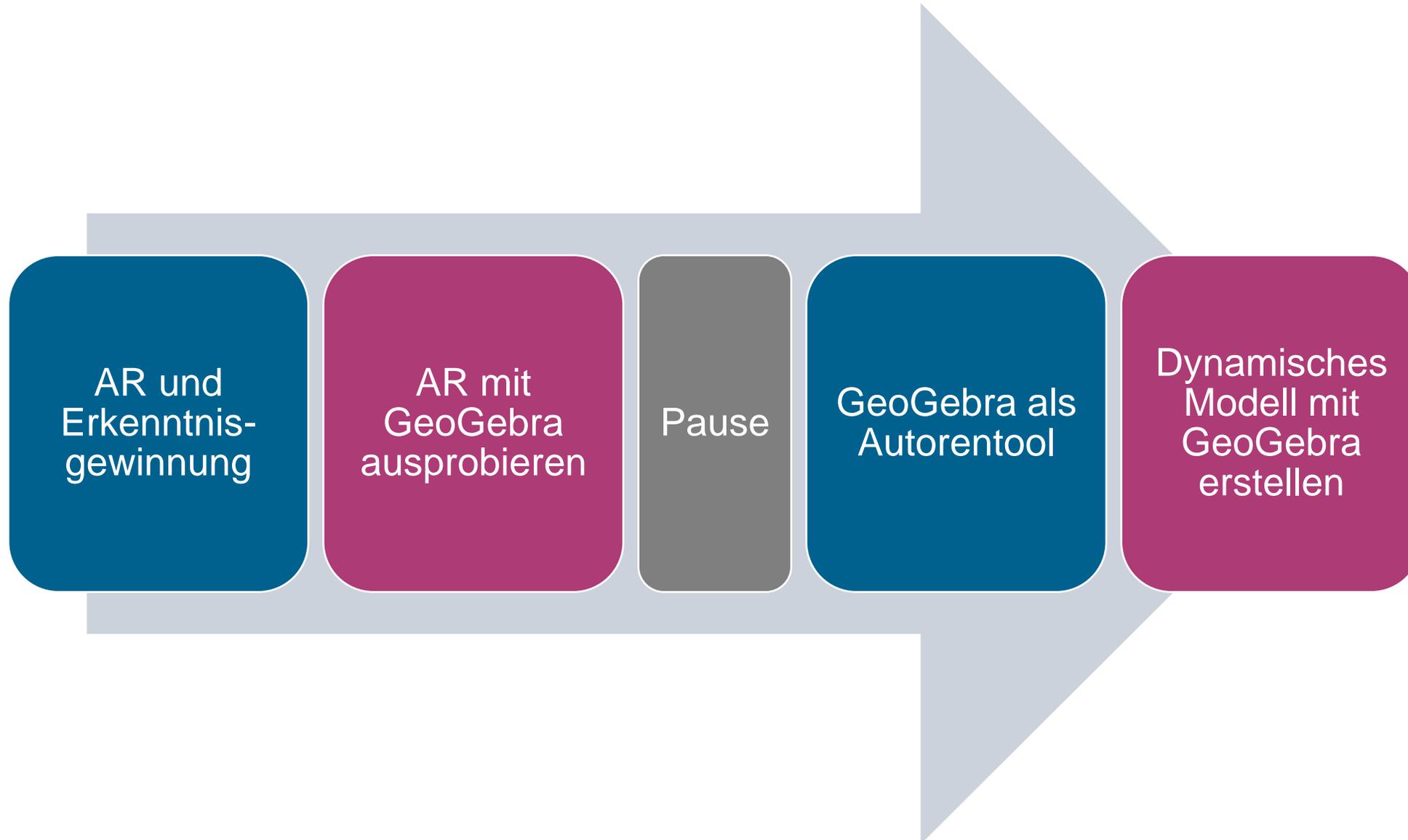
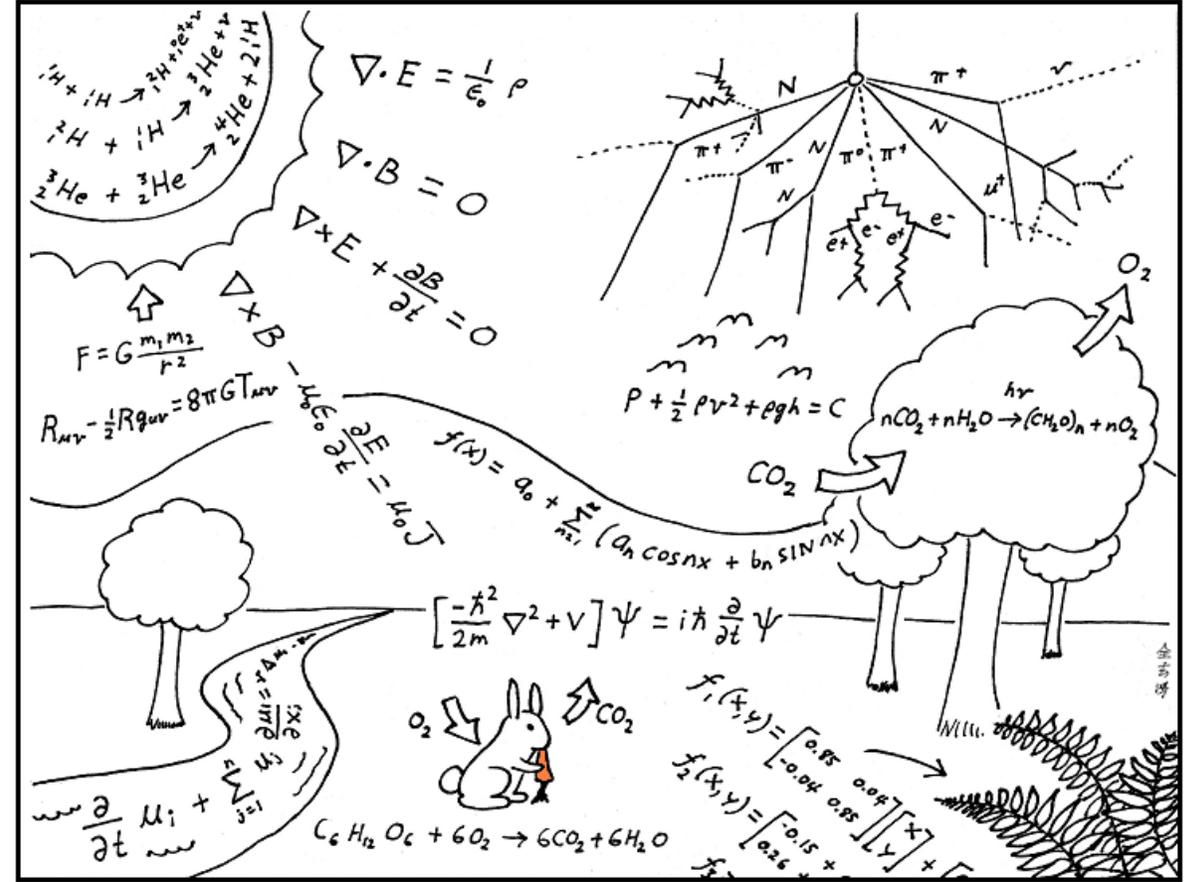
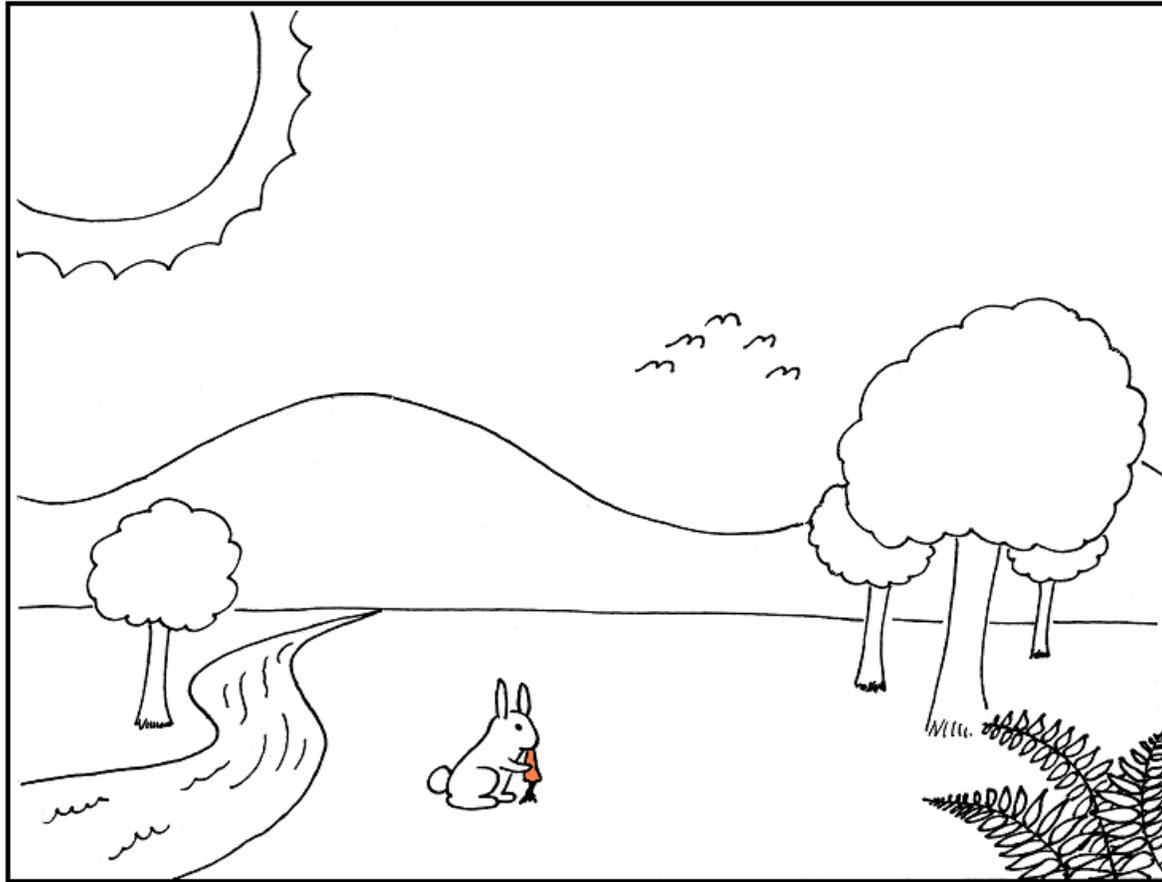


Albert Teichrew und Mareike Freese

Augmented Reality-Experimente mit GeoGebra

Plus Lucis Fortbildungswoche 2022

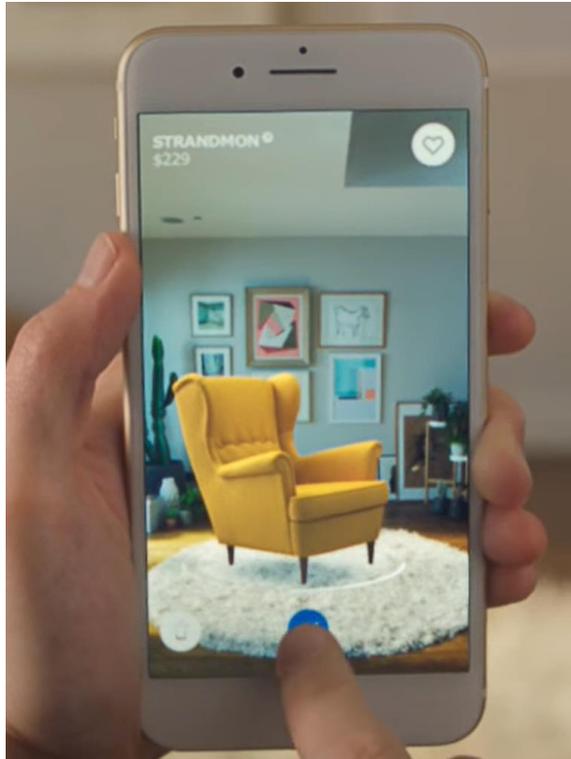




This is how scientists see the world.

Augmented Reality

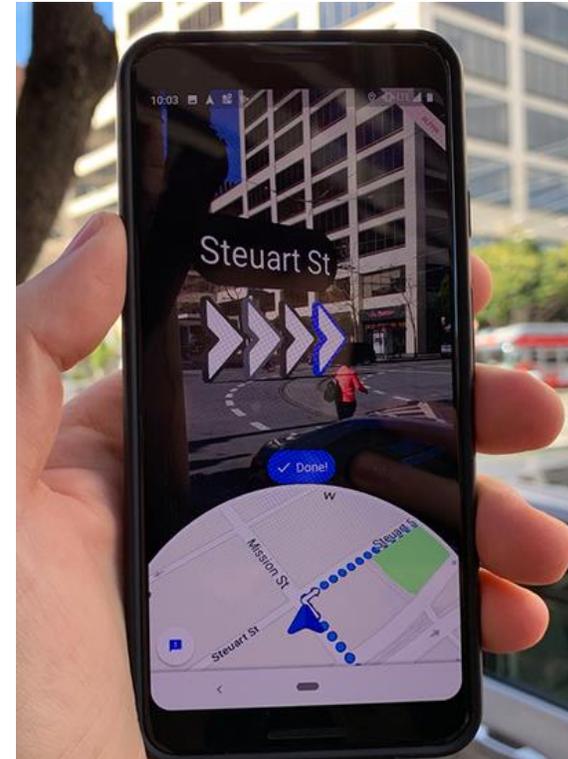
Augmented Reality (AR, dt. erweiterte Realität) bedeutet, die Sicht auf eine **reale Umgebung** mit **virtuellen Objekten** in Echtzeit zu überlagern bzw. erweitern.



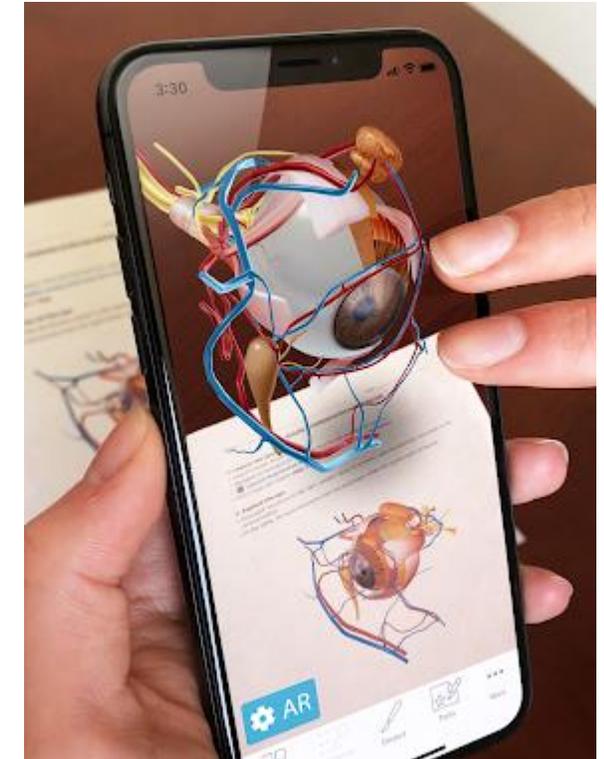
Shopping
z.B. IKEA Place



Spiele
z.B. Pokémon GO



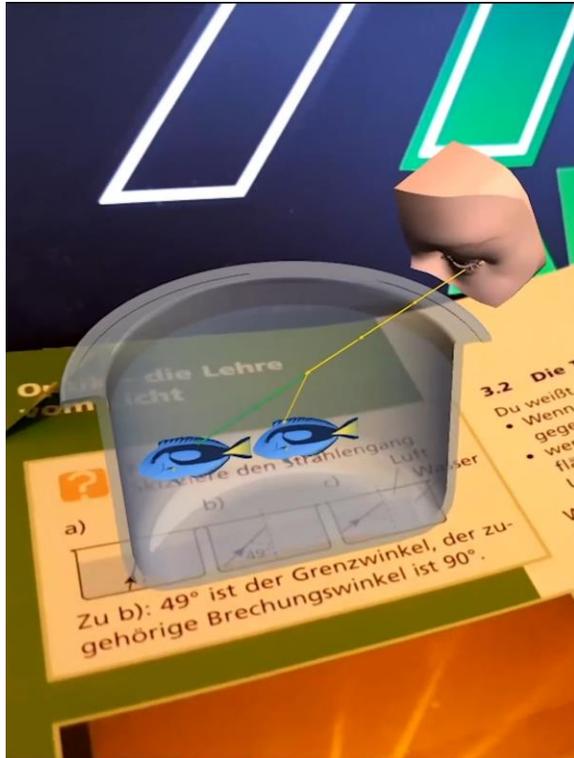
Navigation
z.B. Google Maps



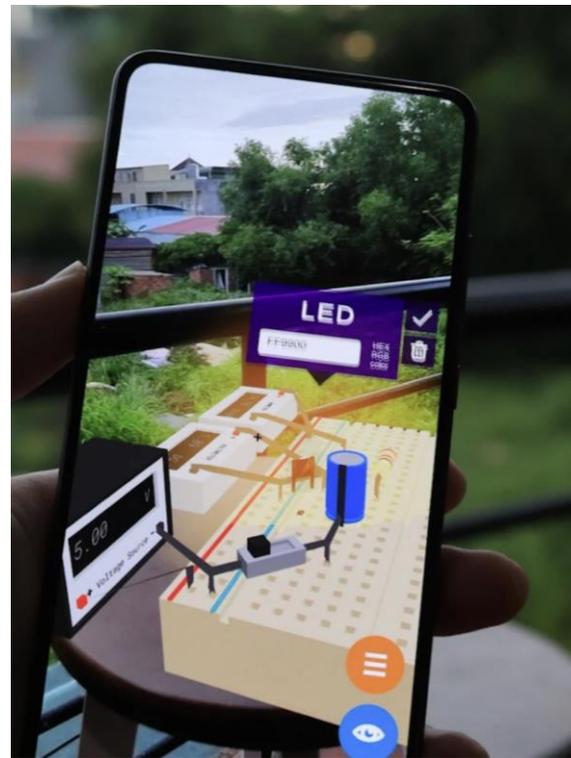
Bildung
z.B. 3D-Anatomieatlas

Anwendungsszenarien

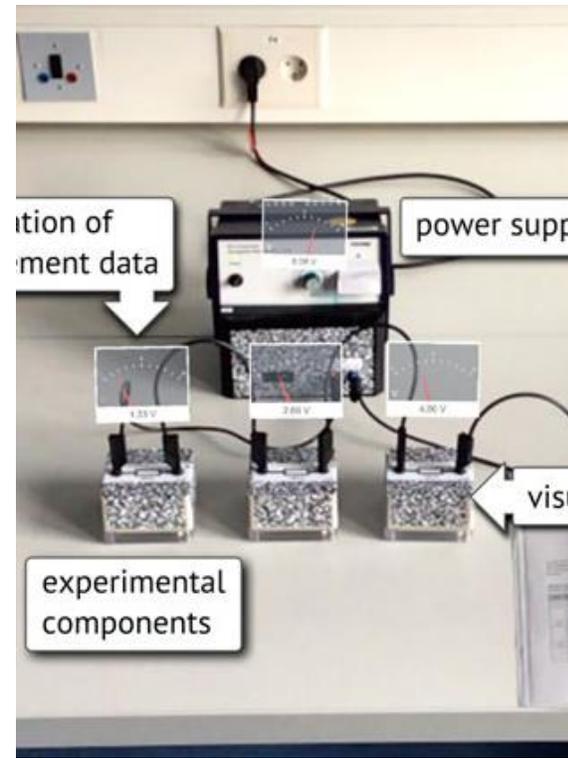
Für den Physikunterricht werden bereits verschiedene Anwendungsszenarien der AR-Technik umgesetzt. Die Unterschiede werden deutlich, wenn man sich die folgende Frage stellt: **Was wird womit überlagert?**



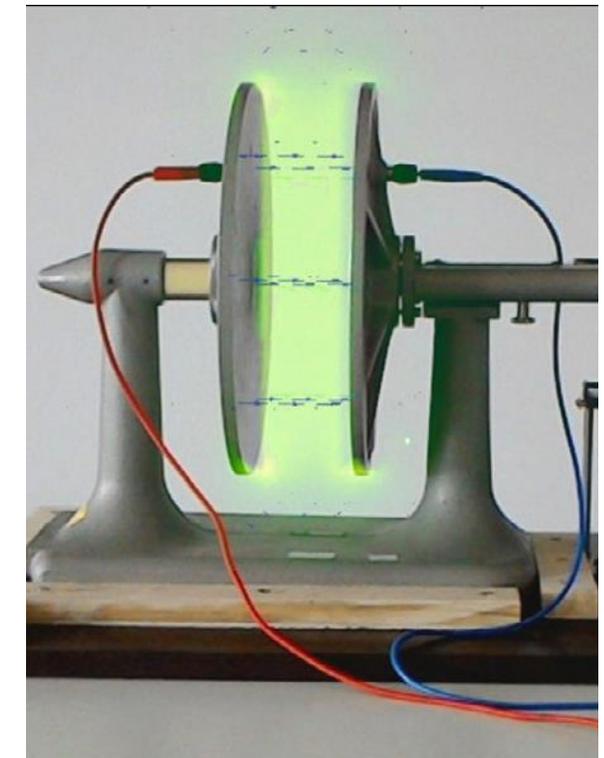
virtuelle Objekte über einem realen Marker
z.B. ARLOOPA



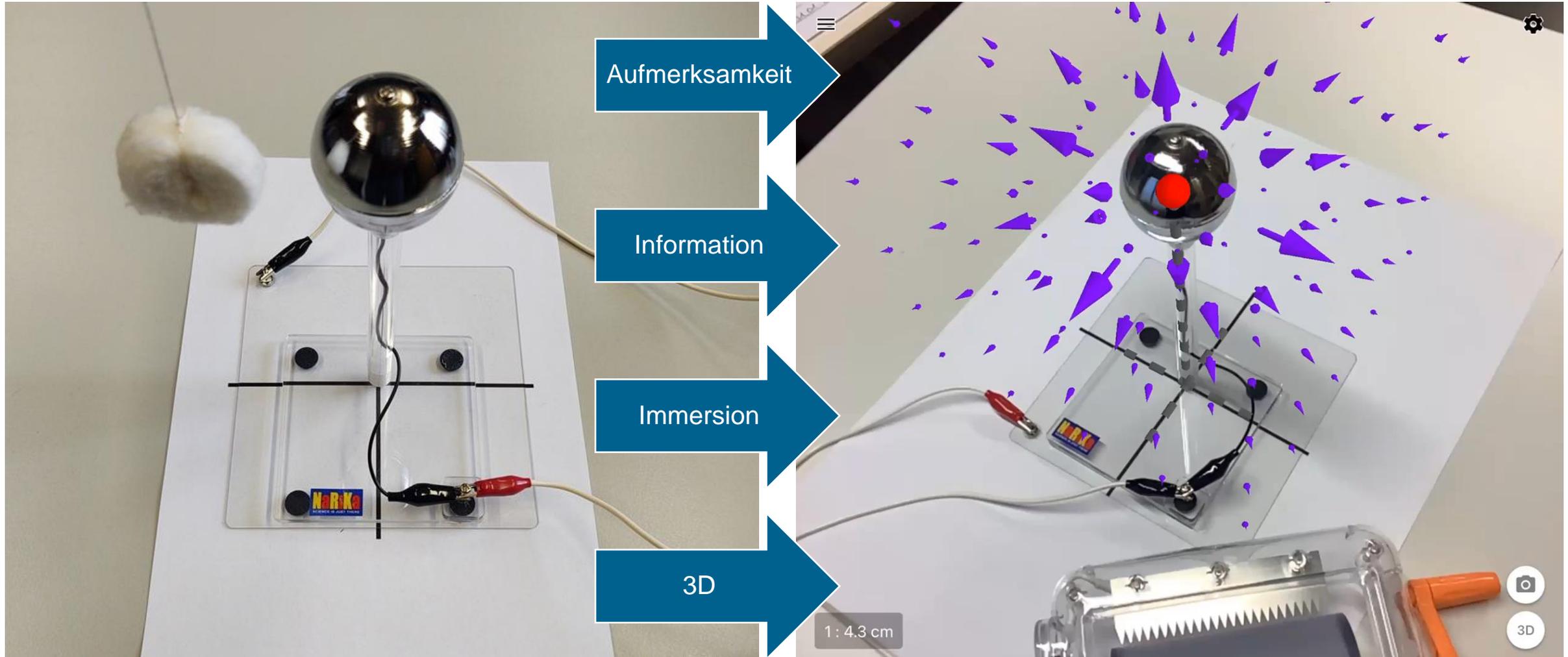
virtuelle Geräte auf einer realen Tischfläche
z.B. cARcuit



reale Messwerte über den realen Geräten
z.B. Thees et al. (2021)

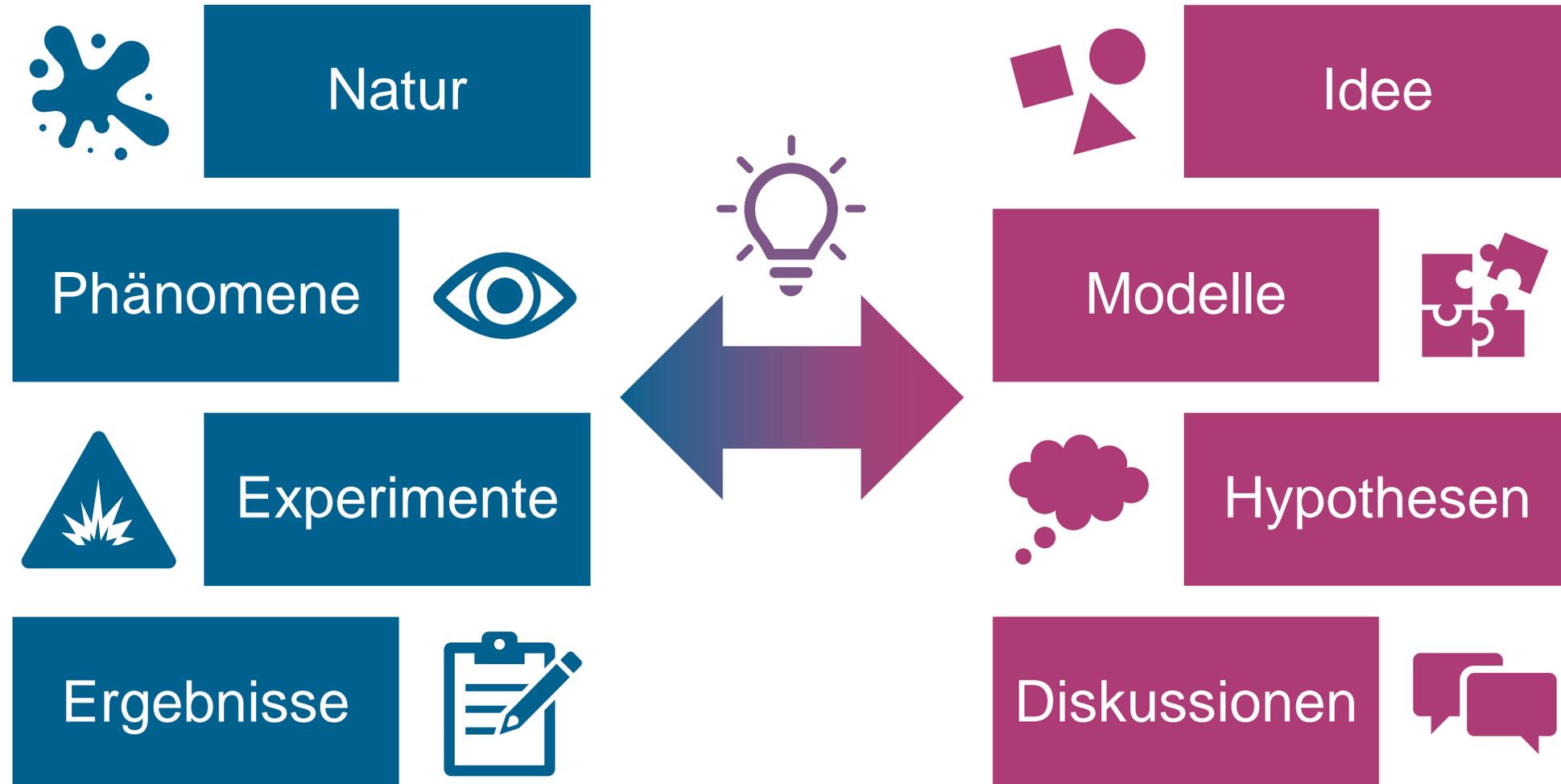


virtuelle Objekte zu den realen Geräten
z.B. Sonntag et al. (2019)



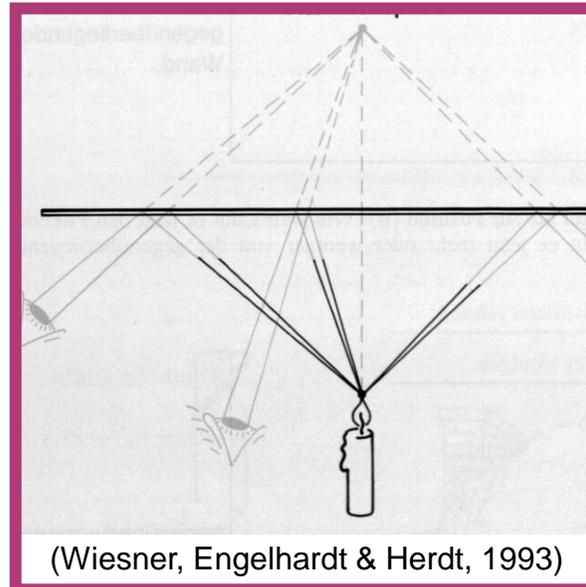
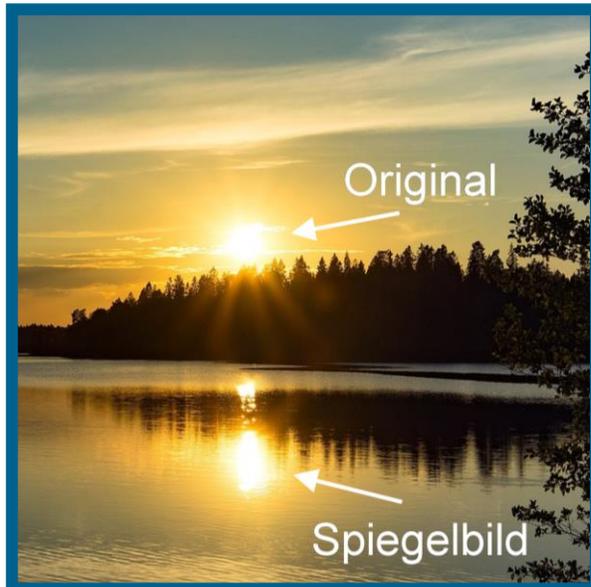
Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung

Die Physik ist eine Naturwissenschaft, die **theoretische Aussagen** über **empirische Beobachtungen** macht und diese überprüft.

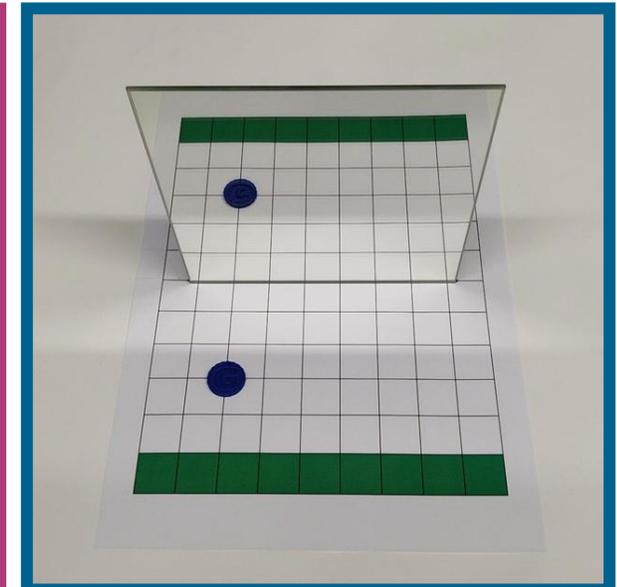


Physikalische Modellbildung am Beispiel des Spiegelbildes

Physikalische Modellbildung umfasst den gesamten Erkenntnisprozess, der Phänomene, Modelle, Hypothesen und Experimente beinhaltet (Teichrew & Erb, 2020a).



Das Spiegelbild liegt scheinbar hinter dem Spiegel und ist genau so weit vom Spiegel entfernt wie das Original.



Phänomen

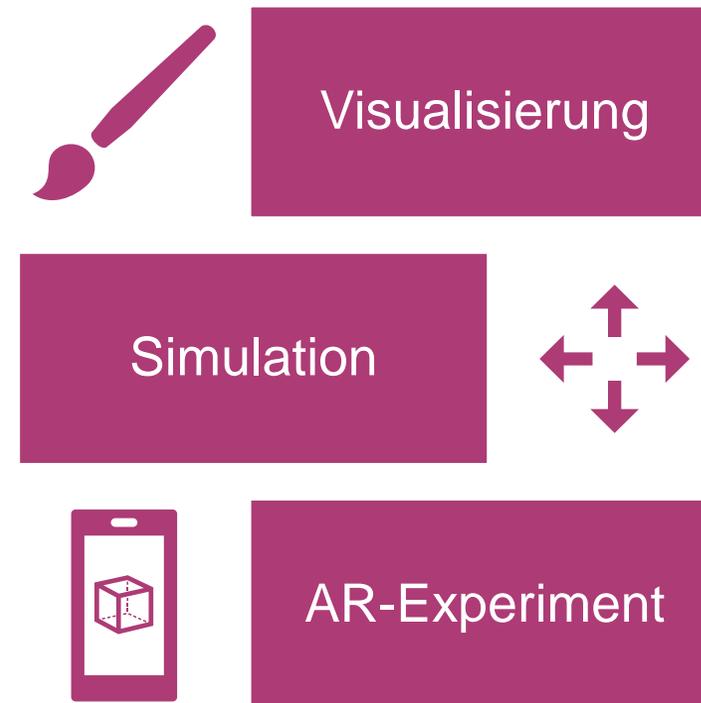
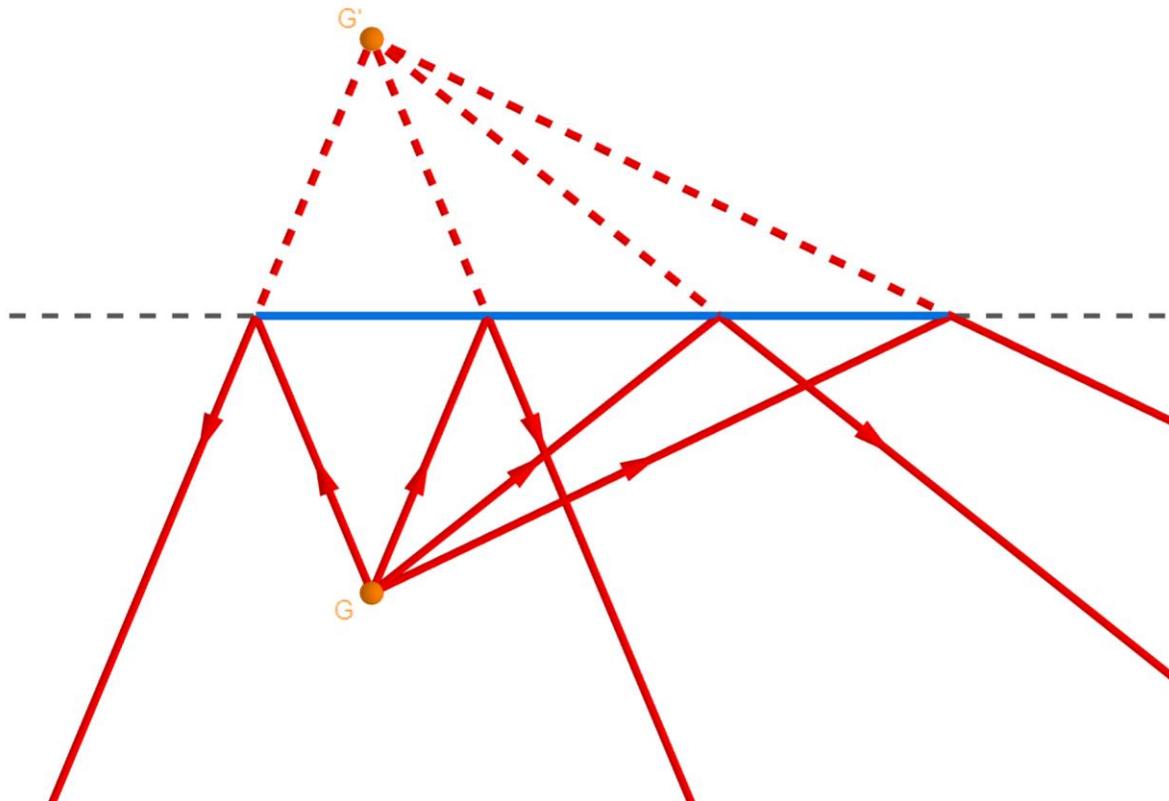
Modell

Hypothese

Experiment

Dynamische Modelle mit GeoGebra

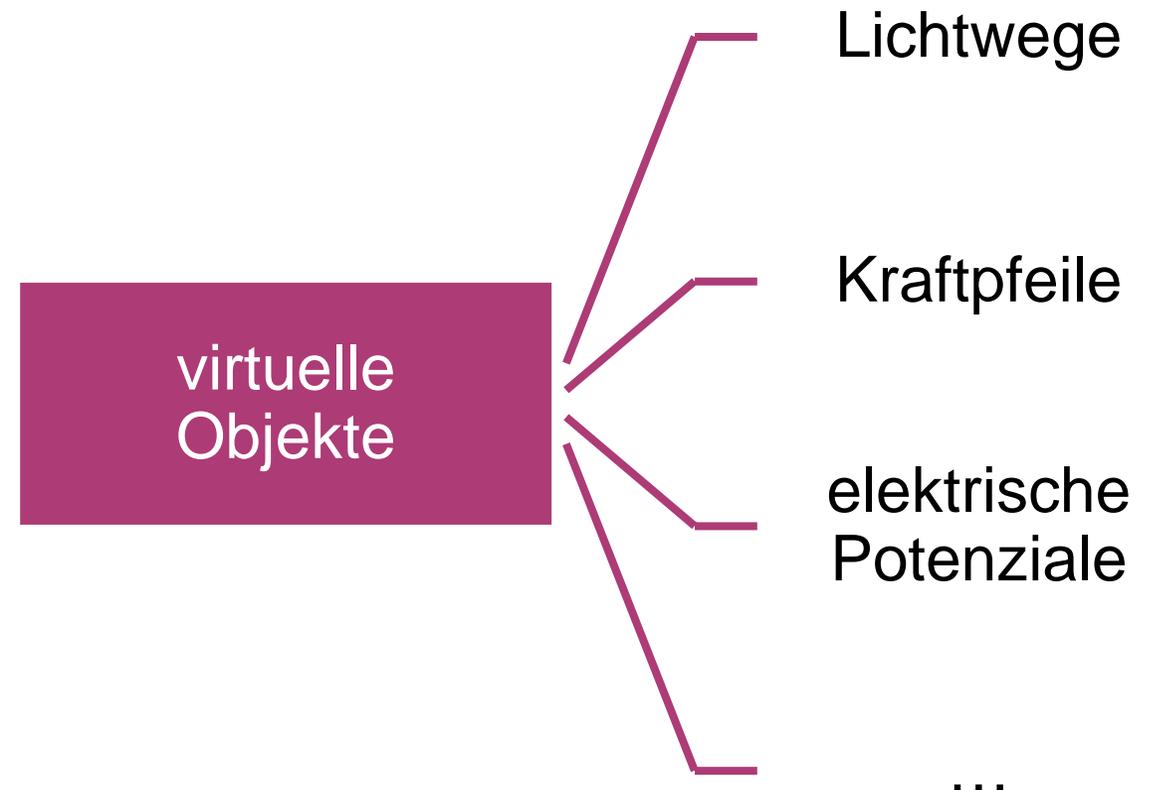
Lernaktivitäten mit dynamischen (GeoGebra-)Modellen unterstützen die Konstruktion eines mentalen Modells zum Phänomen und das eigenständige Formulieren von Hypothesen für ein Experiment.



Demonstration

Unsere Zielsetzung ist es, reale Experimente um virtuelle Objekte zu erweitern, die zum **physikalischen Verständnis des Phänomens** beitragen.

	Objekte	Inhalte
real	<i>Objekte zur Erzeugung eines Phänomens</i> → Spiegel und Gegenstand	<i>mit den Sinnen wahrnehmbare Phänomene</i> → Ort des Spiegelbildes
virtuell	<i>Objekte zur Visualisierung naturwissenschaftlicher Konzepte</i> → Lichtwege und ihre Verlängerungen	<i>mit Modellen erschließbare Zusammenhänge</i> → Kreuzung verlängerter Lichtwege

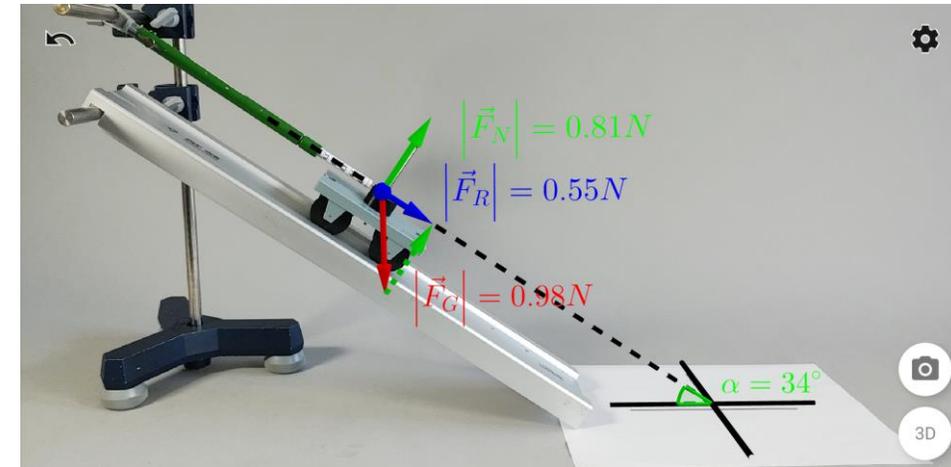


Weitere Beispiele

In AR-Experimenten werden Modelle mit virtuellen Objekten eingesetzt, die dabei helfen, das Auftreten realer Inhalte zu verstehen (Teichrew & Erb, 2020c).

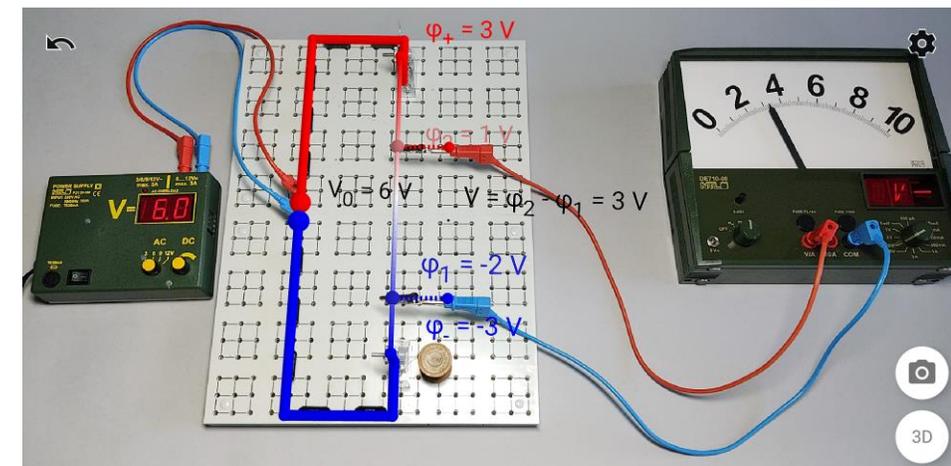
	Objekte	Inhalte
real	Wagen auf der schiefen Ebene	Anzeige des Kraftmessers
virtuell	Kraftpfeile	Addition der Kraftvektoren

Phänomen: Schiefe Ebene



	Objekte	Inhalte
real	Konstantandraht	abgegriffene Spannung
virtuell	Potenzial als Farbcodierung	sichtbare Potenzialunterschiede

Phänomen: Stromdurchflossener Leiter



AR mit GeoGebra ausprobieren

- Sie werden im Folgenden das digitale Werkzeug AR selbstständig anhand eines alltagsnahen Beispiels kennenlernen.
- Zu Beginn werden Sie aufgefordert, einen Namen anzugeben.
 - Gerne ein Pseudonym verwenden!
 - <https://www.geogebra.org/classroom/kejnkeah>



☰ GeoGebra ☰

Visualisierung von Abständen mit Augmented Reality (AR)

Autor: Albert Teichrew

Dieses interaktive Buch ist eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Einsatz der AR-Funktion der *GeoGebra 3D Rechner* App anhand eines alltagsnahen Beispiels.



Mobilgerät vorbereiten



Modell kennenlernen

Ergebnisse

Pause

15 : 00



Was kann GeoGebra (www.geogebra.org)?



The screenshot shows the GeoGebra website interface. At the top, there is a search bar with the text "Unterrichtsmaterialien suchen". The left sidebar contains navigation options: Startseite, Newsfeed, Materialien, Profil, Personen, Classroom, and Apps herunterladen. The main content area features the title "GeoGebra zum Unterrichten und Lernen von Mathematik" and two buttons: "STARTE RECHNER" and "UNTERRICHTSMATERIALIEN". Below this, there are four columns of text: "Leistungsstarke Mathe Apps" (with sub-items: Rechner Suite, 3D Rechner, CAS Rechner, Geometrie), "Bereit für Prüfungen" (with sub-items: Grafikrechner, Taschenrechner, GeoGebra Classic, GeoGebra bei Prüfungen), "Weitere tolle Apps" (with sub-items: Notizen, App Store, Google Play, Apps herunterladen), and "3D Version im Browser". A blue callout box highlights "Eigenes GeoGebra-Profil" in the sidebar and "3D Version im Browser" in the main content area. An illustration on the right shows a large screen displaying a graph with a purple parabola and a green line, with people interacting with it.

GeoGebra

Unterrichtsmaterialien suchen

Nach Themen oder Autoren suchen

Startseite

Newsfeed

Materialien

Profil

Personen

Classroom

Apps herunterladen

Über GeoGebra
Kontakt: office@geogebra.org
Nutzungsbedingungen – Privatsphäre – Lizenz

Sprache: Deutsch

© 2022 GeoGebra

GeoGebra zum Unterrichten und Lernen von Mathematik

STARTE RECHNER

UNTERRICHTSMATERIALIEN

Leistungsstarke Mathe Apps

Rechner Suite

3D Rechner

CAS Rechner

Geometrie

Bereit für Prüfungen

Grafikrechner

Taschenrechner

GeoGebra Classic

GeoGebra bei Prüfungen

Weitere tolle Apps

Notizen

App Store

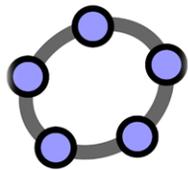
Google Play

Apps herunterladen

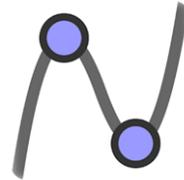
Eigenes GeoGebra-Profil

3D Version im Browser

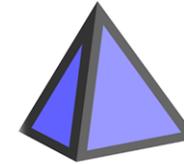
GeoGebra ist eine sich ständig in Entwicklung befindliche Software: Das garantiert einerseits neue Grafik und Funktionen, andererseits existieren unterschiedliche Versionen von GeoGebra als Programme und Apps.



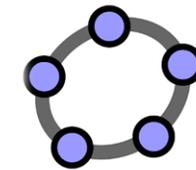
- **GeoGebra Classic 5** war das letzte offline Programm zum Installieren.
- GeoGebra Classic 6 wird als Browser App mit anderem Design fortgeführt.
- Entwicklung von aufwendigen Modellen in 2D, 3D mit Tabellenkalkulation und CAS



- **GeoGebra Grafikrechner** ist eine App für Berechnungen und Prüfungen im aktuellen Design.
- Entwicklung von einfachen geometrischen Konstruktionen und Darstellung von Graphen in 2D



- **GeoGebra 3D (Grafik-) Rechner** ist eine App für die Darstellung von 3D-Objekten im aktuellen Design.
- Entwicklung von geometrischen Konstruktionen und Flächen in 3D mit AR-Funktion auf Mobilgeräten

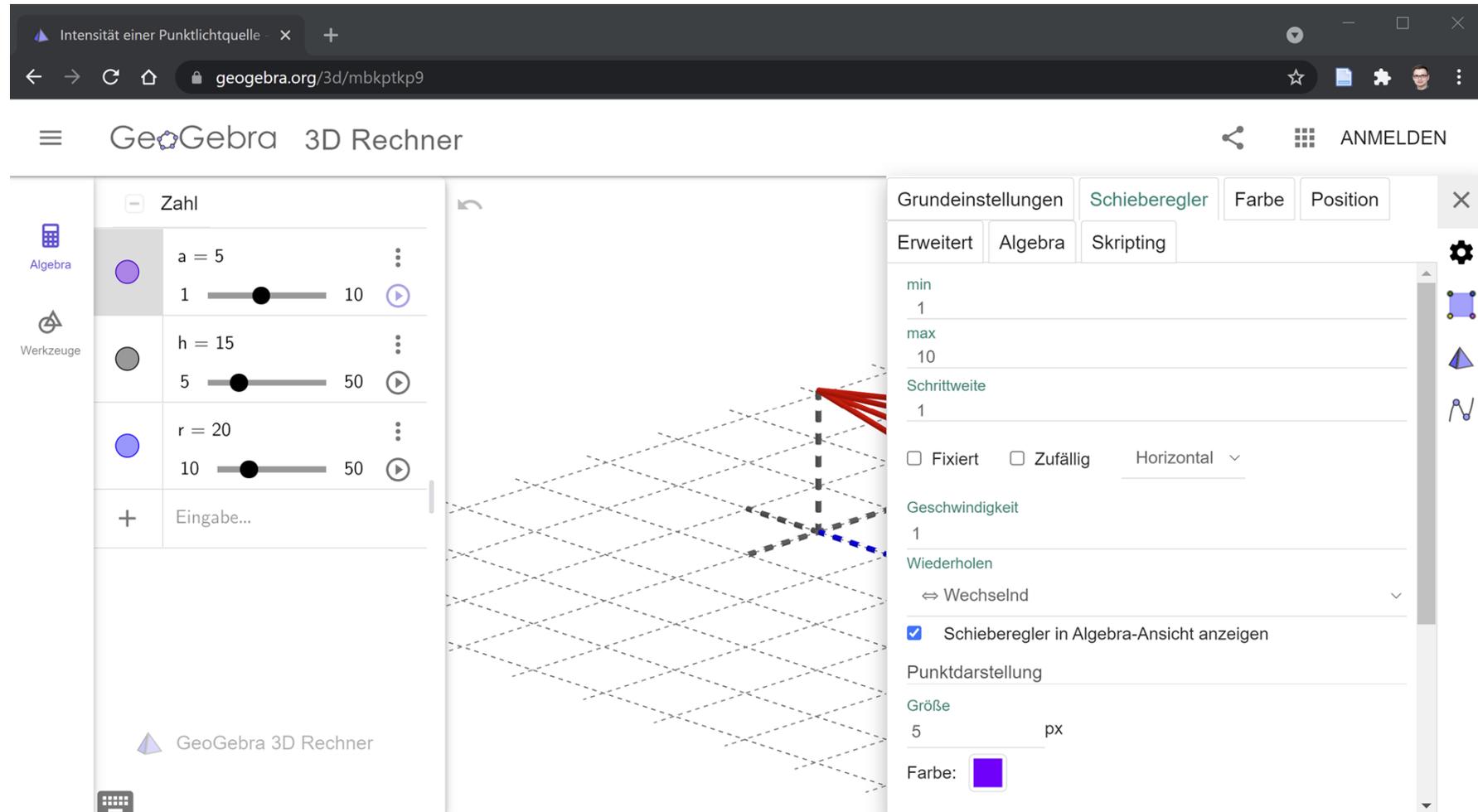


- **GeoGebra Rechner Suite** ist der Nachfolger von GeoGebra Classic im aktuellen Design.
- Der Funktionsumfang ist allerdings (noch) eingeschränkt:
- Keine echte Verzahnung von 2D und 3D, sondern ein Nebeneinander der entsprechenden Apps

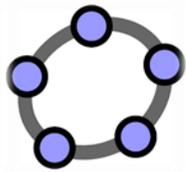
GeoGebra ist eine sich ständig in Entwicklung befindliche Software: Das garantiert einerseits neue Grafik und Funktionen, andererseits existieren unterschiedliche Versionen von GeoGebra als Programme und Apps.



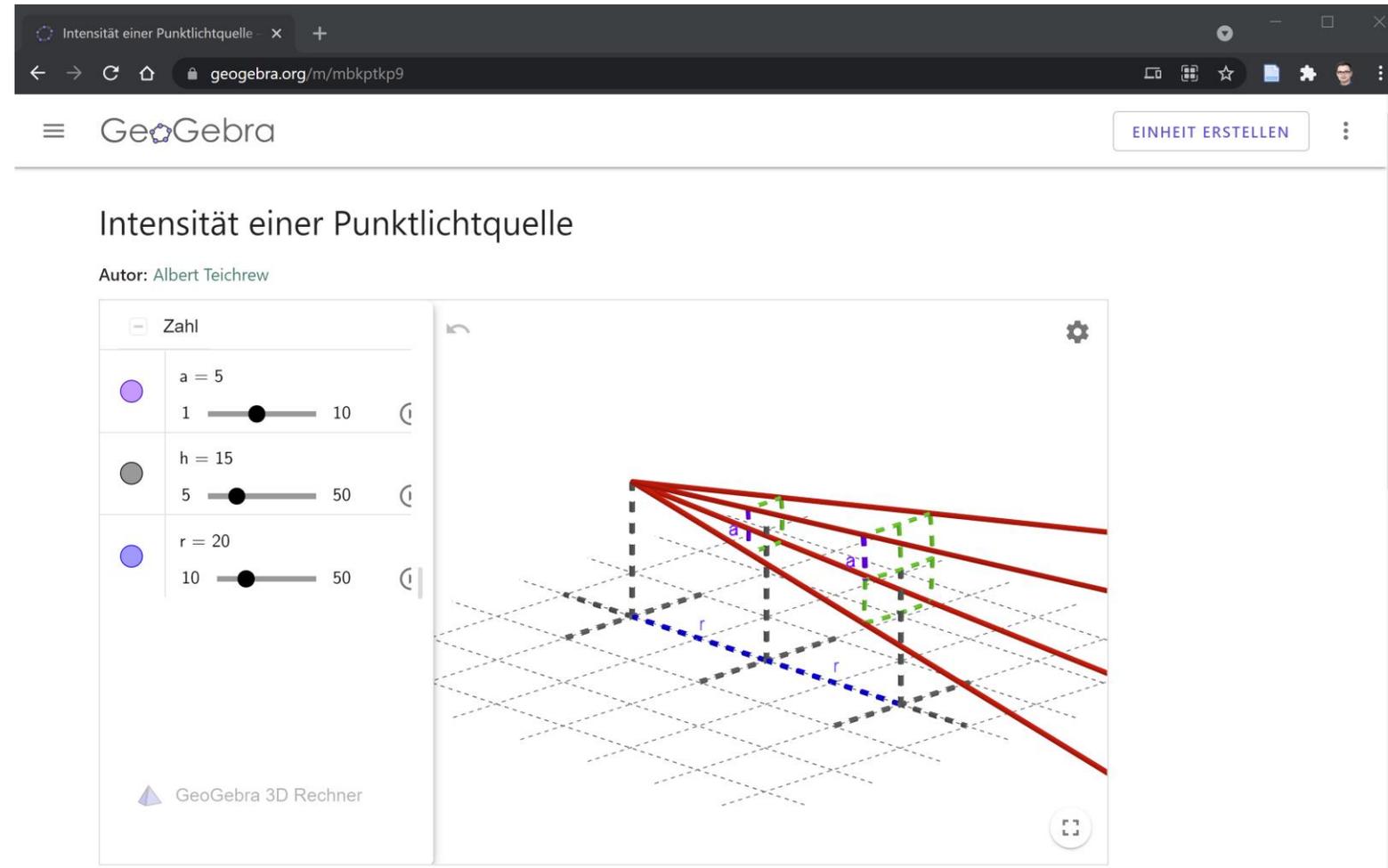
- **GeoGebra 3D (Grafik-)Rechner** ist eine App für die Darstellung von 3D-Objekten im aktuellen Design.
- Entwicklung von geometrischen Konstruktionen und Flächen in 3D mit AR-Funktion auf Mobilgeräten



GeoGebra Modelle im eigenen Profil und in der Suche werden standardmäßig als „dynamische Aktivität“ geöffnet. In dieser Ansicht sind Interaktionen mit dem Modell aber keine grundlegende Bearbeitung möglich.



- Bei dynamischen Aktivitäten sind folgende Funktionen in der Regel **deaktiviert**:
 - Werkzeugleiste
 - Menü zum Speichern
 - Einstellungen zum Bearbeiten



Dynamisches Modell mit GeoGebra erstellen

- Sie können nun selbst ein dynamisches Modell für den Optikunterricht nach einer Anleitung in GeoGebra nachbauen.
- Verwenden Sie nach dem Beitritt gerne wieder das Pseudonym der letzten Einheit.
→ <https://www.geogebra.org/classroom/uu3rdzug>



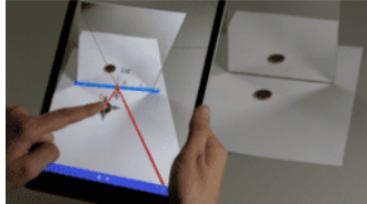
The screenshot shows the GeoGebra website interface. At the top, there is a navigation bar with the GeoGebra logo and a hamburger menu icon. Below the navigation bar, the main content area displays a workshop announcement titled "Workshop 'Augmented Reality-Experimente mit GeoGebra'". The author is listed as "Mareike Freese". The text describes an interactive book for learning about creating dynamic models and using AR with the GeoGebra 3D Rechner app. Below the text is a photograph showing a person's hands holding a smartphone and a printed paper with a diagram, demonstrating the AR application. Underneath the photo is a table of contents (Inhaltsverzeichnis) listing the workshop's structure.

GeoGebra

Workshop "Augmented Reality-Experimente mit GeoGebra"

Autor: Mareike Freese

In diesem interaktiven Buch lernen Sie anhand der Grundlagen von *GeoGebra*, ein dynamisches Modell selbst zu erstellen und dieses mit der AR-Funktion der *GeoGebra 3D Rechner* App auszuprobieren.



Inhaltsverzeichnis

- Erste Schritte
 - Einleitung
 - Account erstellen
- Ein Modell nach Anleitung erstellen
 - Übung: Ein Modell nach Anleitung erstellen
- Ein Modell öffnen und mit AR ausprobieren

Ergebnisse

Am Institut für Didaktik der Physik wird aktuell im Rahmen des BMBF-geförderten Gesamtprojekts Digi_Gap eine **Lehrkräftefortbildung zu AR-Experimenten im Physikunterricht** durchgeführt.



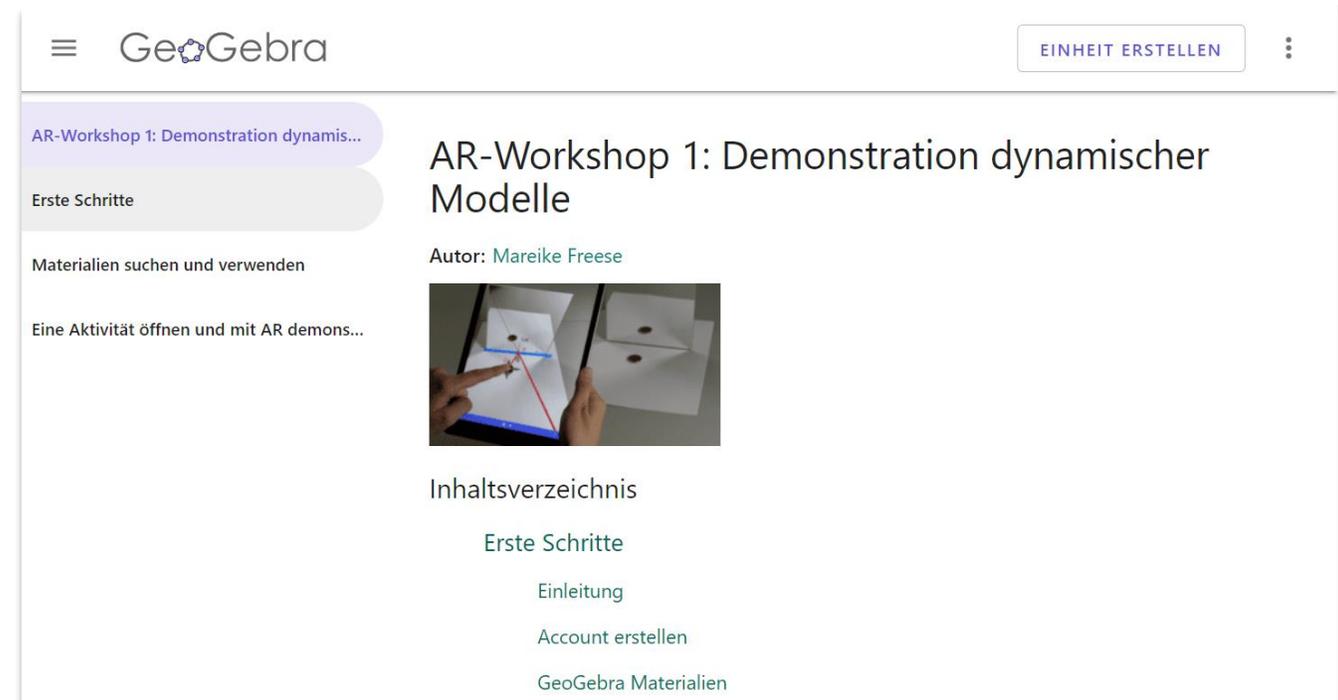
Am Institut für Didaktik der Physik wird aktuell im Rahmen des BMBF-geförderten Gesamtprojekts Digi_Gap eine **Lehrkräftefortbildung zu AR-Experimenten im Physikunterricht** durchgeführt.

- Workshops mit inhaltlichem Schwerpunkt zum Erstellen von 3D-Modellen mit GeoGebra
- Inputvorträge mit wissenschaftlichem Hintergrund und Empirie
- Ausführliche Anleitungen und Hilfestellungen mithilfe von GeoGebra Einheiten:

→ <https://www.geogebra.org/m/mmbhzetn>

→ <https://www.geogebra.org/m/qdqafwga>

→ <https://www.geogebra.org/m/edffavan>

A screenshot of a GeoGebra unit page. The header shows the GeoGebra logo and a button labeled 'EINHEIT ERSTELLEN'. The main content area displays the title 'AR-Workshop 1: Demonstration dynamischer Modelle' by 'Mareike Freese'. Below the title is a photograph showing a person's hands holding a smartphone and a white card with a red laser line, demonstrating an AR experiment. The page also includes a table of contents with the following items: 'Erste Schritte', 'Einleitung', 'Account erstellen', and 'GeoGebra Materialien'. On the left side, there are navigation links: 'AR-Workshop 1: Demonstration dynamis...', 'Erste Schritte', 'Materialien suchen und verwenden', and 'Eine Aktivität öffnen und mit AR demons...'.

GeoGebra

EINHEIT ERSTELLEN

AR-Workshop 1: Demonstration dynamis...

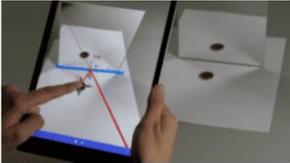
Erste Schritte

Materialien suchen und verwenden

Eine Aktivität öffnen und mit AR demons...

AR-Workshop 1: Demonstration dynamischer Modelle

Autor: Mareike Freese

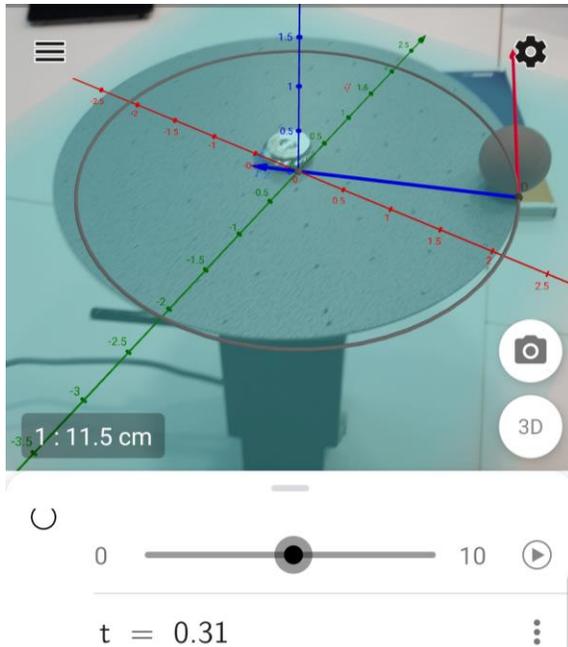


Inhaltsverzeichnis

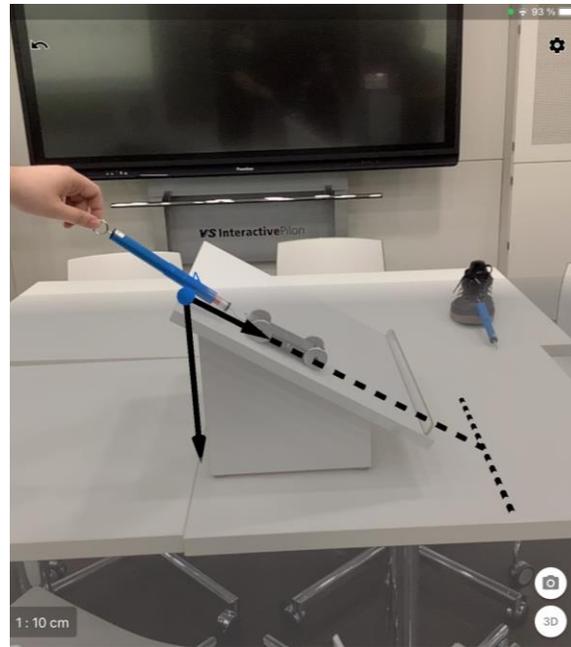
- Erste Schritte
- Einleitung
- Account erstellen
- GeoGebra Materialien

Ergebnisse aus der Fortbildung

Die teilnehmenden Lehrkräfte erstellen **AR-Experimente** aus verschiedenen Themengebieten der Physik und erproben sie im eigenen Unterricht.



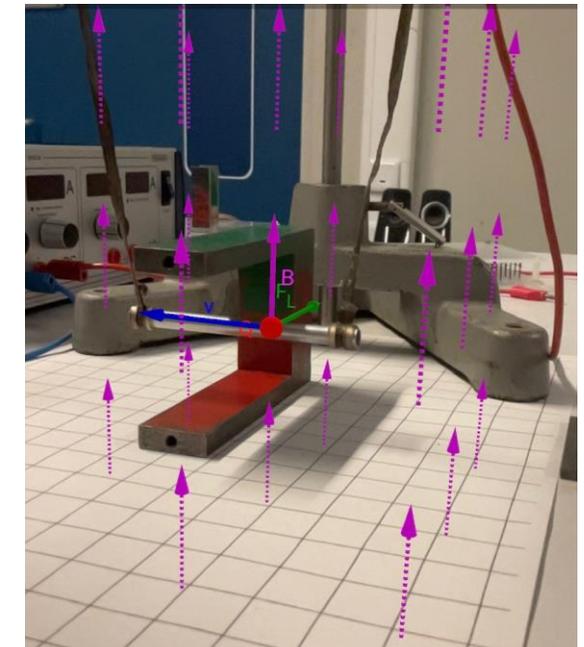
Kreisbewegung und Zentripetalkraft



Kräfte an der schiefen Ebene



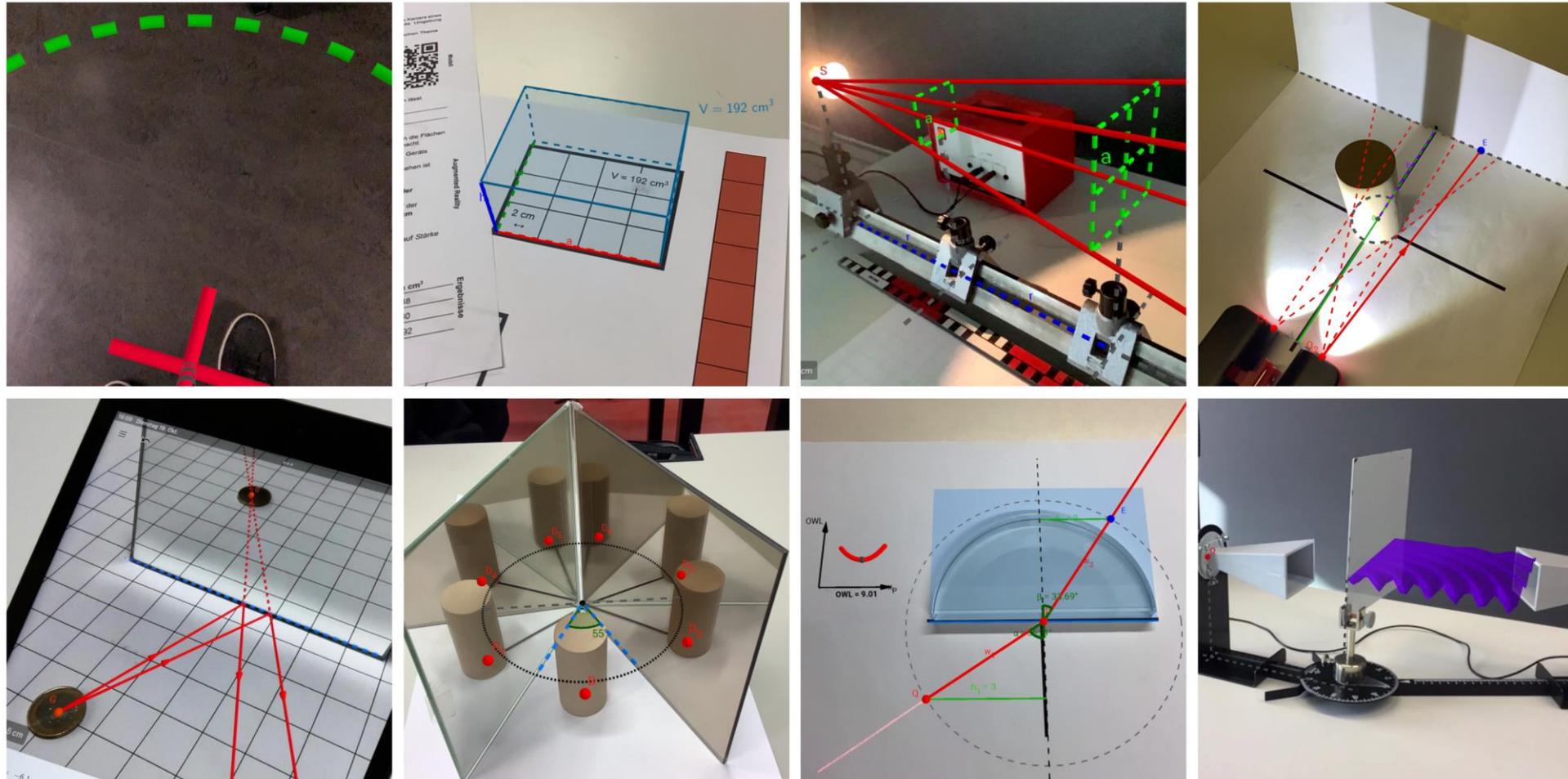
Haftreibung unter einem Turnschuh



Lorentzkraft

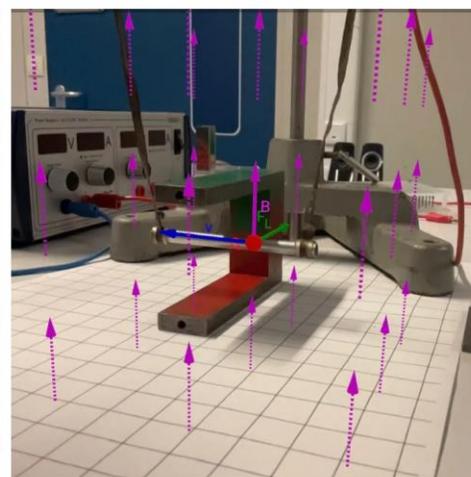
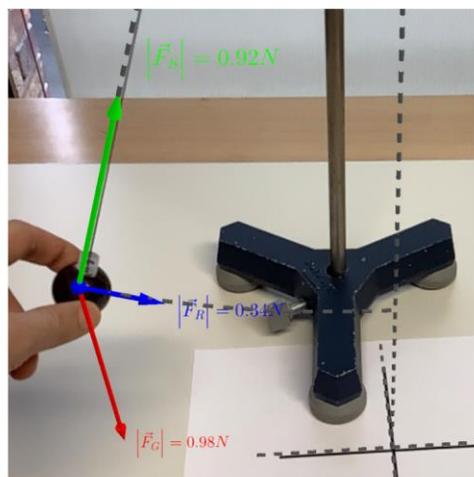
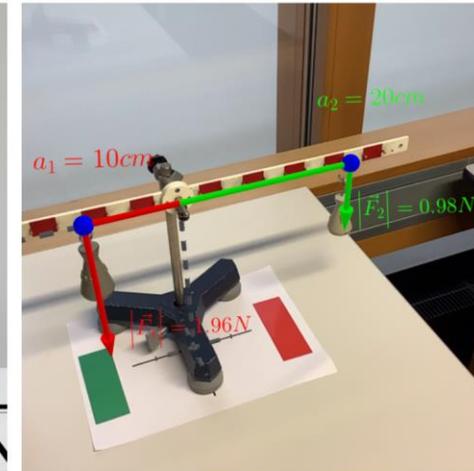
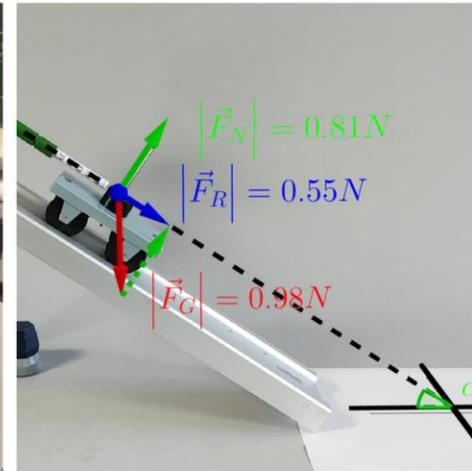
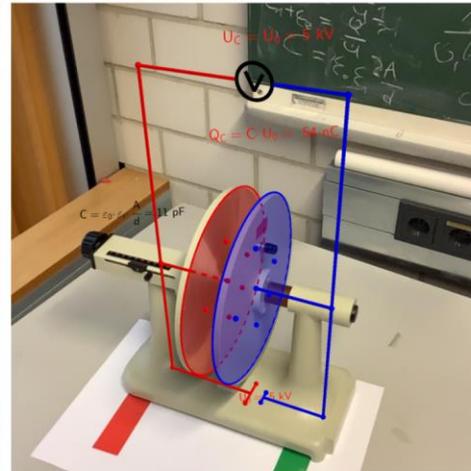
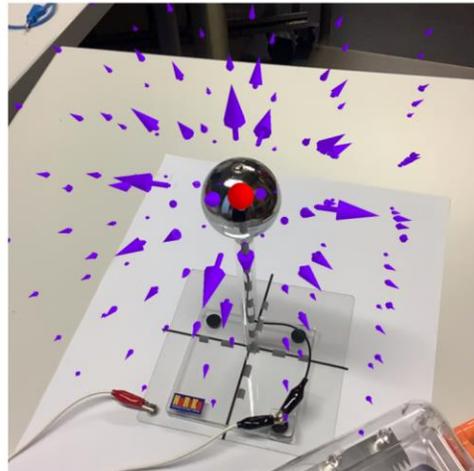
Ergebnisse aus der Fortbildung

Ausgearbeitete Ergebnisse können neben den Materialien aus der Fortbildung online aufgerufen werden. Die Inhalte werden stetig erweitert und wir würden uns auch über Ihre Ideen freuen!



Ergebnisse aus der Fortbildung

Ausgearbeitete Ergebnisse können neben den Materialien aus der Fortbildung online aufgerufen werden. Die Inhalte werden stetig erweitert und wir würden uns auch über Ihre Ideen freuen!



Die wichtigsten Merkmale von AR-Experimenten bzw. **Antworten auf übliche Fragen** finden Sie hier:

Was sind AR-Experimente?

- Reale Situationen oder Experimente werden durch Mobilgeräte betrachtet.
- Sie werden mit virtuellen Objekten überlagert, die zum Verständnis beitragen.
- Es findet ein Vergleich zwischen Modell und Realität statt.

Wie geht das?

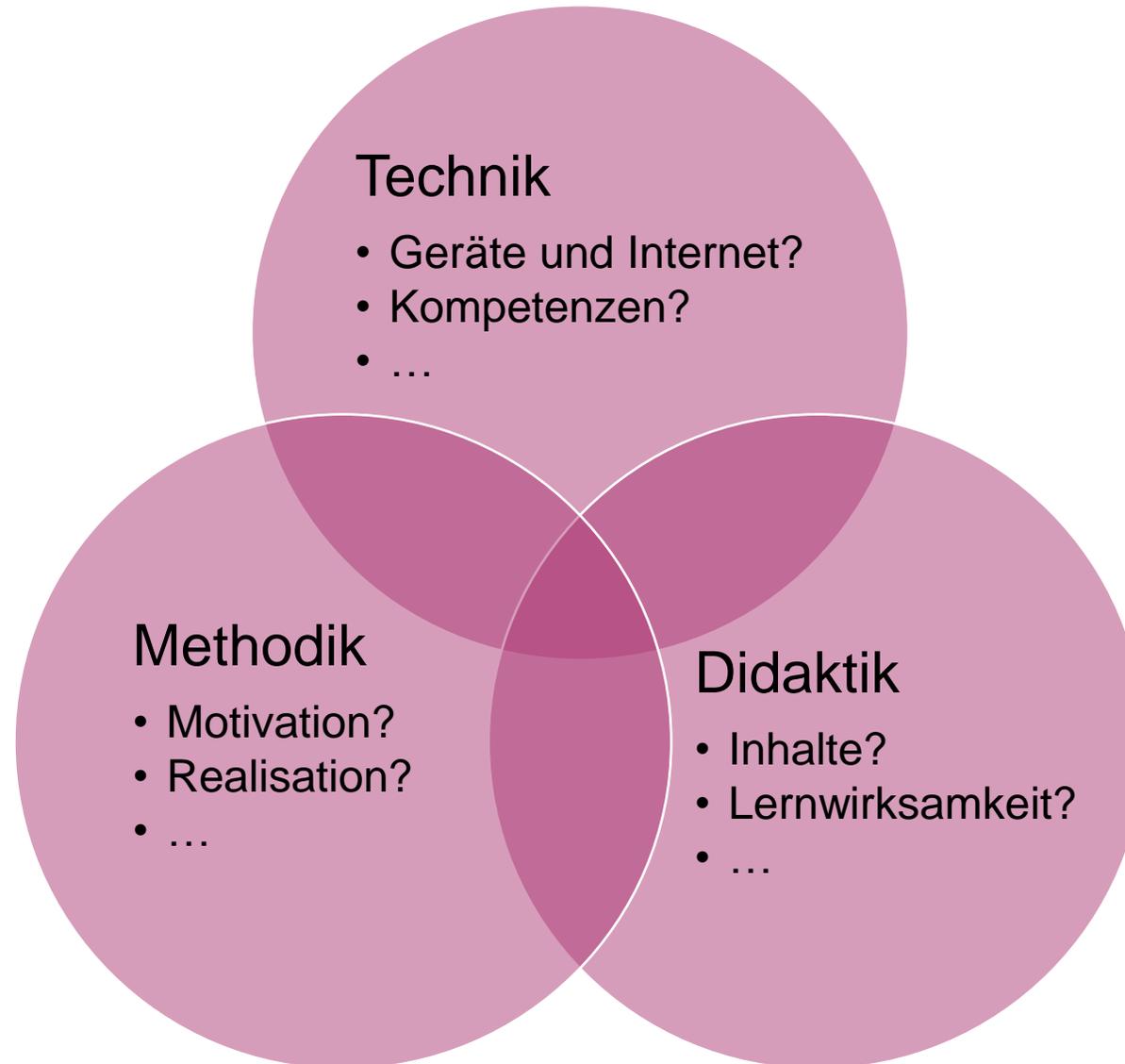
- Es wird ein Modell mit *GeoGebra* konstruiert oder ein vorhandenes genommen.
- Das Modell wird per QR-Code oder Link geteilt.
- Die App *GeoGebra 3D Rechner* verfügt über eine AR-Funktion.
- Ich passe das Modell dynamisch an reale Gegebenheiten an.

Wozu soll das gut sein?

- Reale Situationen werden mit Visualisierungen physikalischer oder mathematischer Konzepte verknüpft.
- Die Durchführung soll zur Reflexion über Modelle verhelfen und das Modellverständnis fördern.

Was wird visualisiert?

- In der Physik können z.B. Lichtwege, Kräfte, Felder und Wellen visualisiert werden.
- In der Mathematik sind das geometrische Körper und Flächen oder funktionale Zusammenhänge, die in der realen Umgebung vorkommen.



Kontakt



teichrew@physik.uni-frankfurt.de

freese@physik.uni-frankfurt.de



www.albert-teichrew.de



**Mehr dynamische Modelle
und AR-Experimente**



[@teichrew](https://twitter.com/teichrew)

[#twlz](https://twitter.com/teichrew) [#physikedu](https://twitter.com/teichrew)

- Erb, R. & Teichrew, A. (2020). [Geometrische Optik mit GeoGebra](#). *NiU Physik*, 31(175), 24–28.
- Erb, R. (2017). *Optik mit GeoGebra*. Berlin: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110491340>
- Freese, M., Winkelmann, J., Ullrich, M., Teichrew, A. & Erb, R. (2021). [Einsatz von Augmented Reality: Phasenvernetzt und praxisorientiert vermittelt](#). In M. Kubsch, S. Sorge, J. Arnold & N. Graulich (Hrsg.), *Lehrkräftebildung neu gedacht: Ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken* (S. 237–242). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Thees, M., Kapp, S., Altmeyer, K., Malone, S., Brünken, R. & Kuhn, J. (2021). Comparing Two Subjective Rating Scales Assessing Cognitive Load During Technology-Enhanced STEM Laboratory Courses. *Frontiers in Education*, 6, 236. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.705551>
- Teichrew, A. & Erb, R. (2020). Hauptsache Augmented? Klassifikation digitalisierter Experimentierumgebungen. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 421–426). Münster: Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830992462>
- Teichrew, A. & Erb, R. (2020). How augmented reality enhances typical classroom experiments: examples from mechanics, electricity and optics. *Physics Education*, 55(6), 065029. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abb5b9>
- Sonntag, D., Albuquerque, G., Magnor, M. & Bodensiek, O. (2019). Hybrid learning environments by data-driven augmented reality. *Procedia Manufacturing*, 31, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.006>
- Wiesner, H., Engelhardt, P. & Herdt, D. (1993). *Lichtquellen, Reflexion* (Unterricht Physik Band 1: Optik I). Köln: Aulis-Verl. Deubner.