit kreativem Storytelling verknüpft werden. Nach der Veröffentlichung des Beitrags über das eigene Instagram-Profil können Follower mit Likes und Kommentaren interagieren, den Post speichern und ihn durch das Teilen auf dem eigenen Kanal weiterverbreiten. Instagram hat sich inzwischen von der vorrangig für die private Kommunikation genutzten Bildersammlung zu einer öffentlich relevanten Informationsplattform gewandelt. Natürlich gibt es auch Kritik an dem Social-Media-Dienst: die Oberflächlichkeit der Beiträge, die Flut an oft inszenierten Bildern, die Verbreitung von Fake News, der mangelnde Datenschutz durch den US-Anbieter Facebook, die Gefahr des Cybermobbing und die allgegenwärtige Werbung.

Gleichzeitig wird das Potenzial von Instagram aber immer mehr im Bildungsbereich eingesetzt: Journalistische Kanäle wie zum Beispiel @quarks.de (1,2 Million Abonnenten) des WDR beantworten wissenschaftliche Fragen mithilfe von hochwertigen Grafiken, Bilderserien und animierten Video-clips. Geschichte wird z. B. bei @ichbinsophiescholl (890.000 Abonnenten) des SWR lebendig gemacht. Die Follower des Kanals können an den letzten zehn Monaten des Lebens der Widerstandskämpferin in nachempfundener Echtzeit teilnehmen. Und auch das klassische Format der Tagesschau ist bei Instagram zu finden. Innerhalb des Kanals @tagesschau (3,5 Millionen Abonnenten) der ARD werden Nachrichten, Fakten und Ge-



# AKTIVITÄT: EINE ANWENDUNG VERTIEFEN

**1) U-I Kennlinie:** Einfache Aufnahme  $R = U / I$  mit Sensor  
Erklärvideo [youtu.be/iM3hdfVRjCs](https://youtu.be/iM3hdfVRjCs)



Bild: CC0 Pixabay

**2) Projekt Haus:** Arbeitsauftrag lesen: [bit.ly/3by3vJf](https://bit.ly/3by3vJf)  
Eigene Idee für ein digitales Projekt finden.



**3) Projekt eBook:** Infos eBook Projekt lesen: [bit.ly/3hOhLAs](https://bit.ly/3hOhLAs)  
Eine eBook Seite gestalten.



**4) Projekt Insta:** Artikel zum Projekt lesen: [bit.ly/3n63VNt](https://bit.ly/3n63VNt)  
Eigene Ideen für ein Insta-Projekt finden.



**5) Stumme Video:** Erklärvideo: [youtu.be/oAtQEW7IL6E](https://youtu.be/oAtQEW7IL6E)  
Video zur Nachvertonung erstellen



# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung

2. Physik: Elektrizitätslehre

**3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos**

4. Mathematik: Einsatz von GPS

5. Physik: Wärmelehre

# 1/8: LERNEN MIT YOUTUBE

- MINT: [www.simpleclub.com](http://www.simpleclub.com)
  - Flapsig gute und kurze Videos
  - Alex Giesecke & Nico Schork
- Mathematik: [www.FlipTheClassroom.de](http://www.FlipTheClassroom.de)
  - Kompletter Mathe-Stoff der Kursstufe für BW
  - Carsten Thein & Felix Fähnrich, Mathe-Lehrer aus Karlsruhe



- [Wissenschaftliche Studie:](#)

Korntreff, S., Prediger, S.:  
Verstehensangebote von YouTube-Erklärvideos.  
*Journal für Mathematik Didaktik* (2021).

- Fehlvorstellungen werden gefördert
- Seltene und heterogene Verstehensangebote
- Input → Regel → Output - ohne tieferes Konzept

# 2/8: LERNEN MIT YOUTUBE - PERSONALISIERUNG

Quelle: P. Bronner, „Alles besser mit YouTube“ Friedrich-Verlag



#fragSchmidt  
 Maßeinheiten: km, m, dm, cm, mm - Längenmaße umwandeln | Lehrerschmidt - einfach erklärt!  
 151.214 Aufrufe • 03.06.2019 • Maßeinheiten umwandeln fällt nicht allen Schülern leicht. Ich zeige Dir heute wie ein kleines...  
 MEHR ANSEHEN

5068 209 Teilen Thanks Speichern ...

Lehrerschmidt  
 1,14 Mio. Abonnenten

MITGLIED WERDEN ABONNIEREN

ich.hab.drip0 vor 4 Monaten

Wie kann man in 5min Lehrer Schmidt mehr kapieren als 2 Wochen im Unterricht? Was machen meine Lehrer falsch?! 😂

🙄

Sie sind echt meine Rettung 🍀

21 ANTWORTEN

Antwort ansehen

Gründe für die Beliebtheit von Erklärvideos

Dimension der Personalisierung	Beschreibung
Lernkontext	Das Lernen ist orts- und zeitunabhängig. Die Schülerinnen und Schüler betrachten das Erklärvideo zu einer beliebigen Zeit an einem selbst gewählten Wohlfühlort (Sofa, Park, Schreibtisch).
Suche passend zum Nutzertyp	Bei YouTube wird mithilfe eines auf künstlicher Intelligenz basierenden Suchalgorithmus ein zu den Interessen und Vorlieben des Lernenden passendes Video vorgeschlagen. Die Gefahr der einseitigen Filterblase wird dabei oft nicht wahrgenommen.
Sozialform	Es handelt sich um individuelles und eigenverantwortliches Lernen.
Lerntempo	Schülerinnen und Schüler können wählen, ob sie die Erklärung mit 1,5-facher Geschwindigkeit oder dreimal hintereinander ohne negative Rückmeldung anschauen.
Lernansatz	Sie entscheiden sich aus eigenem Antrieb für ein Erklärvideo und steuern so intrinsisch motiviert ihren Lernprozess.
Lernpfad	Schülerinnen und Schüler können sich Videos von mehreren Lehrkräften anschauen und erhalten so im Idealfall verschiedene fachliche Zugänge.
Lernnetzwerk	Sie wählen ein ihnen vertrautes soziales Netzwerk mit einfacher Sprache, Likes und Kommentaren.
Lehrkraft	Die Schülerinnen und Schüler wählen im Rahmen eines „Lehrer-Tinders“ ihre „Lieblings-YouTube-Lehrkräfte“ nach Bewertungen, Sympathie, Authentizität, Persönlichkeit, Sprache, Humor und medientechnischer Umsetzung.

# 2/8: LERNEN MIT YOUTUBE – ARTIKEL ZUM THEMA

- Artikel als kritische Auseinandersetzung zum Einsatz von Erklärvideos im Unterricht.

- Artikel als ePaper: [bit.ly/3hy6pkG](https://bit.ly/3hy6pkG)



## Alles besser mit YouTube?

Erklärvideos: Kompetenzorientierung statt Reproduktion

Beim Unterrichtskonzept Flipped Classroom wird der klassische Lehrervortrag vom Klassenzimmer als Erklärvideo nach Hause verlagert. Das Konzept des Lernens anhand von Videos ist jedoch keine Erfindung des digitalen Zeitalters. Statt Flipped Classroom bei YouTube hieß es vor 50 Jahren Telekolleg. Die „alten“ Erklärvideos lassen sich auch noch heute sinnvoll in den (umgedrehten) Unterricht integrieren. Doch zeitgemäße digitale Bildung muss deutlich mehr sein, als neue Möglichkeiten über traditionelle Lehr- und Lernkonzepte zu „stülpen“, fordert der Autor. Eine kritische Auseinandersetzung.

YouTube-Lernvideos sind bei Schülerinnen und Schülern äußerst beliebt: Manche Kanäle erreichen Millionen Klicks, Tausende Abonnenten, Hunderte Likes und zahlreiche lobende Kommentare. Von solch positiver Rückmeldung können Lehrkräfte nur träumen. Dabei haben „alte“ Telekolleg-Erklärvideos teilweise fachlich, didaktisch und gestalterisch deutlich mehr zu bieten

als viele der heute so modern erscheinenden YouTube-Clips.

### Erklärvideos

Die meisten Erklärvideos werden nach dem Prinzip produziert „Lehrer macht etwas vor – Schüler machen es nach“. Auf Plattformen

wie YouTube stehen zahlreiche Filme zur Verfügung, bei denen engagierte Lehrkräfte z. B. am Whiteboard frontal das Lösungsprinzip einer Mathematikaufgabe nach dem anderen erklären. Es handelt sich dabei oft um ein rezeptartiges, kleinschrittiges Vorgehen – ideal für das sogenannte „Bulimie-Lernen“ in kleinen Häppchen kurz vor der nächsten Klassenarbeit. Die wesentliche Methode ist das stumpfe Üben. Zahlreiche prozessbezogene Kompetenzen sowie das Verständnis bleiben auf der Strecke. Mit solch traditionellen Zugängen wird das Potenzial von digitalen Medien im Unterricht aber nicht ausgeschöpft. Die Gründe für den Erfolg des Lernens bei YouTube liegen vor allem in der Möglichkeit, den Lernprozess unter Berücksichtigung von individuellen Faktoren wie Nutzertyp, Zeit, Ort und Lehrkraft stark zu personalisieren (siehe Tabelle links).

### Flipped Classroom

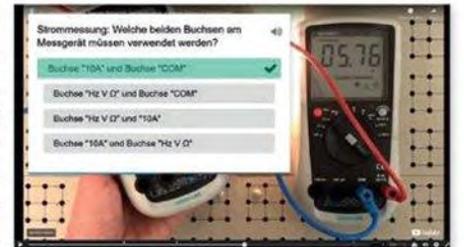
Gerade in der Coronapandemie erlebte die Methode des Flipped Classroom zur sinnvollen Gestaltung von asynchronen Lernphasen im Fernunterricht einen großen Aufschwung. Aufgrund der positiven Erfahrung wird das Konzept nun auch im Präsenzunterricht immer häufiger eingesetzt. Im Rahmen des geflippten oder umgedrehten Unterrichts erfolgt die Reproduktion des Wissens anhand eines vorgegebenen Erklär-

videos bei jedem Lernenden passiv, rezeptiv und allein zu Hause. Beim Erledigen der Hausaufgabe gibt es nur sehr eingeschränkt die Möglichkeit, Fragen zu stellen oder sich aktiv mit dem Gezeigten auseinanderzusetzen. Die kognitive Aktivierung, die fachbezogene Kommunikation sowie der Erwerb von Zukunftskompetenzen bleiben mit Flipped Classroom auf der Strecke. Bei der Methode handelt es sich um ein digitales Konservieren der traditionellen Lehr- und Lernkultur, weniger um zeitgemäße digitale Bildung, weniger um zeitgemäße digitale Bildung, weniger um zeitgemäße digitale Bildung. Einige engagierte Lehrkräfte krempeln mit dem Konzept Flipped Classroom inzwischen ihren gesamten Unterricht um. Ein großer Teil der Vorbereitungszeit wird für die Produktion der eigenen Videos verwendet. Wäre es nicht viel sinnvoller, die knappe Lehrersarbeitszeit in Materialien und Methoden zu investieren, um die fachlichen Inhalte im Klassenzimmer kollaborativ, kompetenzorientiert und forschend-entdeckend erarbeiten zu lassen?

Natürlich hat die Methode Flipped Classroom auch Vorteile: So arbeiten die Schülerinnen und Schüler selbstständiger, eigenverantwortlicher – und im Unterricht bleibt mehr Zeit zum Üben. Metastudien aus der empirischen Unterrichtsforschung zeigen, dass Flipped Classroom bei zeitlich beschränktem Einsatz sogar effektiver sein kann als die traditionellen Unterrichtsangebote [2]. Es spricht deshalb nichts dagegen, das Konzept als Ergänzung zu regulären Unterrichtsarrangements zeitlich begrenzt – oder wie der Autor einmal im Monat [3] – im Unterricht einzusetzen. Über das dauerhafte „Umkrempeln“ des Klassenzimmers sollte dagegen reflektiert werden.

### Sinnvoller Einsatz von Erklärvideos

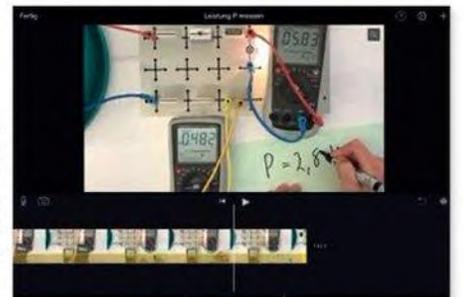
Lehrkräfte sind aufgrund ihrer Ausbildung, der direkten fachbezogenen Kommunikation und der informellen Diagnosekompetenz im Präsenzunterricht einem Erklärvideo überlegen. Trotzdem können qualitativ hochwertige kurze Lernfilme während des Unterrichts methodisch und didaktisch sinnvoll eingebettet werden: zur Variation im Rahmen eines Lehrervortrags, als hinreichender Impuls zum Thema, zur Ergebnissicherung, als Korrekturhilfe oder zur Steigerung der Motivation [4]. Statt nur anzuschauen, sollte genau überlegt werden, wie



Video mit interaktivem HSP-Quiz



Zwei Schüler vertonen ein Erklärvideo.



App iMovie: Das Tempo des Videos kann der Textlänge angepasst werden.

Gründe für die Beliebtheit von Erklärvideos (angelehnt an [1])

Dimension der Personalisierung	Beschreibung
Lernkontext	Das Lernen ist orts- und zeitunabhängig. Die Schülerinnen und Schüler betrachten das Erklärvideo zu einer beliebigen Zeit an einem selbst gewählten Wohlfühlort (Sofa, Park, Schreibtisch).
Suche passend zum Nutzertyp	Bei YouTube wird mithilfe eines auf künstlicher Intelligenz basierenden Suchalgorithmus ein zu den Interessen und Vorlieben des Lernenden passendes Video vorgeschlagen. Die Gefahr der einseitigen Filterblase wird dabei oft nicht wahrgenommen.
Sozialform	Es handelt sich um individuelles und eigenverantwortliches Lernen.
Lerntempo	Schülerinnen und Schüler können wählen, ob sie die Erklärung mit 1,5-facher Geschwindigkeit oder dreimal hintereinander ohne negative Rückmeldung anschauen.
Lernansatz	Sie entscheiden sich aus eigenem Antrieb für ein Erklärvideo und steuern so intrinsisch motiviert ihren Lernprozess.
Lernpfad	Schülerinnen und Schüler können sich Videos von mehreren Lehrkräften anschauen und erhalten so im Idealfall verschiedene fachliche Zugänge.
Lernnetzwerk	Sie wählen ein ihnen vertrautes soziales Netzwerk mit einfacher Sprache, Likes und Kommentaren.
Lehrkraft	Die Schülerinnen und Schüler wählen im Rahmen eines „Lehrer-Tinders“ ihre „Lieblings-YouTube-Lehrkräfte“ nach Bewertungen, Sympathie, Authentizität, Persönlichkeit, Sprache, Humor und medientechnischer Umsetzung.

# 3/8: LERNEN MIT YOUTUBE - OHNE WERBUNG & LIKES



The screenshot shows a YouTube video player interface. At the top, there is a search bar with the text "Suchen" and the YouTube logo. Below the search bar, the video content is displayed as an aerial view of a large, historic brick building complex, identified as the Friedrich-Gymnasium in Freiburg. The building has multiple towers and a prominent steeple. The surrounding area includes residential houses and greenery.

1. Preis "Deutscher Lehrerpreis - Unterricht innovativ" für das Friedrich-Gymnasium in Freiburg

Video mit Werbung,  
Likes & Kommentare:  
[www.youtube.com/  
watch?v=zz2hsKxTytI](https://www.youtube.com/watch?v=zz2hsKxTytI)

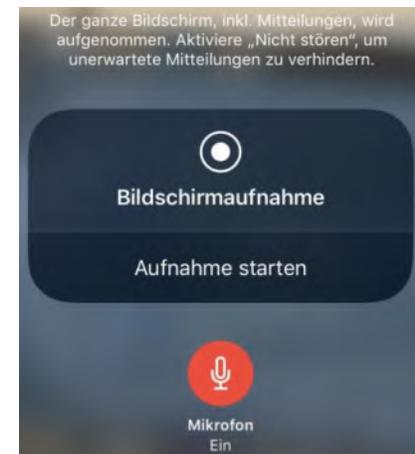


Video ohne Werbung,  
Likes ... & Vollbild:  
[www.yout-ube.com/  
watch?v=zz2hsKxTytI](https://www.youtube.com/watch?v=zz2hsKxTytI)



# 4/8: EIGENE VIDEOS ERSTELLEN

- [Aktuelle Studie](#): Lernerfolg im Distanzunterricht
  - *Das große Bedürfnis von SchülerInnen nach einem persönlichen Kontakt zur Lehrkraft [...] trugen am meisten zur Unterrichtsqualität und zur Freude am Lernen oder der Anstrengungsbereitschaft bei [...].*
  - *Selbstgemachte Videos der Lehrkräfte wurden am besten beurteilt [...].*
  - *SchülerInnen und auch deren Eltern legen keinen Wert auf ein perfekt gestaltetes Video. Sie wollen lieber die eigene Lehrkraft sehen und das Gefühl haben, das sich da jemand richtig Mühe gibt.*
- Möglichkeit 1: Normale Video-Aufnahme des Tablets
- Möglichkeit 2: Bildschirmaufnahme  
Eigenes Erklärvideo: [youtu.be/sPhG3WfGN4Q](https://youtu.be/sPhG3WfGN4Q)
- Möglichkeit 3-5: Apps iMovie / Explain-Everything / Green-Screen
- Film hochladen: Schul-Cloud / Moodle / itsLearning



# 5/8: FLIPPED CLASSROOM

1. Hausaufgabe: Lehrer-Erklärvideo [youtu.be/AFucgFgzpzE](https://youtu.be/AFucgFgzpzE)  
Inhalt des Videos als Heftaufschrieb zusammenfassen
2. Unterricht: Lerndiagnose mit Socrative & Übungsaufgaben GPS-Koordinaten  
Messung & Poster-Gestaltung



**Rechnung:**

GPS Daten (Handy):  
Köfig: 48,00422°N  
Schranke: 48,00465°N  
Entfernung: 44,41m  
 $48,00465 - 48,00422 = 0,00043$

Grad	km
0,00043°	0,0446m
1°	112,325814
360°	36,8312081

Radius:  $\frac{U}{2\pi}$   $36,837,2094 : 2\pi = 5882,82366572$

Fläche:  $A = \pi \cdot r^2$   
 $A = \pi \cdot 5882,8^2 = 10792,9410,8576$

Internet: 40,074  
Radius:  $\frac{U}{2\pi}$   $40,074 : 2\pi = 6377,8$   
Fläche:  $A = \pi \cdot r^2$   
 $A = \pi \cdot 6377,8^2 = 12741246,58074$

**Mathe mit dem Smartphone**  
**Bestimmung des Erdumfangs**

GPS Daten (Google Maps):  
Köfig: 48,00414°N  
Schranke: 48,00455°N  
Entfernung: 45,10m  
 $48,00455 - 48,00414 = 0,00041$

Grad	km
0,00041°	0,0454m
1°	108,7510851
360°	39,5411851

Radius:  $\frac{U}{2\pi}$   $39,542 : 2\pi = 6289,56168172$

Fläche:  $A = \pi \cdot r^2$   
 $A = \pi \cdot 6289,5^2 = 124201649,6700$

**App**  
PocketGPSWorld.com

GPS Status  
Horizontal Accuracy: 15M  
Vertical Accuracy: 25M  
Speed: 1100M  
Course: 48,20143  
Latitude: 48,20143  
Longitude: 7,85719  
Time: 2016-07-17 18:45:08 +0000  
Location:  
Near: 13 Zähringenstraße, Freiburg im Breisgau, Baden-Württemberg 79104, Deutschland

**iPhone 4 GPS Status**

**Längen- und Breitengrade**  
Die Erde ist in Längen- und Breitengrade eingeteilt. Die Breitengrade erstrecken sich von Osten nach Westen, die Längengrade von Norden nach Süden.

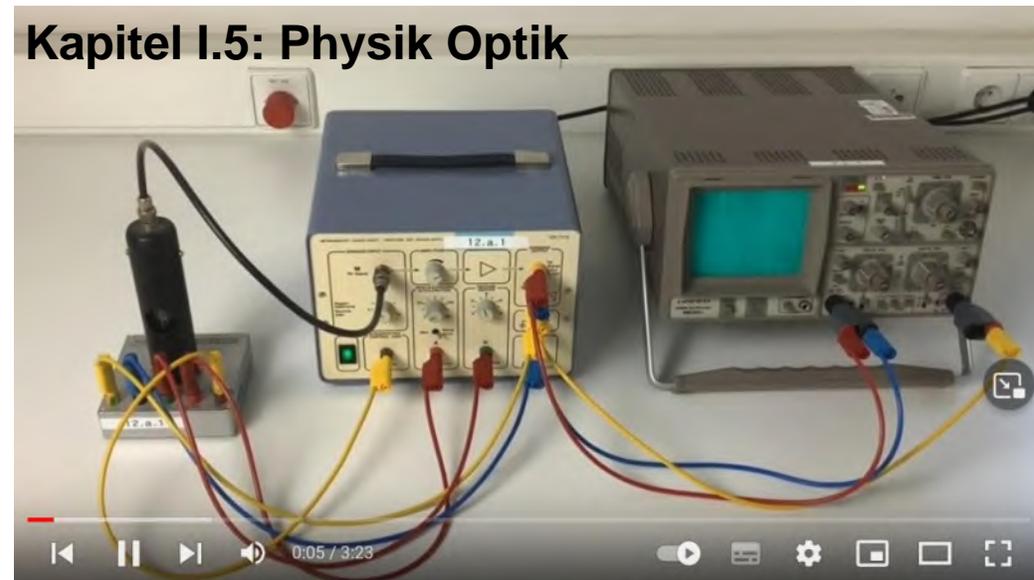
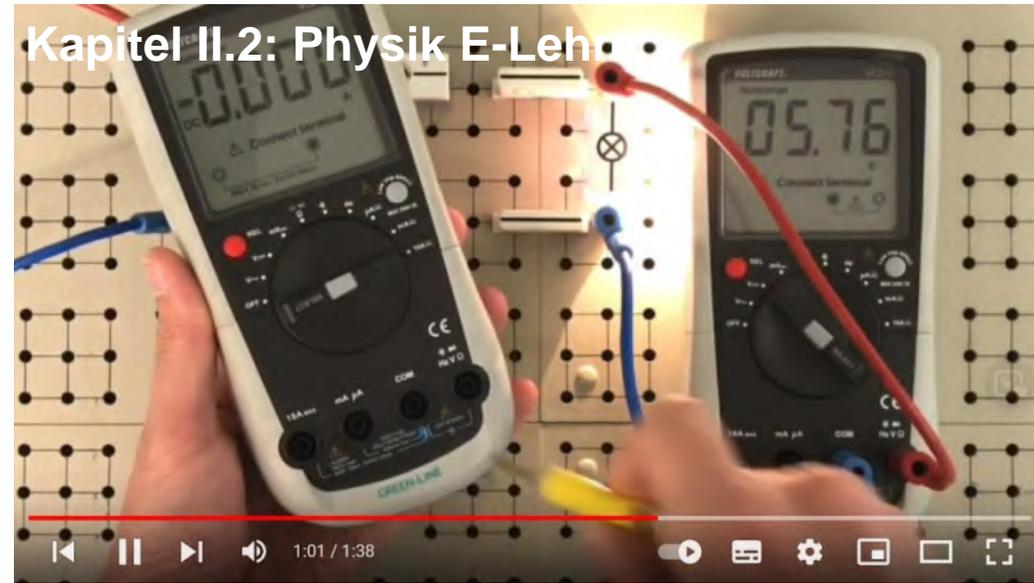
GPS-Daten können nicht so genau sein, weil immer ein anderer Gegenstand im Weg sein, der den Satelliten ein wenig verdeckt.

**Anwendung im Alltag**  
- Navigation  
- Beim Mountainbiken (Höhenmeter usw.)  
- Wandern



# 6/8: PROJEKT STUMME VIDEOS

- Lehrer: Video auswählen / aufnehmen  
z. B. Tagesschau zu hist. Ereignis
- Lehrer: 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)
- Erklärvideo: Aufnahme & Vertonung  
[youtu.be/oAtQEW7IL6E](https://youtu.be/oAtQEW7IL6E)



## II.3 PHYSIK & MATHE: EINSATZ VON VIDEOS

# 7/8: GREEN SCREEN VIDEOS

- App: Green Screen by Do Ink (5,50€)
- App: iMovie - mit Green Screen (0€)
- App: Explain Everything Basic (0€)



Anleitung App GreenScreen



[youtu.be/pLqPwlUo4qA](https://youtu.be/pLqPwlUo4qA)



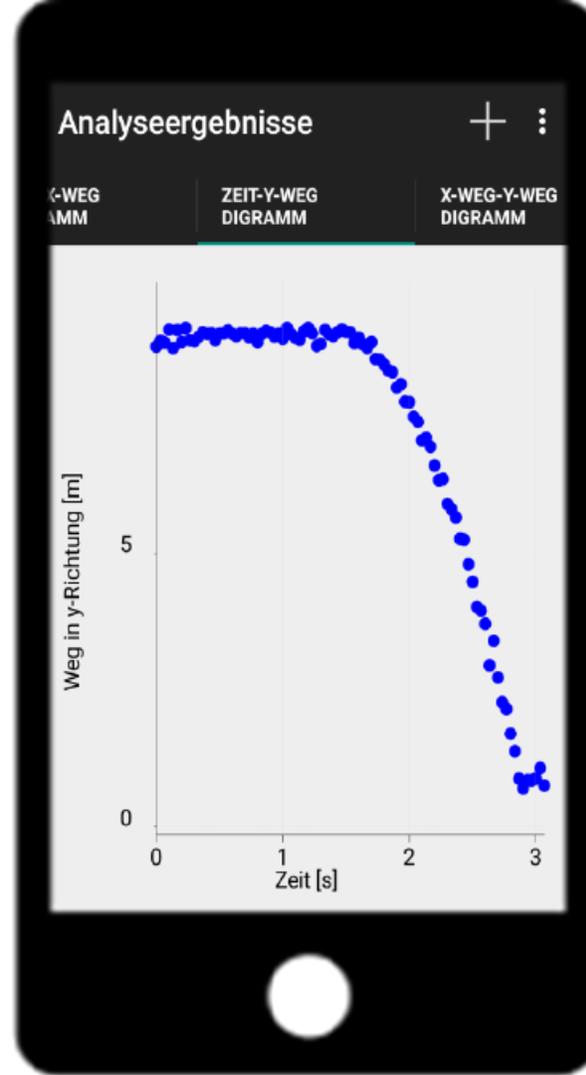
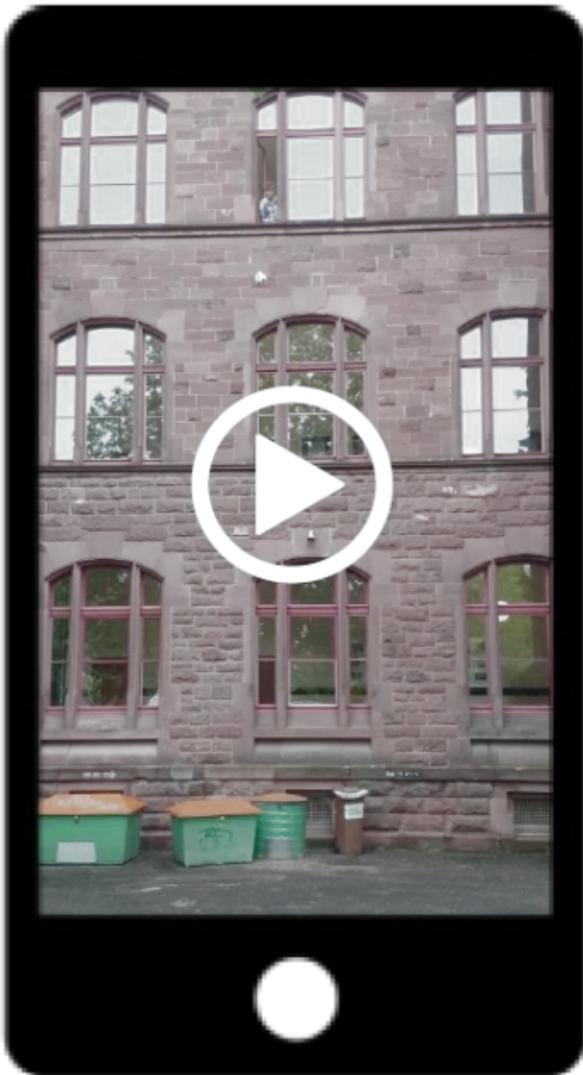
Anleitung App iMovie



[youtu.be/JF\\_up\\_nF3ho](https://youtu.be/JF_up_nF3ho)



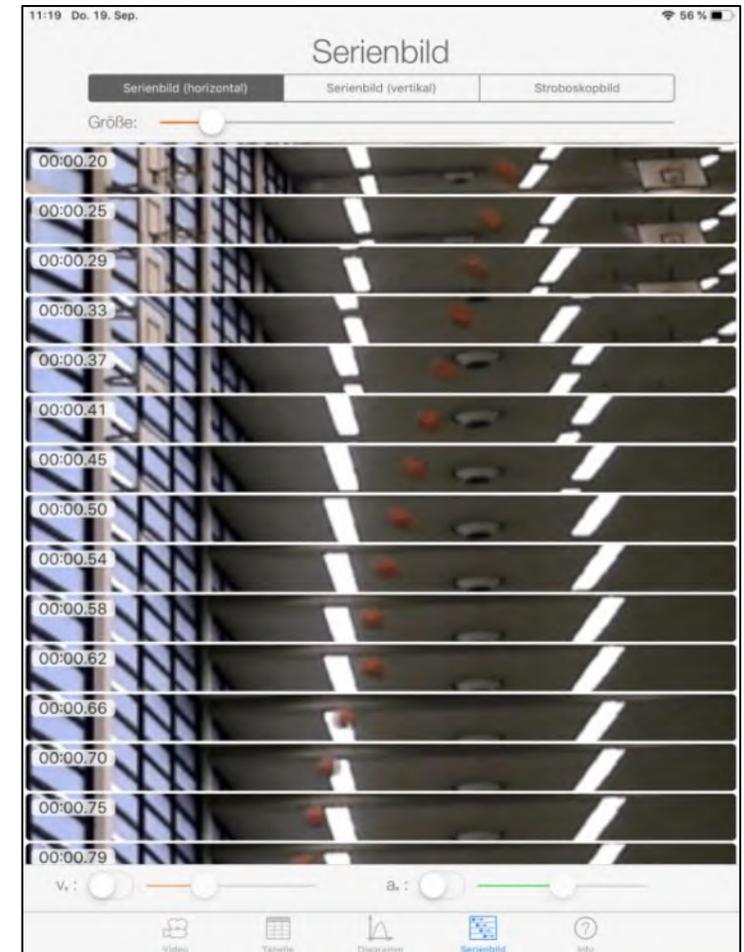
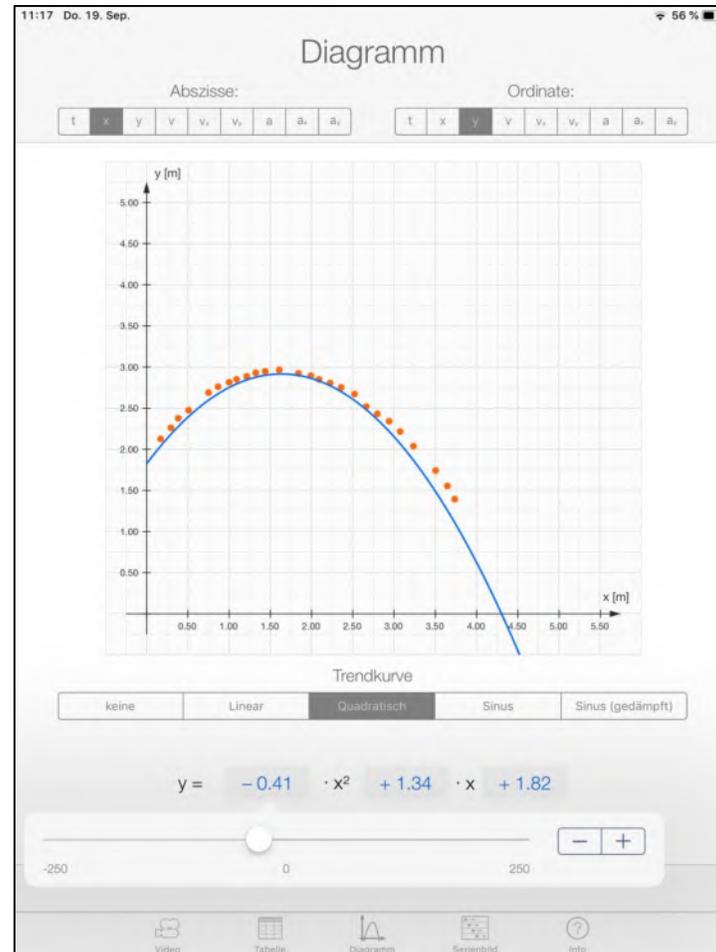
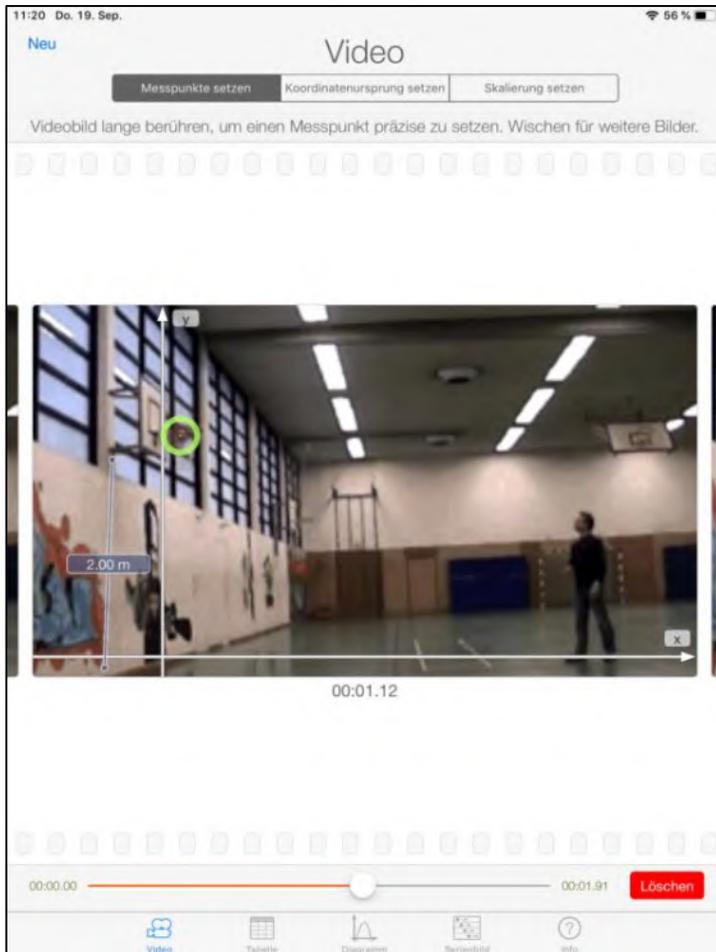
# 8/8: MINT - VIDEOANALYSE



## II.3 PHYSIK & MATHE: EINSATZ VON VIDEOS

# 8/8: MINT - VIDEOANALYSE

- Einfacher Zugang: App Viana 2 (0,00€)
- App-Empfehlung: App NewtonDV (3,99€)



# 8/8: MINT - VIDEOANALYSE

Mathe Projekt P...: Videoanalyse

25.03.2020



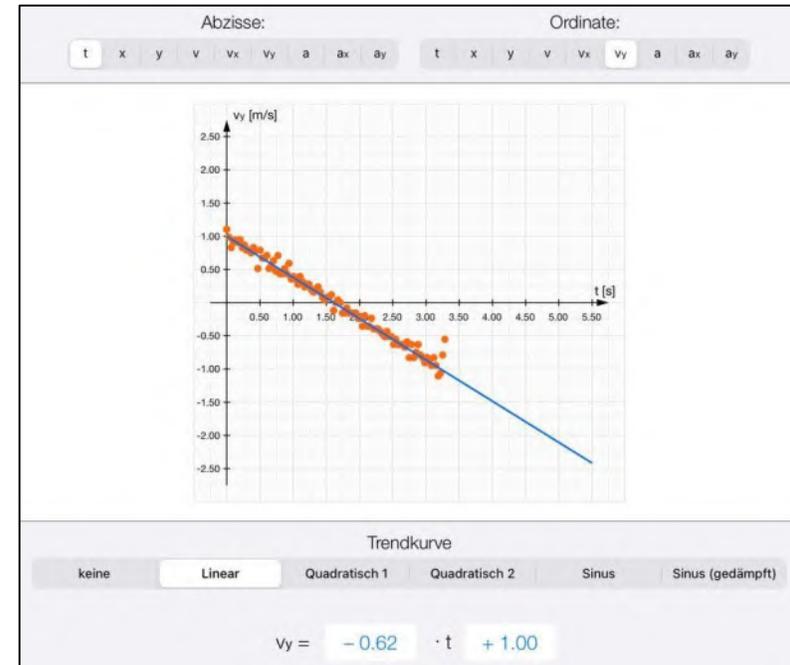
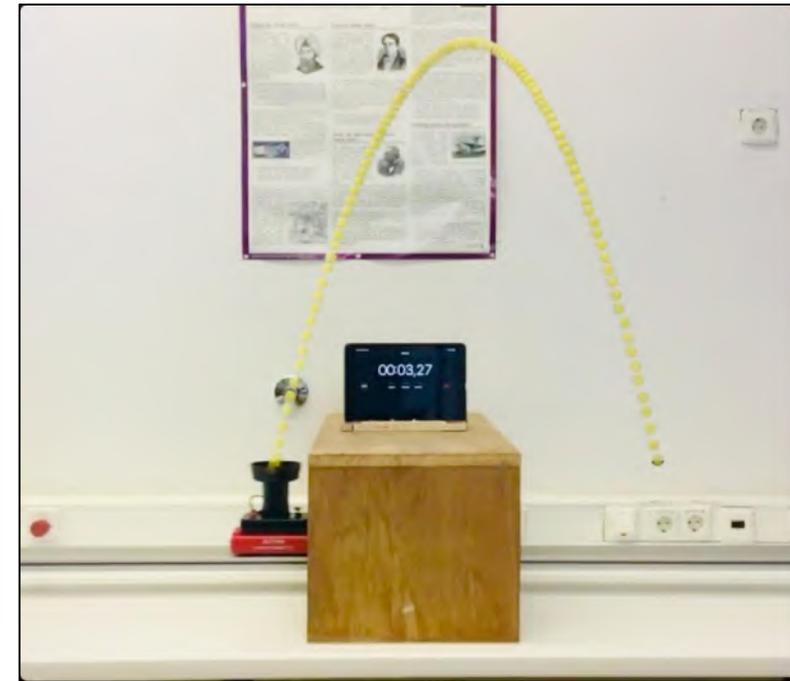
$$y = -0,33x^2 + 0,85$$

$$y = -1,93(x - 0,12)^2 + 1,99$$



$$y = -0,51(x - 1,16)^2 + 1,65$$

Wenn man eine Videoanalyse wie diese hier erstellen will, braucht man die App NewtonDV.  
 Wenn man bei der App auf den Stift geht, kann man ein Video hinzufügen. Dann kann man über dem Bild 3 Sachen wählen: Messpunkte setzen, Koordinatenursprung setzen und Skalierung setzen. Als erstes geht man auf Koordinatenursprung setzen. Dort kann man dann den Boden am Bild festlegen. Zum Größe messen geht man auf Skalierung setzen. Um die Skalierung zu setzen, setzt man ein Start- und ein Endpunkt. Man kann dann eingeben, wie groß der Abstand zwischen den beiden Punkten ist. Anschließend setzt man auf jedem Bild ein Messpunkt, dass man am Ende auch eine ordentlich Parabel hat. Um die Gleichung meiner Parabel herauszufinden, muss man die Parabel den Punkten anpassen. Wenn man noch als Bild haben will, kann man auch ein Stroboskopbild unter Serienbild finden.



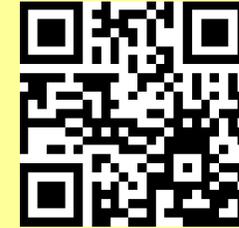
- Mathe 8: Eigenes Erklärvideo [youtu.be/7R9LHVqjpHo](https://youtu.be/7R9LHVqjpHo)
- Physik 10: Schiefer Wurf mit SmartCart [youtu.be/BueziyS9PEo](https://youtu.be/BueziyS9PEo)



# AKTIVITÄT: EINE ANWENDUNG VERTIEFEN

## 1) Grundlagen:

Video mit der Bildschirmaufnahme erstellen  
Erklärvideo: [youtu.be/sPhG3WfGN4Q](https://youtu.be/sPhG3WfGN4Q)



## 2) Stummer Film:

Video zur Nachvertonung erstellen  
Erklärvideo: [youtu.be/oAtQEW7IL6E](https://youtu.be/oAtQEW7IL6E)



## 3) Green Screen:

App GreenScreen [youtu.be/pLqPwlUo4qA](https://youtu.be/pLqPwlUo4qA)  
App iMovie [youtu.be/JF\\_up\\_nF3ho](https://youtu.be/JF_up_nF3ho)



## 4) Videoanalyse:

Erklärvideo App NewtonDV  
[youtu.be/7R9LHVqjpHo](https://youtu.be/7R9LHVqjpHo)



## 5) Artikel lesen:

Alles besser mit YouTube?  
[bit.ly/3hy6pkG](https://bit.ly/3hy6pkG)



Bild: CC0 Pixabay

# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung
2. Physik: Elektrizitätslehre
3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos
- 4. Mathematik: Einsatz von GPS**
5. Physik: Wärmelehre

# 1/4: WIE FUNKTIONIERT GPS?



# 1/4: WIE FUNKTIONIERT GPS?

- Herleitung – Niveau Mathe 10: Vektorrechnung
- Auto ist Länge  $l_1$ ,  $l_2$  und  $l_3$  von den Lautsprechern L1, L2 und L3 entfernt
- Jeder Lautsprecher sendet nacheinander ein Knackgeräusch.
- Laufzeit  $\Delta t_{1,2,3}$  zwischen Lautsprecher und Mikrofon (Auto) wird gemessen.

- Formel  $v = \Delta s / \Delta t$  umstellen:

$$\Delta t_1 \cdot v_{Schall} = l_1 = |\vec{p}_{L1} - \vec{p}_{Auto}| = \left| \begin{pmatrix} x_{L1} \\ y_{L1} \\ z_{L1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \right|$$

- Position der Lautsprecher: Höhe  $z=1$ , Tischlänge  $x=2m$ , Tischbreite  $y=1m$

$$\begin{pmatrix} x_{L1} \\ y_{L1} \\ z_{L1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x_{L2} \\ y_{L2} \\ z_{L2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x_{L3} \\ y_{L3} \\ z_{L3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\Delta t_1 \cdot v_{Schall} = l_1 = \sqrt{x^2 + y^2 + (1 - z)^2}$$

$$\Delta t_2 \cdot v_{Schall} = l_2 = \sqrt{(2 - x)^2 + y^2 + (1 - z)^2}$$

$$\Delta t_3 \cdot v_{Schall} = l_3 = \sqrt{(2 - x)^2 + (1 - y)^2 + (1 - z)^2}$$

- Einsetzen in erste Gleichung:

# 1/4: WIE FUNKTIONIERT GPS?

- Formel noch einmal:

$$\Delta t_1 \cdot v_{Schall} = l_1 = \sqrt{x^2 + y^2 + (1 - z)^2}$$

$$\Delta t_2 \cdot v_{Schall} = l_2 = \sqrt{(2 - x)^2 + y^2 + (1 - z)^2}$$

$$\Delta t_3 \cdot v_{Schall} = l_3 = \sqrt{(2 - x)^2 + (1 - y)^2 + (1 - z)^2}$$

- Formel Auflösen nach x, y und z:

$$x = \frac{4 + l_1^2 - l_2^2}{4} \quad y = \frac{1 + l_2^2 - l_3^2}{2} \quad z = 1 \pm \sqrt{l_1^2 - x^2 - y^2}$$

- Mit drei „Satelliten“ kann Standort x, y & Höhe z bestimmt werden.
- Echtes GPS: Signalgeber (Satelliten) haben keine feste Position!  
Ein 4. Satellit ist für die Ermittlung der Laufzeit notwendig.

Ausführliche  
Erklärung:



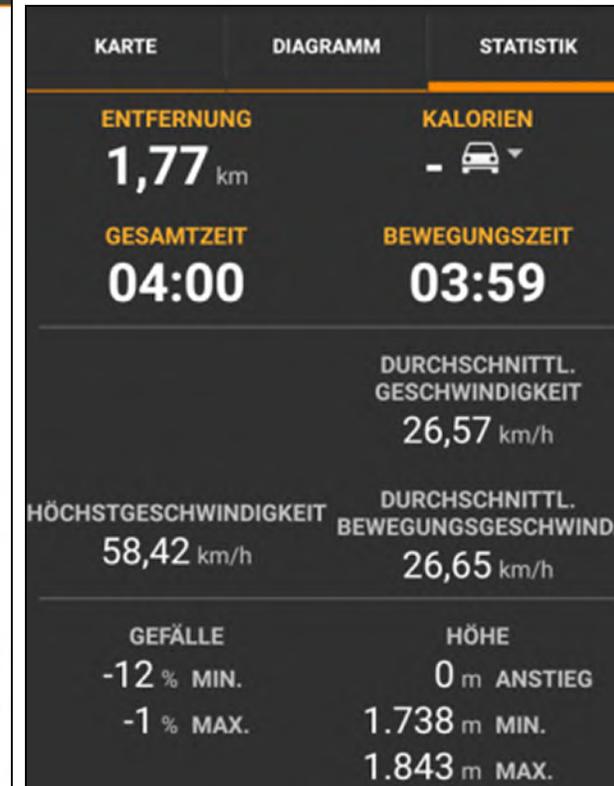
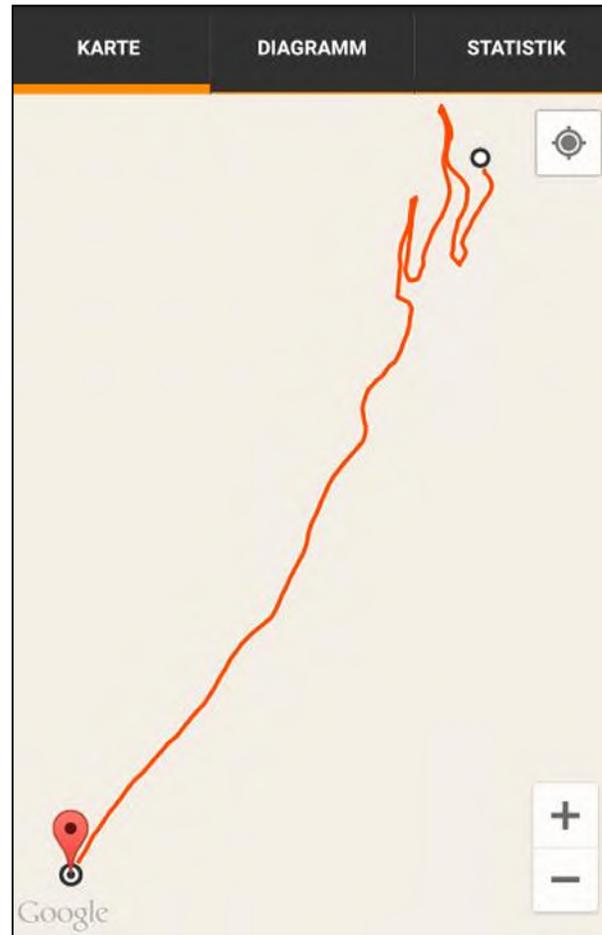
[bit.ly/2XPAZe4](https://bit.ly/2XPAZe4)

# 2/4: FUNKTIONALE ZUSAMMENHÄNGE IM ALLTAG



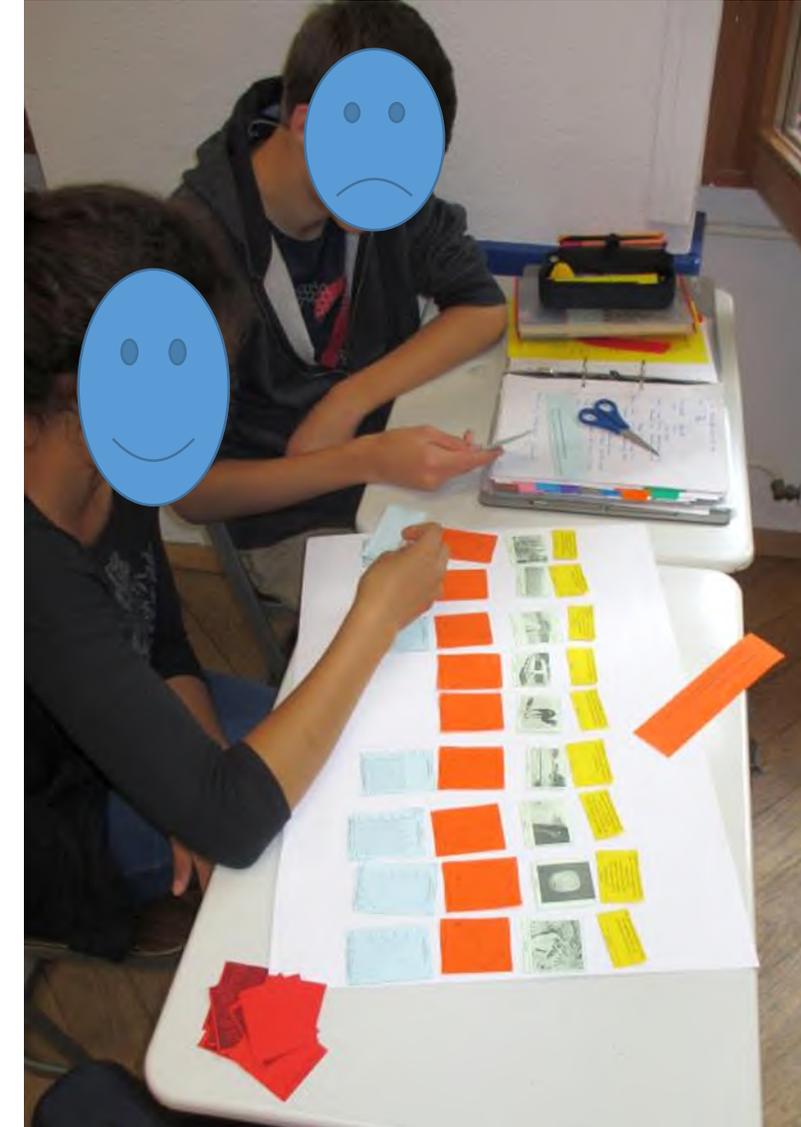
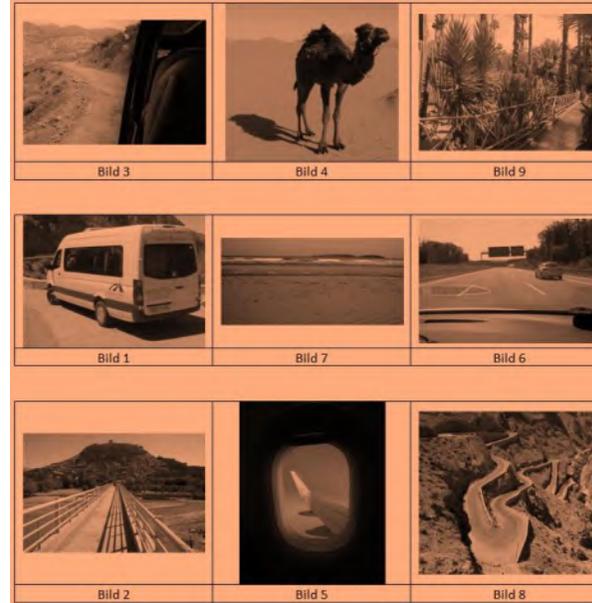
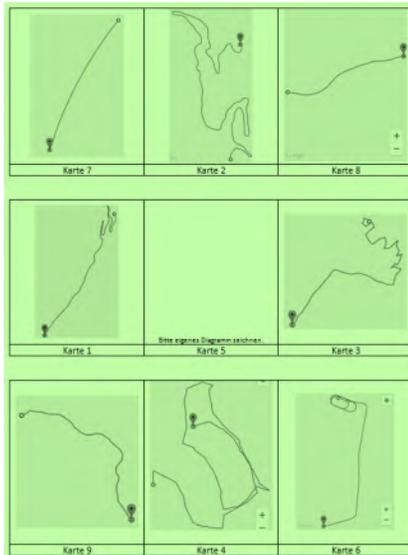
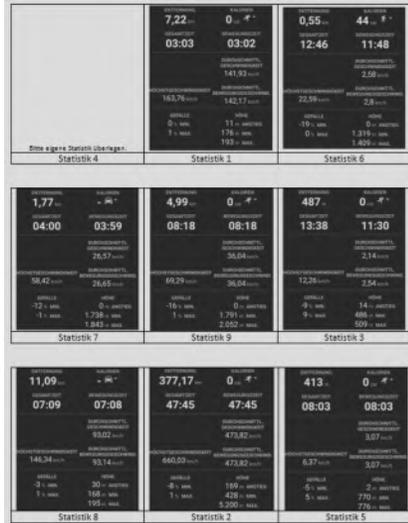
Bergstraße im Dadestal, Marokko

Android App:  
«Meine Tracks»



# 2/4: FUNKTIONALE ZUSAMMENHÄNGE IM ALLTAG

Auf dem Dromedar durch die Wüste über kleine Sanddünen in den Sonnenaufgang reiten.	Mit dem Kleinbus geht es eine kurvige Bergstraße mit Serpentina nach unten.	Abstieg zu Fuß vom Berg in der Altstadt von Ait-Ben-Haddou. Am Ende wurde ein breiter Fluss in die Neustadt überquert.
Text 5	Text 9	Text 3
Mit dem Kleinbus geht es eine lange und kurvige Bergstraße mit sehr schlechtem Straßenbelag im Gebirge des hohen Atlas nach unten.	Gemütlicher Spaziergang auf einem Rundweg durch den Palmengarten „Jardin Majorelle“ in Marrakesch.	Fahrt auf einer marokkanischen Autobahn mit dem Kleinbus.
Text 7	Text 1	Text 4
Ein wunderschöner Tag am Strand: Sonnen, Eis essen und baden im Atlantik!	Rückflug mit 6 Warteschleifen über Frankfurt wegen eines Unwetters und Zwischenlandung zum Auftanken in Stuttgart (Smartphone war im Flugmodus!).	Heimfahrt auf der Autobahn mit dem Auto von Frankfurt nach Freiburg.
Text 2	Text 8	Text 6



Arbeitsauftrag & Hinweise:

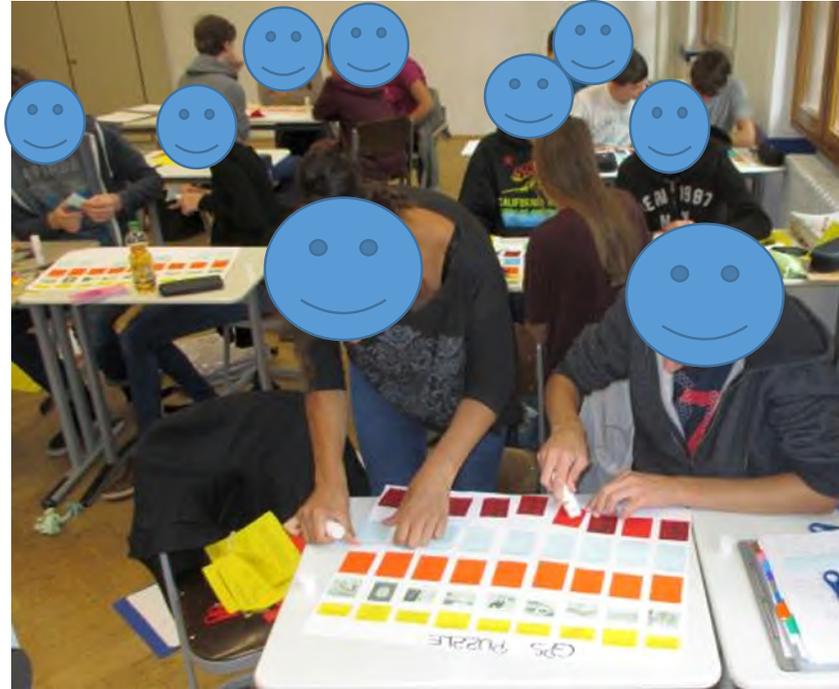


[bit.ly/2EZYdXA](https://bit.ly/2EZYdXA)

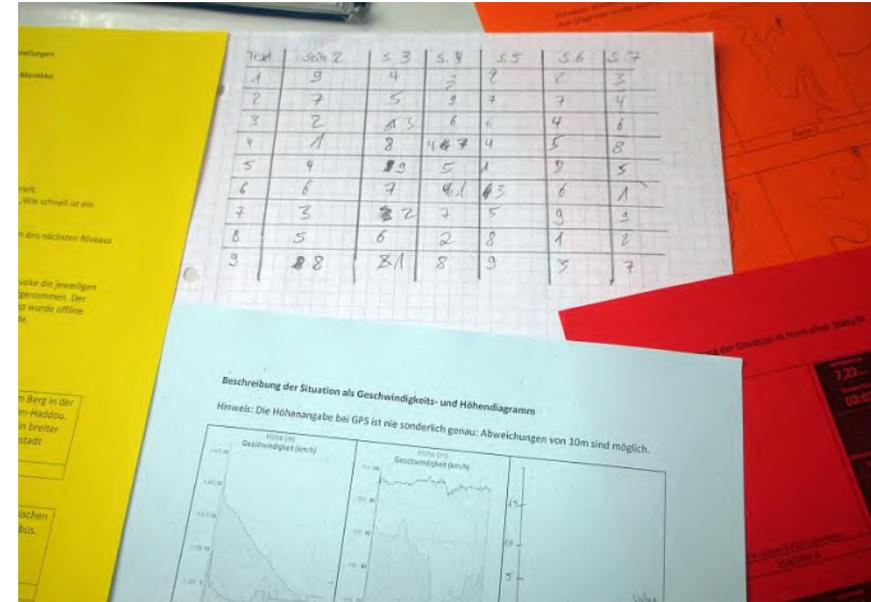
# 2/4: FUNKTIONALE ZUSAMMENHÄNGE IM ALLTAG



Mathe Klasse 5:  
Niveau ☆ oder ☆ ☆  
Einkleben ins Heft

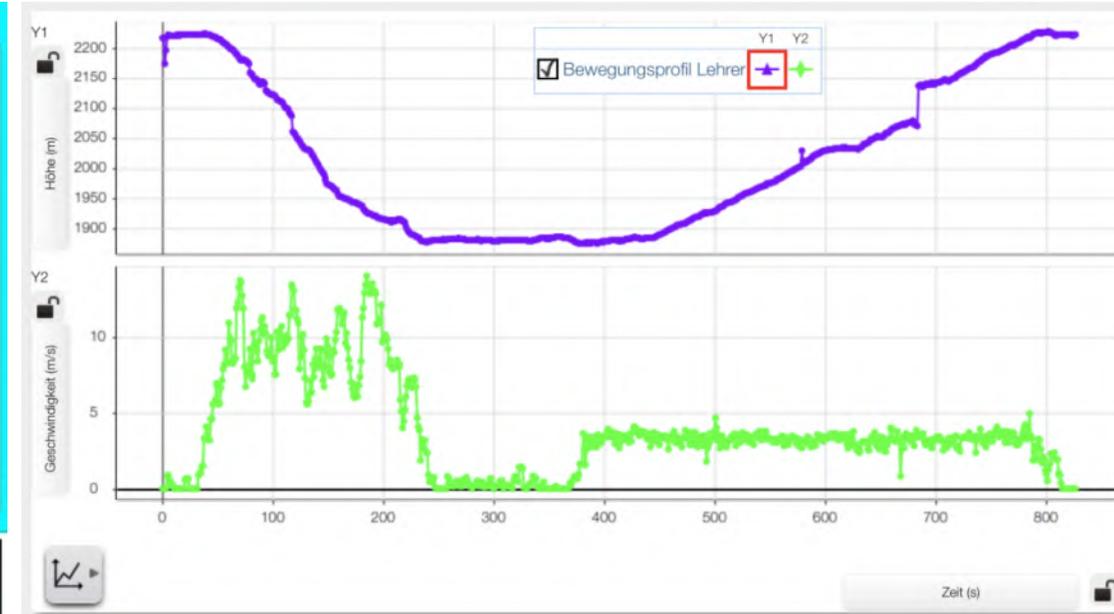
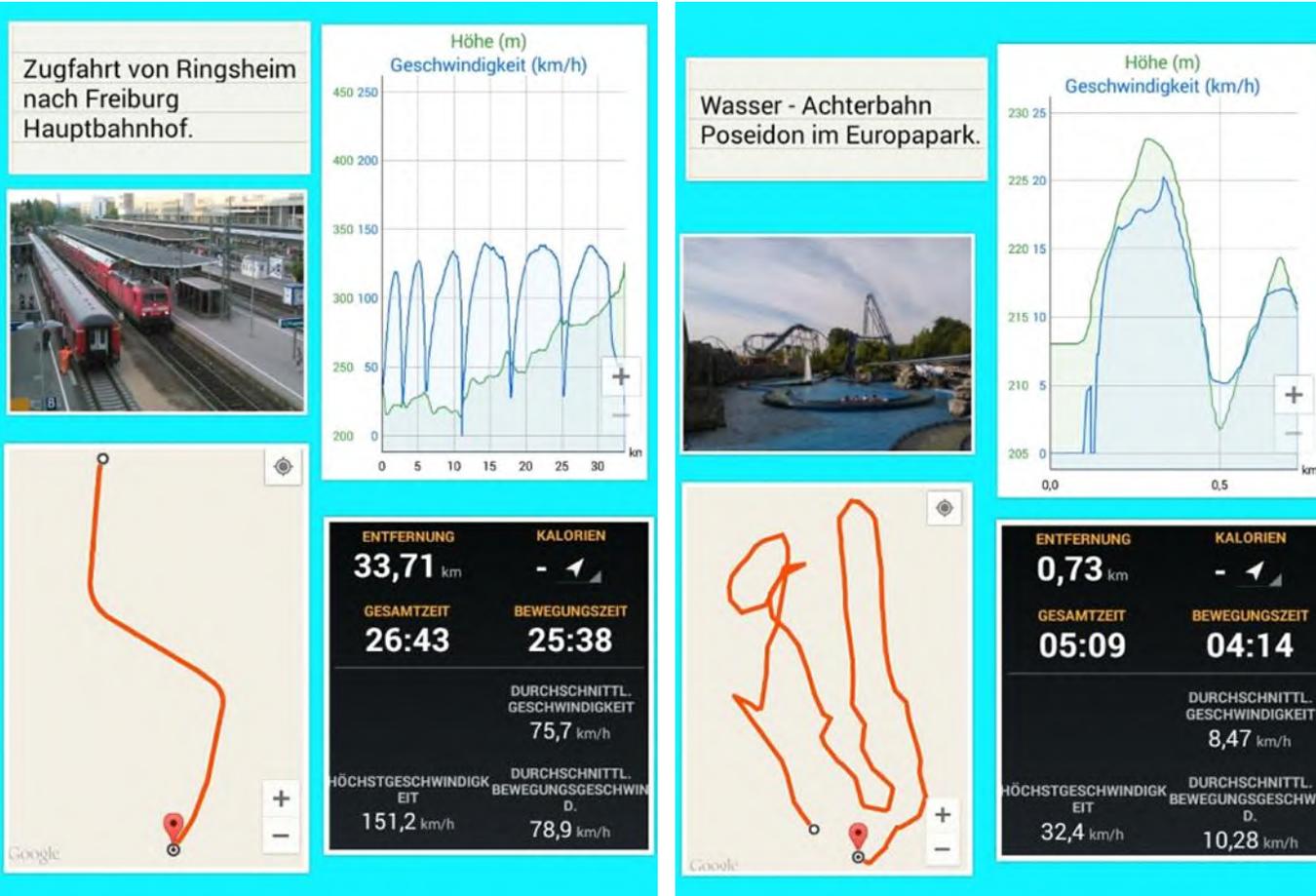


Mathe Klasse 9:  
Alle Niveaus  
Poster-Gestaltung  
Galerispaziergang



Mathe Klasse 10:  
Alle Niveaus  
ohne Ausschneiden  
Ergebnisse in Tabellenform

# 2/4: FUNKTIONALE ZUSAMMENHÄNGE IM ALLTAG



- Problem: GPS Bewegungsprofil bei kommerziellen Apps
- Lösung: App Sparkvue

# 3/4: FLÄCHEN IN MEINEM ALLTAG

- Methode 1: Stadtplan  
Geom. Formen anpassen
- Methode 2: Kästchen  
Auf Karopapier drucken
- Methode 3: Google Maps  
Automatische Berechnung
- Methode 4: GPS-App  
Fläche mit App ablaufen

**Methode I.**

$$A_1 = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{6\text{cm} \cdot 1\text{cm}}{2} = 3\text{cm}^2$$
$$A_2 = l \cdot b = 6\text{cm} \cdot 6\text{cm} = 36\text{cm}^2$$
$$A_3 = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{6\text{cm} \cdot 2\text{cm}}{2} = 6\text{cm}^2$$
$$A_4 = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{9\text{cm} \cdot 4\text{cm}}{2} = 18\text{cm}^2$$
$$A_5 = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{9\text{cm} \cdot 2\text{cm}}{2} = 9\text{cm}^2$$
$$A_6 = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{14\text{cm} \cdot 9\text{cm}}{2} = 6,3\text{cm}^2$$
$$3\text{cm}^2 + 36\text{cm}^2 + 6\text{cm}^2 + 18\text{cm}^2 + 9\text{cm}^2 + 6,3\text{cm}^2 = 6,130,89\text{cm}^2$$
$$\frac{400\text{m}^2}{1,69\text{cm}^2} = \frac{x}{6,130,89\text{cm}^2} = \boxed{14.519,8\text{m}^2}$$

**Methode II.**

$$\frac{20\text{m}}{15\text{cm}} = \frac{x\text{m}}{0,5\text{cm}}$$

(Mischub) (Witzchen, Höhe)

$$x = 6,67\text{m}$$

(Kästchen in der Regel, 200)

$$A = a^2 \rightarrow \begin{matrix} \text{A} \\ \text{a} \end{matrix}$$
$$= 6,67 \cdot 6,69\text{m} = 44,4\text{m}^2$$
$$A_p = 322 \cdot 44,4\text{m}^2 = \boxed{14.296,8\text{m}^2}$$

**Methode III.**

Google Maps

$\boxed{13.999,23\text{m}^2}$

**Methode IV.**

Fields Area measure

$\boxed{14.910,00\text{m}^2}$

Matheprojekt

Julia & Vanessa ♡

# 3/4: FLÄCHEN IN MEINEM ALLTAG

- QR-Code: Interaktives Lernposter mit zwei Videos
  - Video 1: Kurzeinführung mit Green-Screen
  - Mathe: App nutzt Gaußsche Schuhbandformel
  - Video 2: Vertonung stummer math. Beweis
- Schüler-Vertonung: [youtu.be/pTiZ10SowTg](https://youtu.be/pTiZ10SowTg)



**HERLEITUNG: GAUß'SCHE SCHUH BANDFORMEL**

**HERLEITUNG: EINFACHE FORMEL FÜR  $A_{gesamt}$**

$$A_{gesamt} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$A_{gesamt} = \frac{1}{2} \cdot (x_1 \cdot y_2 - x_2 \cdot y_1) + \frac{1}{2} \cdot (x_2 \cdot y_3 - x_3 \cdot y_2) + \frac{1}{2} \cdot (x_3 \cdot y_4 - x_4 \cdot y_3) + \frac{1}{2} \cdot (x_4 \cdot y_5 - x_5 \cdot y_4) + \frac{1}{2} \cdot (x_5 \cdot y_1 - x_1 \cdot y_5)$$

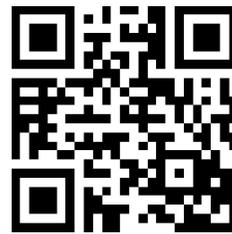
$$A_{gesamt} = \frac{1}{2} \cdot \left( \sum_{i=1}^5 (x_i \cdot y_{i+1} - x_{i+1} \cdot y_i) \right)$$

$$A_{gesamt} = \frac{1}{2} \cdot \left( \sum_{i=1}^5 (x_i \cdot y_{i+1} - y_i \cdot x_{i+1}) \right)$$

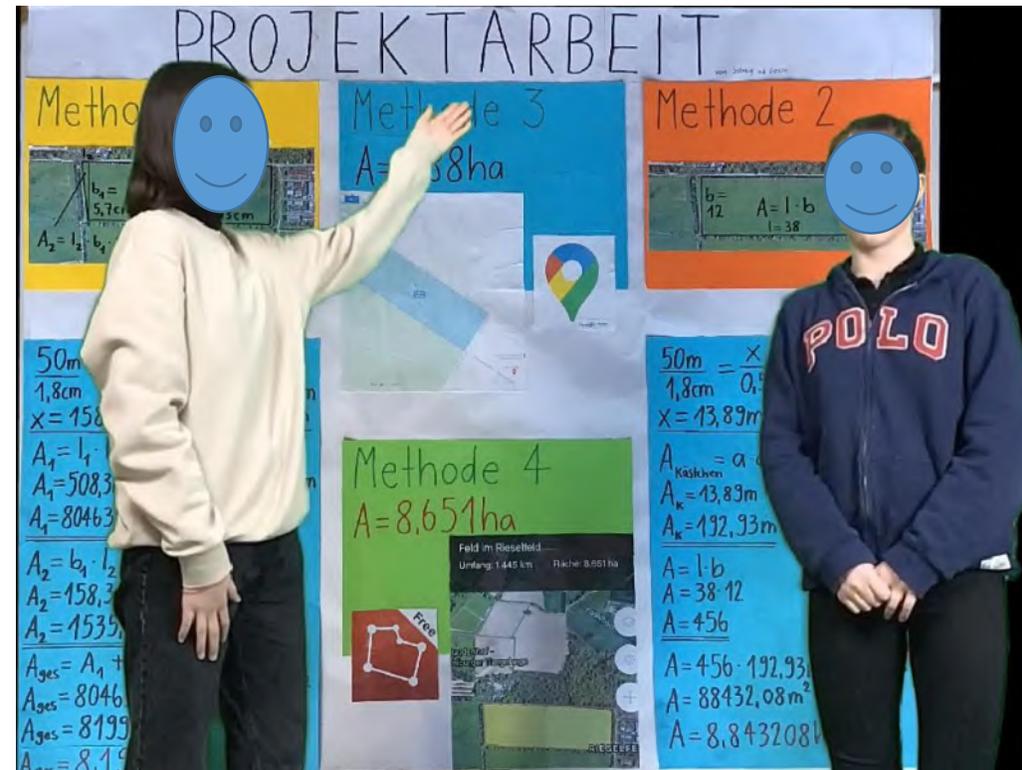
Punkt P <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>
P <sub>1</sub>	x <sub>1</sub> = 5	y <sub>1</sub> = 1	A <sub>1</sub> = 9 FE
P <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> = 4	y <sub>2</sub> = 4	A <sub>2</sub> = 6 FE
P <sub>3</sub>	x <sub>3</sub> = 2	y <sub>3</sub> = 2	A <sub>3</sub> = 6 FE
P <sub>4</sub>	x <sub>4</sub> = 3	y <sub>4</sub> = -3	A <sub>4</sub> = 6 FE
P <sub>5</sub>	x <sub>5</sub> = 5	y <sub>5</sub> = -2	A <sub>5</sub> = 6 FE
P <sub>6=1</sub>	x <sub>1</sub> = 5	y <sub>1</sub> = 1	-
			<b>A<sub>ges</sub> = 33 FE</b>

**Merkregel zur Rechnung:**  
Multiplikation der Koordinaten der Punkte wie bei einem Schuband immer über Kreuz

Arbeitsauftrag & Schülervertonung:

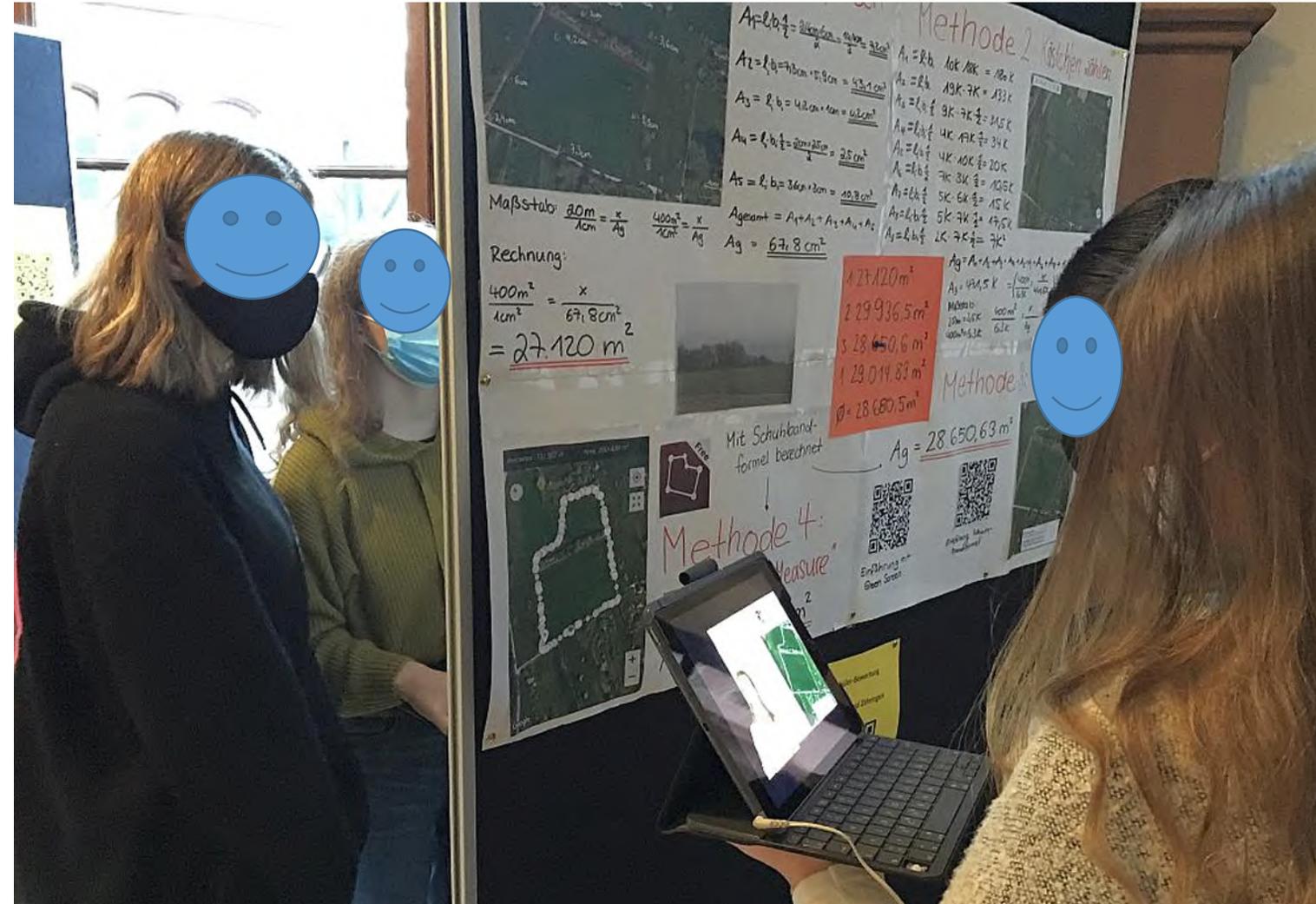


[bit.ly/2SWIegg](https://bit.ly/2SWIegg)



## II.4 MATHEMATIK: EINSATZ VON GPS

# 3/4: FLÄCHEN IN MEINEM ALLTAG



Bewertungsblatt interaktives Lernposter  
Mathematik-Projekt: Flächen im Alltag

Name 1: [REDACTED]  
Name 2: [REDACTED]

**Math. Niveau der Fläche:**

sehr hoch  
 hoch ✓  
 mittel  
 gering

**Unsere Arbeit im Team:**

Die Arbeitsaufträge wurden gemeinsam und gleichberechtigt bearbeitet.  
 Die Arbeitsaufträge wurden gleichberechtigt aufgeteilt (Erläuterung der Aufteilung auf der Rückseite). ✓  
 Ein Teammitglied hat mehr Arbeitsaufträge übernommen (Erläuterung der Aufteilung auf der Rückseite).

**Das war an unserem Projekt gut:**

d) Ergebnisse markiert ✓  
e) Überschrift großgeschrieben ✓  
f) Übersichtlich ✓

**Das sollten wir beim nächsten Projekt verbessern:**

d) größer schreiben ✓  
e) kürzeres stimmiges Video ✓  
f) bessere Green-Screen Qualität ✓

**Bewertung:**

Bewertung von:	Eigene Note	Note Schüler	Note Lehrer
Green-Screen-Video (Einführung ins Poster: Motivation, Übersicht zum Poster, professionelle Gestaltung)	2	2	2-3
Methode 1: Formen anpassen, (Zeichnung, Formeln, Maßstab, Werte, Einheiten, Übersichtlichkeit, Genauigkeit)	2+	1-2	1-2
Methode 2: Kästchen zählen (Zeichnung, Formeln, Maßstab, Werte, Einheiten, Übersichtlichkeit, Genauigkeit)	2+	2-	2-3
Abweicheung Methode 1-4 (Prozentangabe, Begründung, Nachvollziehbarkeit)	2 (?)	6	6
Design des Plakats (Ordentlichkeit, Übersicht, Farben, QR-Codes, Struktur)	1-2	1-2	1-2
Vertonung Herleitung Formel (Motivation, Fachsprache, Abwechslung Sprecher, nachvollziehbare Erklärung Ende)	2-	2-	2-
<b>Gesamtbewertung:</b>	<b>2</b>	<b>2-3</b>	<b>2,7</b>

*Teacher*  
Einführung  
Mehr Bilder einfügen!  
Agre!  
Formeln!  
unklar  
A1... A2!  
D auf Post  
Gute Note  
zu lang  
Bew ✓ 10.11.20

# 4/4: ERDUMFANG BESTIMMEN



1. Hausaufgabe: Lehrer-Erklärvideo: [youtu.be/AFucgFgzpzE](https://youtu.be/AFucgFgzpzE)

Inhalt des Videos als Heftaufschrieb zusammenfassen

2. Unterricht: Lerndiagnose mit Socrative & Übungsaufgaben GPS-Koordinaten  
Messung & Poster-Gestaltung

**Rechnung:**  
GPS Daten (Handy):  
Köfig: 48,00422°N  
Schronke: 48,00465°N  
Entfernung: 44,41m  
 $48,00465 - 48,00422 = 0,00043$

Grad	1km
0,00043°	0,0444m

$1 \cdot 0,00043 \cdot 2 \cdot 325,584 = 2,325,584$

GPS Daten (Google Maps):  
Köfig: 48,00414°N  
Schronke: 48,00455°N  
Entfernung: 45,10m  
 $48,00455 - 48,00414 = 0,00041$

Grad	1km
0,00041°	0,0444m

$1 \cdot 0,00041 \cdot 2 \cdot 325,584 = 2,325,584$

**Fläche:**  $A = \pi \cdot r^2$   
 $A = \pi \cdot 5862,8^2 = 107929410,8576$

**Internet:** 40,074  
Radius:  $\frac{A}{\pi}$  40,074  $2\pi = 6377,8$   
Fläche:  $A = \pi \cdot r^2$   
 $A = \pi \cdot 6377,8^2 = 12741246,58074$

**Mathe mit dem Smartphone**  
**Bestimmung des Erdumfangs**

**App**  
PocketGPSWorld.com  
iPhone 4 GPS Status

**GPS Daten können nicht so genau sein, weil immer ein Baum oder ein anderer Gegenstand im Weg sein, der den Satelliten ein wenig verdeckt.**

**Anwendung im Alltag:**  
- Navigation  
- Beim Mountainbiken (Höhenmeter usw.)  
- Wandern

**Längen- und Breitgrade**  
Die Erde ist in Längen- und Breitgrade eingeteilt. Die Breitgrade erstrecken sich von Osten nach Westen, die Länggrade von Norden nach Süden.

**Diagramm:** Ein Globus zeigt den Äquator und einen Meridian. Die Breitgrade sind horizontal und die Länggrade sind vertikal.



# 4/4: ERDUMFANG BESTIMMEN

## 3. Poster-Galeriesspaziergang



## 4. Digitale Fremd-Bewertung

## 5. Verbesserung & Selbst-Bewertung

Nenne drei Dinge, die Dir gefallen haben

9 Antworten

- Deutlich gesprochen
- Gut erklärt
- Schönes Plakat

Geschaltung  
Bilder  
Deutlich Gesprochen

Das Plakat ist übersichtlich, deutlich gesprochen, gut erklärt

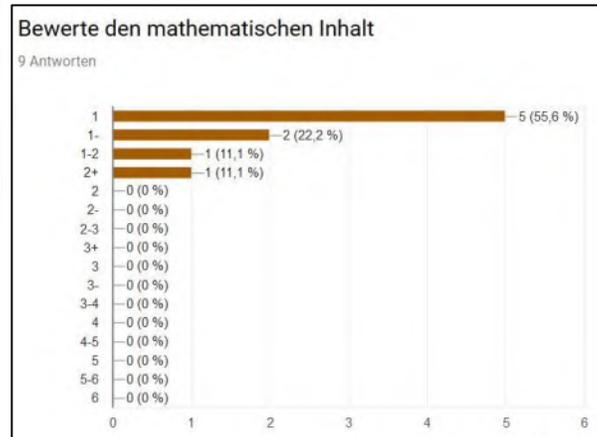
Sehr ordentlich, Kochrezept aufgeschrieben, schöne Bilder

Vorstellung  
Rechenweg  
Gestaltung

Die Zusatzaufgabe mit den Kindern

Das extra Kochrezept; Die Bilder; deutlich aufgeschrieben

Bilder  
Dreisatz  
Bunt



Mathe mit GPS-Koordinaten: Bestimmung des Erdumfangs

Notengebung für: Anna

Nenne drei Dinge, die an Deinem Plakat gut waren:

- 1) *Übersichtlich*
- 2) *Farbig*
- 3) *Groß geschrieben*

Nenne drei Dinge, die an Deinem Plakat verbessert werden können

- 1) *Keine Berechnung des Radius!*
- 2) *Breitengrad größer schreiben*
- 3)

Benotung (Noten 1-6):

	Selbstbewertung: So schätze ich mich selbst ein. (Spalte füllt Du aus)	Fremdbewertung: So schätzen mich die anderen Schüler ein. (füllt der Lehrer aus)	Lehrerbewertung: So schätzt mich mein Lehrer ein. (füllt der Lehrer aus)
Bewertung des thematischen Umfangs	1-2	1-2	2+
Bewertung des fachlichen Inhalts	2+	1-	1-
Bewertung der Präsentation	1-2	1-2	
Bewertung der Gestaltung	2	1-	1-
Gesamtnote (Durchschnitt berechnen)	1,6875	1,4	1-2

Endgültige Note (füllt der Lehrer aus): 1-2  
*6,00* *10.4.17*

Nenne einige Dinge, die Dir am GPS-Projekt gefallen haben, oder die neu für Dich waren:

- Ü - *Vielseitig*
- Ü - *Plakat gestalten*
- Ü - *Abwechslungsreich*
- Ü - *Freier arbeiten*
- neu! - *Galeriengang*

# AKTIVITÄT: EINE ANWENDUNG VERTIEFEN

**1) Urlaub-Puzzle:** Karten für **Flugzeug** & **Dromedar** zuordnen  
Arbeitsblatt: [bit.ly/2EZYdXA](https://bit.ly/2EZYdXA)  
Lösung auf der letzten Seite



**2) Projekt Fläche:** Gaußsche Schuhbandformel verstehen  
Schülervideo & Hinweise: [bit.ly/2SWIegg](https://bit.ly/2SWIegg)



**3) Erdumfang:** Methode zur Messung verstehen  
Erklärvideo: [youtu.be/AFucgFgzpze](https://youtu.be/AFucgFgzpze)



Bild: CC0 Pixabay

# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung
2. Physik: Elektrizitätslehre
3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos
4. Mathematik: Einsatz von GPS
- 5. Physik: Wärmelehre**

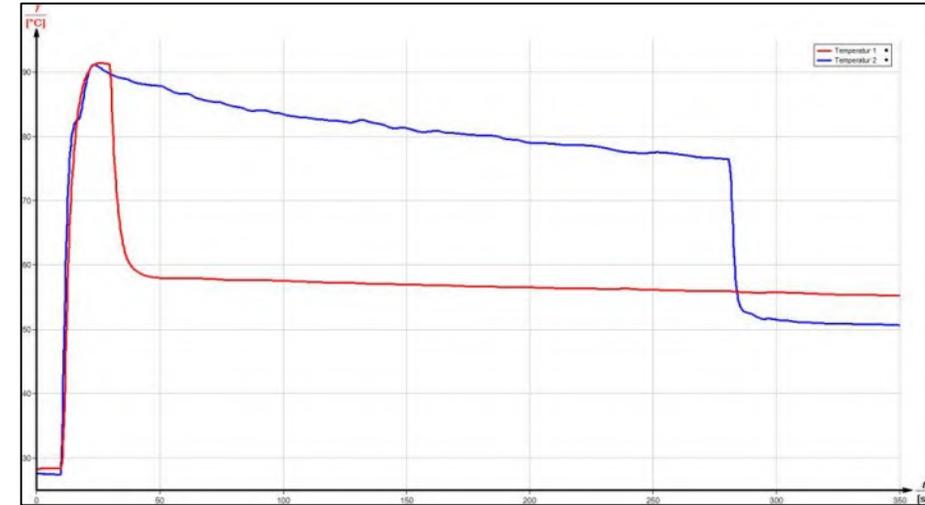
# 1/6: TEMPERATURVERLAUF MIT SENSOREN



Eigenes Erklärvideo:  
Messung T-Sensor



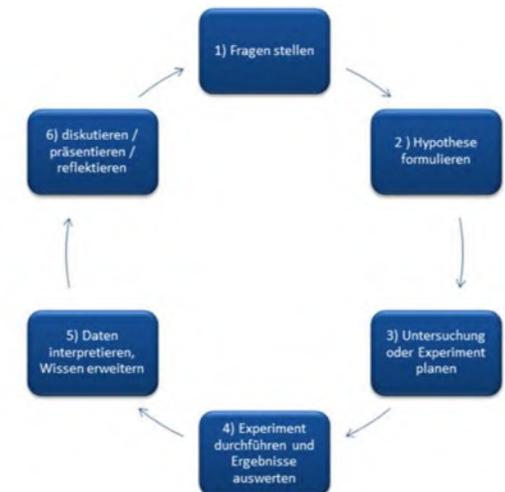
[youtu.be/fCHpvhxbWkM](https://youtu.be/fCHpvhxbWkM)



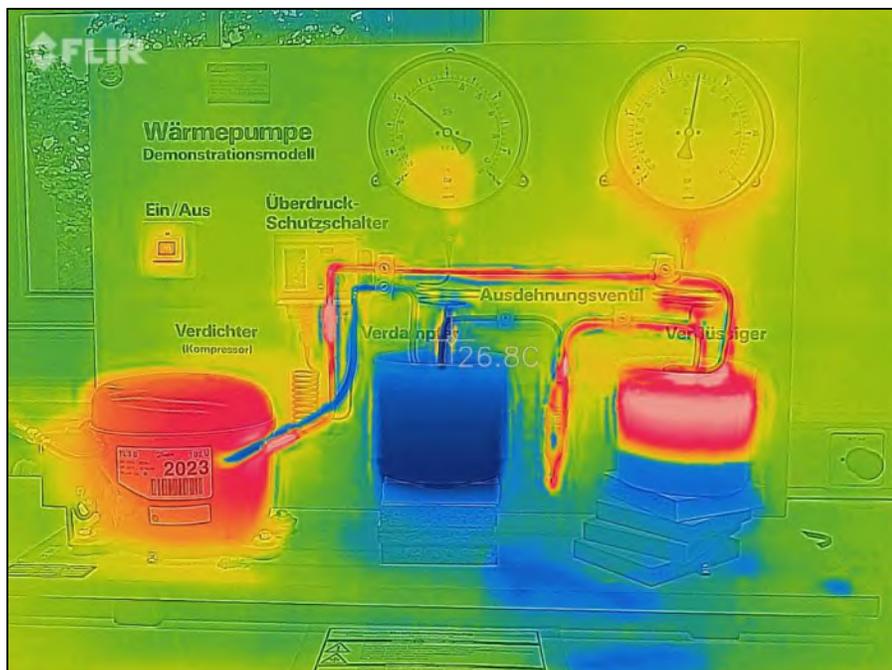
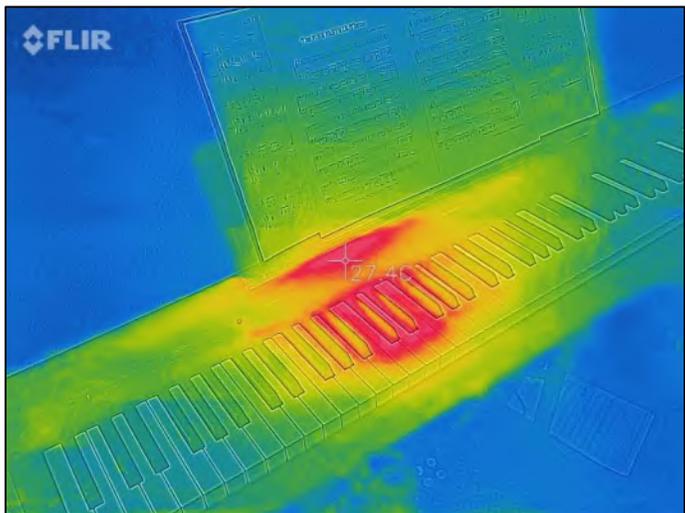
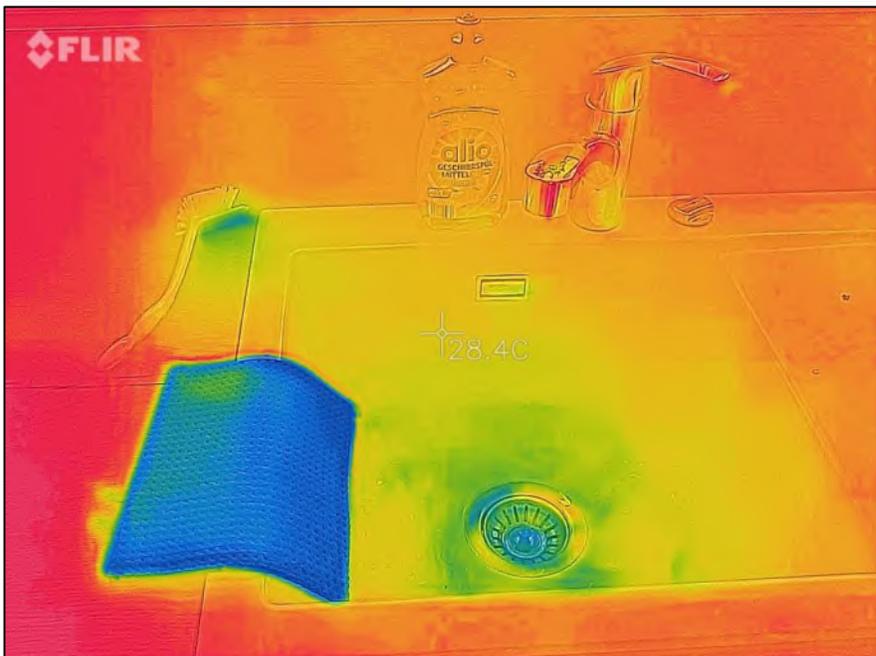
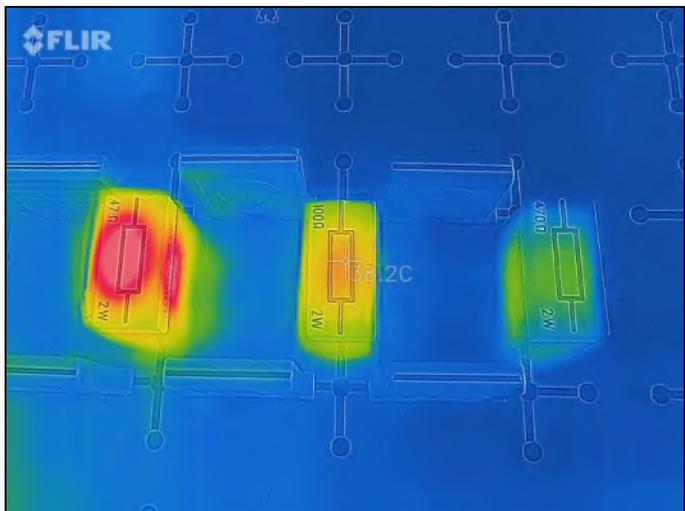
Forschender Arbeitsauftrag  
„Heißer Kaffee & kalte Milch“



[bit.ly/3slcSUN](https://bit.ly/3slcSUN)



# 2/6: TABLET-WÄRMEBILDKAMERAS



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



## 3/6: UNTERRICHT - EINSTIEG IN DIE WÄRMELEHRE

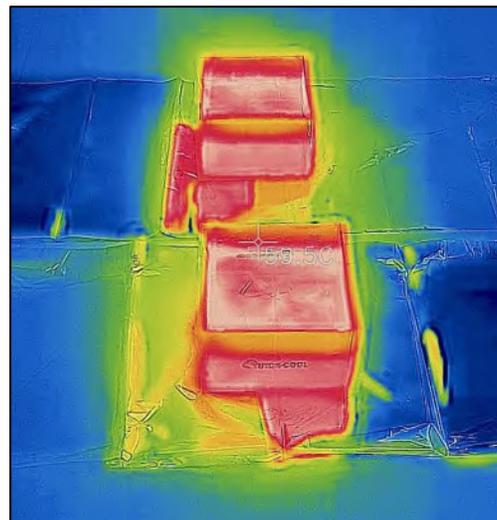
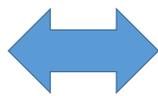
- Schülerset 12 Stück zur Leihgabe
- Hausaufgabe: „Entdecke Wärme in Deinem Alltag“
- Lernprodukt: Multimedia Diashow
- Schülervideo: [youtu.be/OoEi6\\_bMYVM](https://youtu.be/OoEi6_bMYVM)



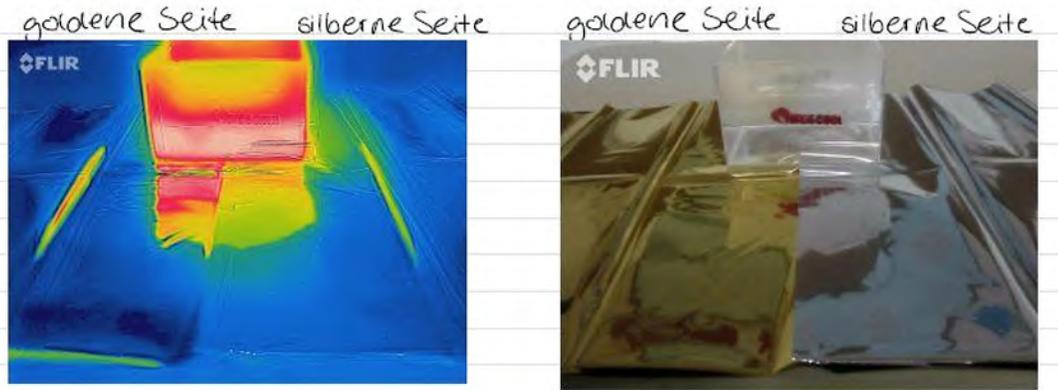
# 4/6: FORSCHENDES LERNEN

- Aufgabensammlung  
EU-Projekt Primas  
[bit.ly/3qMVISr](http://bit.ly/3qMVISr)

- *Gold oder Silber?  
Mit welcher Seite  
rette ich Leben?*

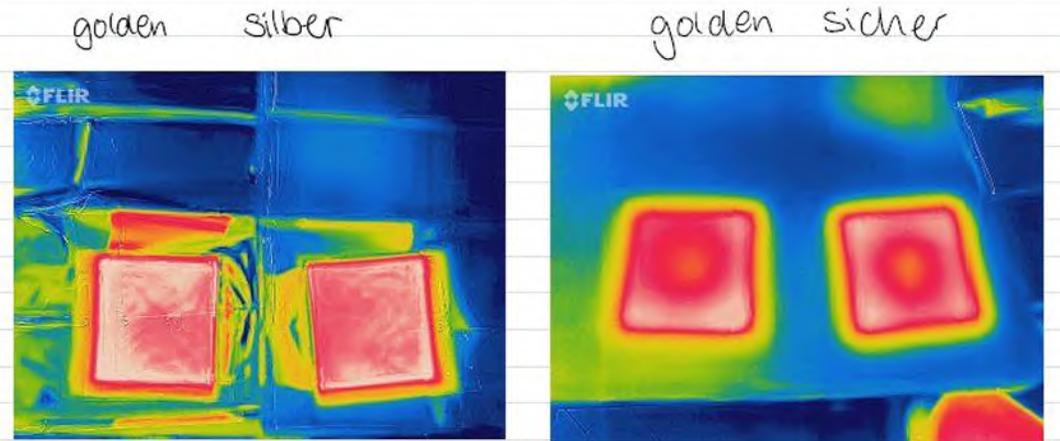


## 1. Wärmestrahlung:



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

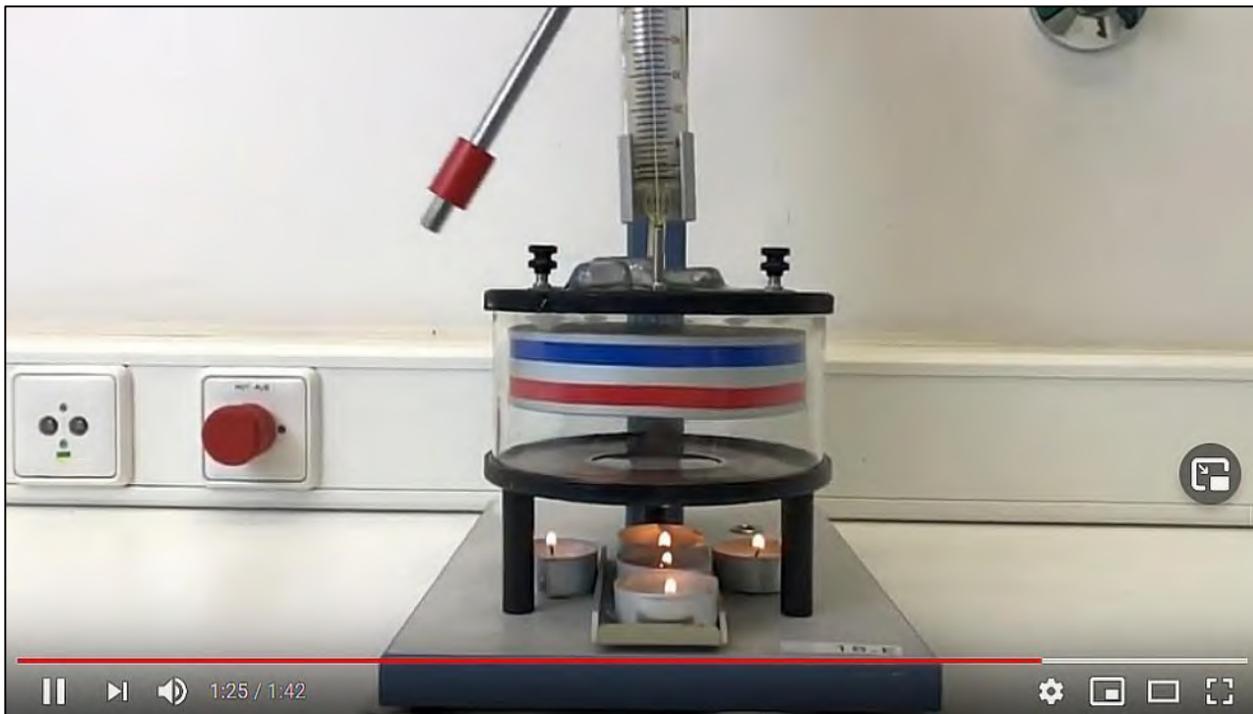
## 2. Wärmeleitung



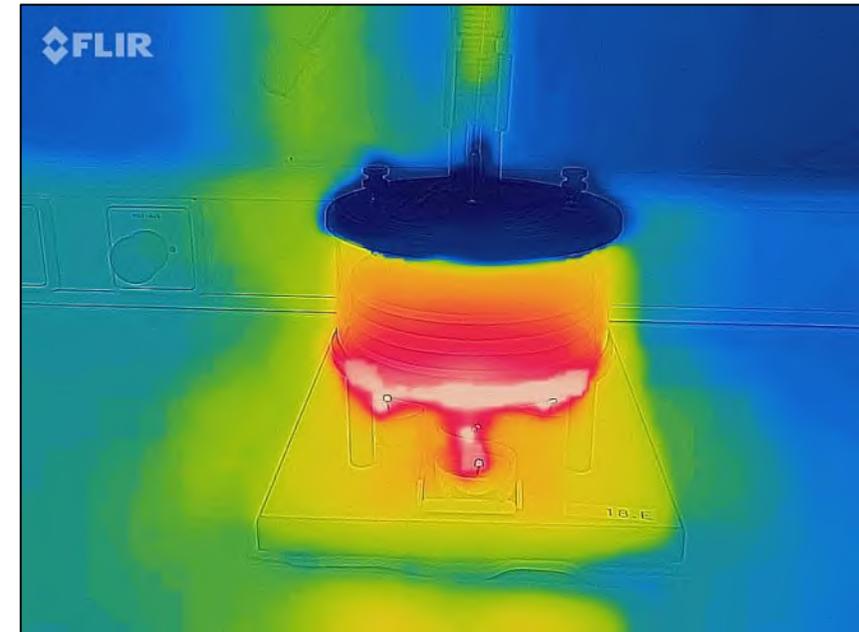
⇒ beide Seiten gleich warm

# 5/6: STUMME VIDEOS - STIRLING-MOTOR

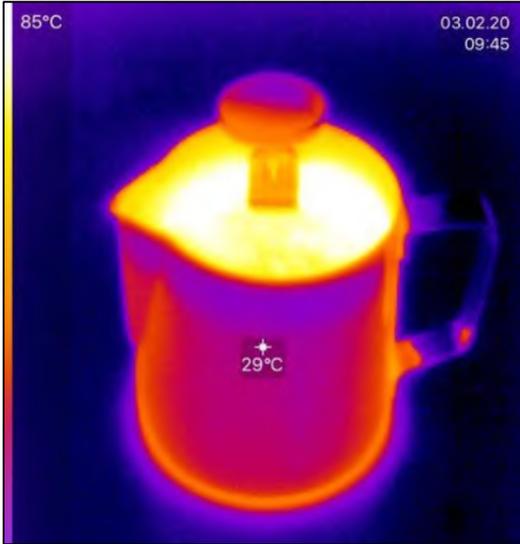
- Frage an die Physik: Wie funktioniert ein Stirling-Motor?
- Wärmebildkamera: Nur mit heiß & kalt geht's halt!
- Realexperiment: Läuft viel zu schnell
- Lösung: Nachvertonen stummes Slo-Mo Video



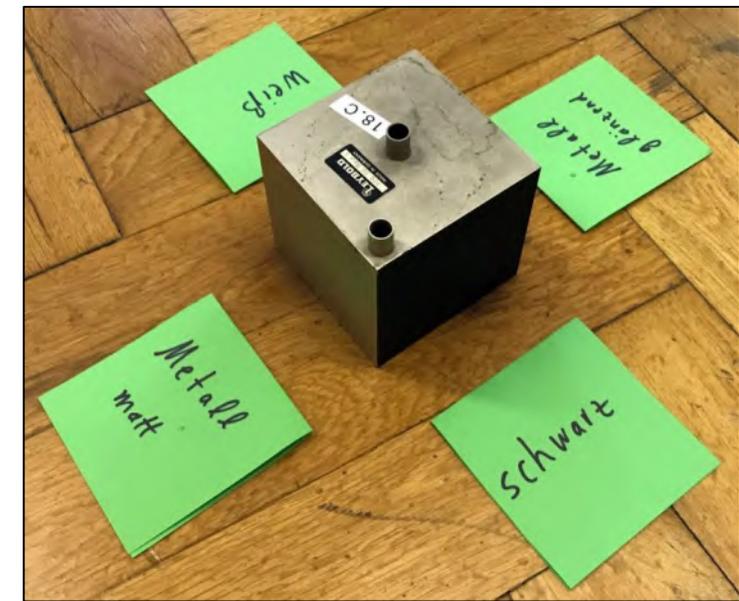
Slo-Mo Video  
[youtu.be/  
VuuQrLwaEDw](https://youtu.be/VuuQrLwaEDw)



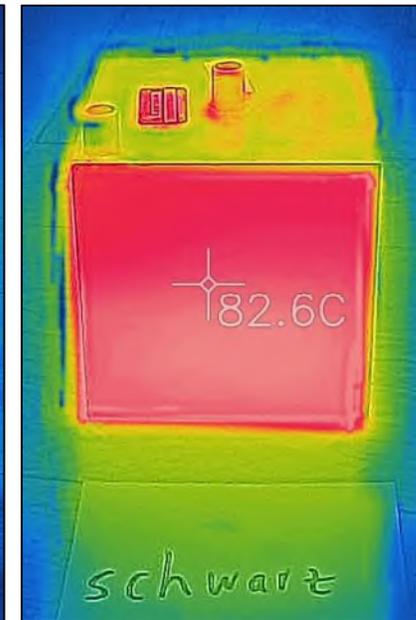
# 6/6: EHE-TEST // EMISSIONSGRAD



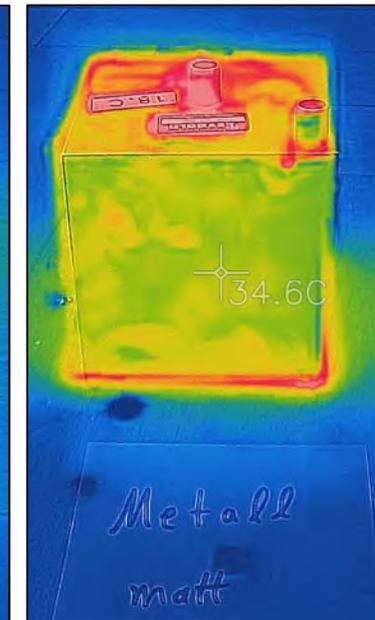
Mehr zum Thema Wärmebildkamera:  
3h Fortbildung - Handout Reiter i)  
[patrickbronner.de/fortbildung](http://patrickbronner.de/fortbildung)



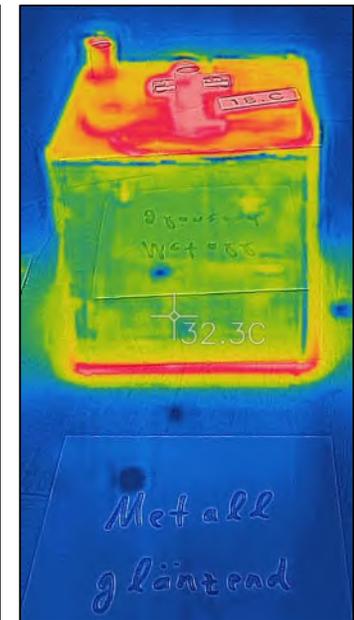
Weiß  
 $T = 89,7^{\circ}\text{C}$   
 $\epsilon \sim 1$



Schwarz  
 $T = 82,6^{\circ}\text{C}$   
 $\epsilon \sim 1$



Metall matt  
 $T = 34,6^{\circ}\text{C}$   
 $\epsilon \ll 1$



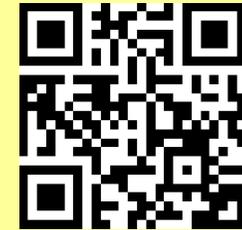
Metall glänz.  
 $T = 32,3^{\circ}\text{C}$   
 $\epsilon \ll 1$

# AKTIVITÄT: EINE ANWENDUNG VERTIEFEN

**1) T-Sensor:** Umgang App Sparkvue & Temperatur-Sensor  
[youtu.be/fCHpvhxbWkM](https://youtu.be/fCHpvhxbWkM)



**2) T-Mischung:** Aufgabe „Kaffee & Milch“ lesen  
[bit.ly/3slcSUN](https://bit.ly/3slcSUN)



**3) IR-Kamera:** #ExcitingEdu Artikel lesen  
[bit.ly/3JRGXm1](https://bit.ly/3JRGXm1)



**4) Emissionsgrad:** Theorie mit dem Handout der 3h Fortbildung erarbeiten: Reiter i)  
[patrickbronner.de/fortbildung](https://patrickbronner.de/fortbildung)



Bild: CC0 Pixabay

# ÜBERSICHT // TEIL 2 VON 3

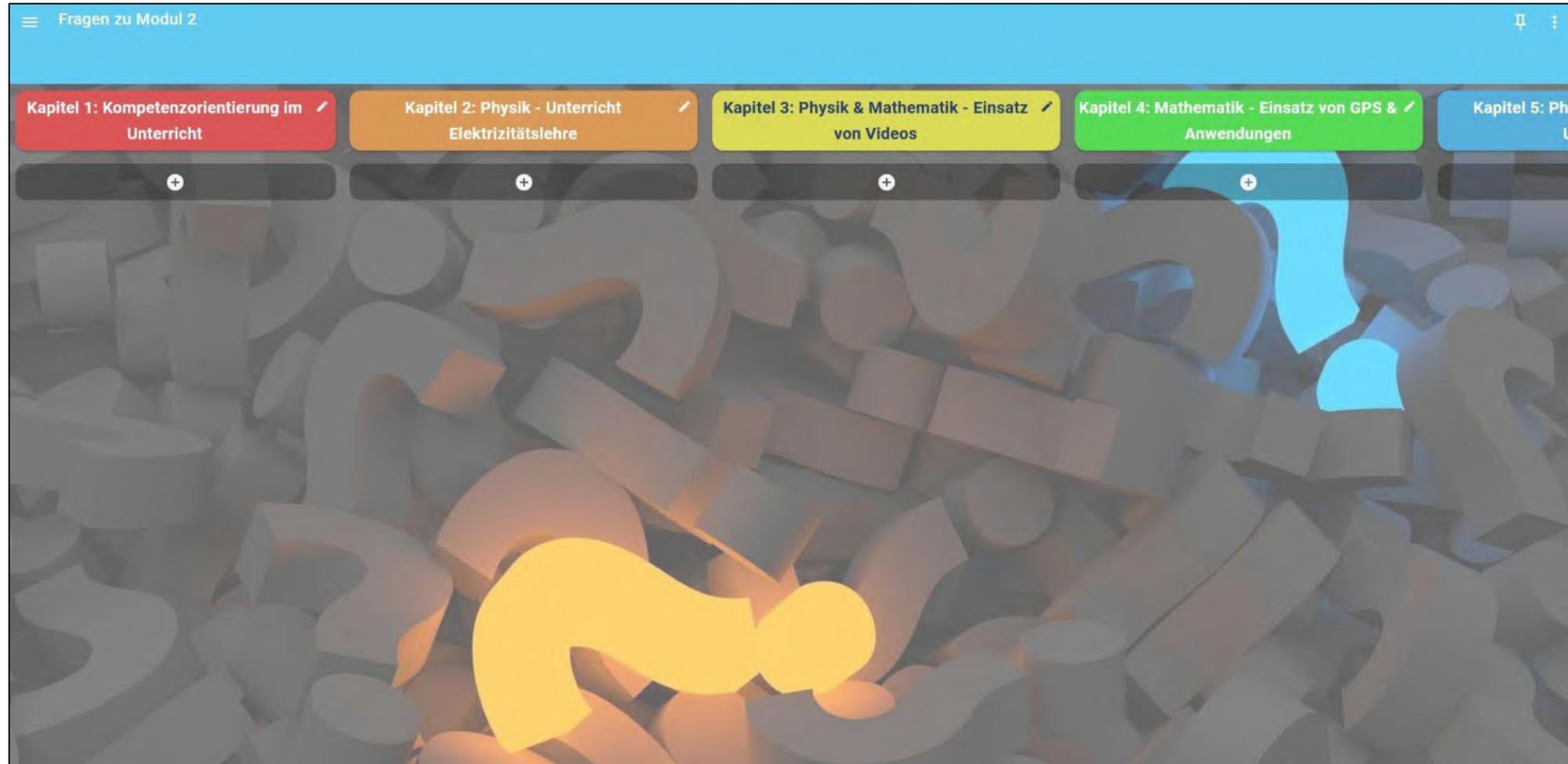
1. Leitperspektive: Kompetenzorientierung
2. Physik: Elektrizitätslehre
3. Physik & Mathe: Einsatz von Videos
4. Mathematik: Einsatz von GPS
5. Physik: Wärmelehre

# FRAGEN ZUM ZWEITEN MODUL? GERNE!

Zugang  
Fragen-Board:



[www.taskcards.de/board/  
08706c92-b326-493b-  
ada6eb4982692e17?toke  
n=6239a87c-c49f-4354-  
8585-170d903758b9](http://www.taskcards.de/board/08706c92-b326-493b-ada6eb4982692e17?token=6239a87c-c49f-4354-8585-170d903758b9)



# ÜBERSICHT // MODUL 1, 2 & 3

## 1. Fortbildungsmodul (3h)

+ Selbstlernphase I (3h)

- Leitperspektive: **Wirkungsvoller Medieneinsatz**
- Physik: **Akustik und Optik**
- Mathematik: **Einzelne Tools & Apps erstellen**

## 2. Fortbildungsmodul (3h)

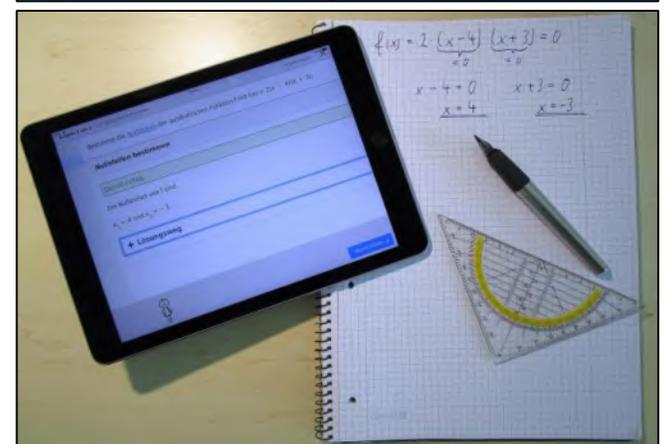
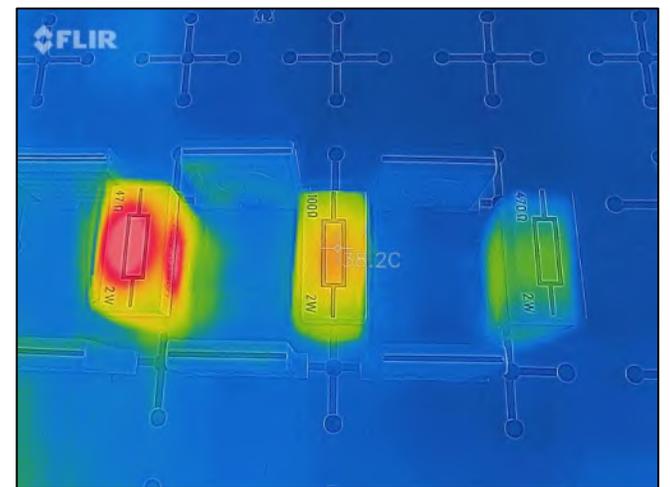
+ Selbstlernphase II (3h)

- Leitperspektive: **Kompetenzorientierung**
- Physik: **E-Lehre und Wärmelehre**
- Mathematik: **GPS und Einsatz von Videos**

## 3. Fortbildungsmodul (3h)

+ Selbstlernphase III (3h)

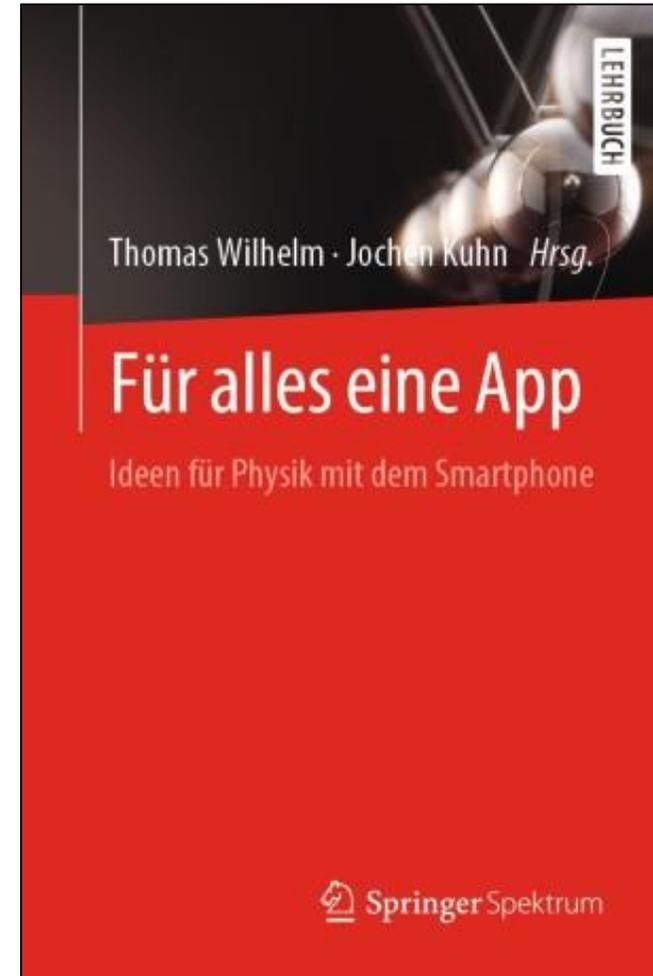
- Leitperspektive: **Personalisierung**
- Physik: **Mechanik interne & externe Sensoren**
- Mathematik: **Lerndiagnose & Lernplattformen**



# MEHR ANREGUNGEN FÜR DIE SELBSTLERNPHASE



Fachzeitschrift: „[digital unterrichten Mathematik](#)“, Bezug: Friedrich-Verlag, Erscheint monatlich



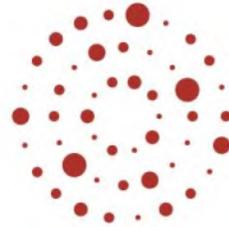
Fachbuch: „[Für alles eine App](#)“  
Autoren: T. Wilhelm & J. Kuhn  
Bezug: Springer-Verlag, 26,99€



# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



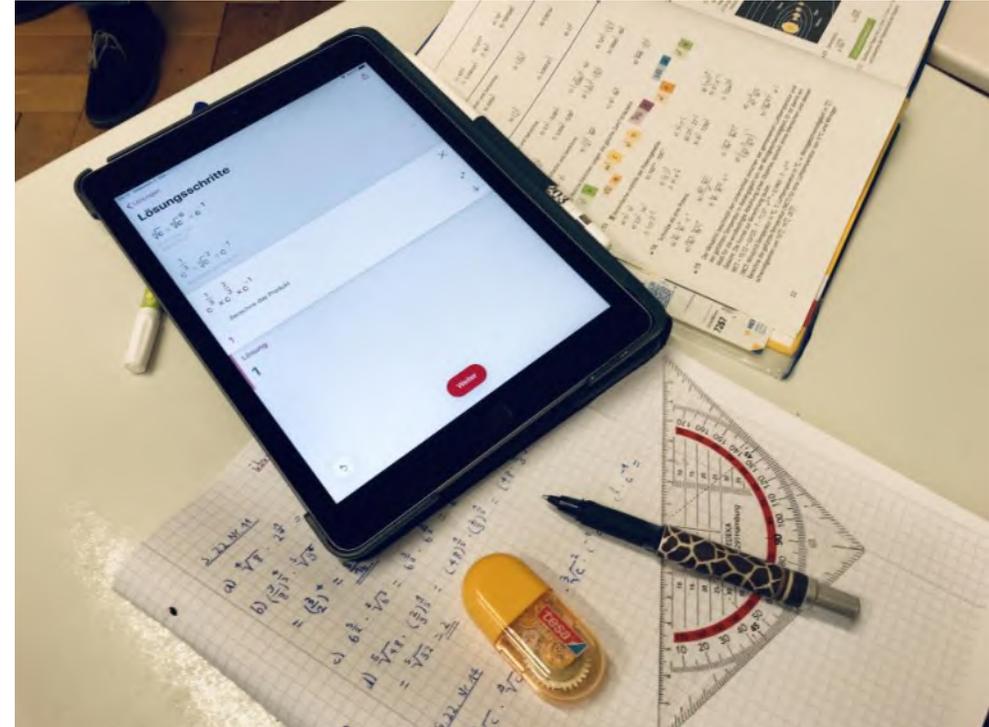
Hochschule  
**FÜR MUSIK**  
Freiburg



**ZSL**

Zentrum für Schulqualität  
und Lehrerbildung  
Baden-Württemberg

- Anbieter: [www.face-freiburg.de](http://www.face-freiburg.de)  
[www.zsl-bw.de](http://www.zsl-bw.de)
- Referent: [www.PatrickBronner.de](http://www.PatrickBronner.de)  
[Patrick.Bronner@zsl-rsfr.de](mailto:Patrick.Bronner@zsl-rsfr.de)  
[@P\\_Bronner](https://www.instagram.com/P_Bronner)



Urheberrechte:

Alle Bilder in der Präsentation ohne CC0-Label bzw. ohne Creative Commons Autor: Patrick Bronner CC BY SA 4.0

Persönlichkeitsrechte:

Alle Bilder, Videos und Lernprodukte von Lernenden wurden mit Erlaubnis der Schüler\*innen und deren Eltern veröffentlicht.