

# Reale Phänomene im digitalen Modell nachvollziehen – Einsatz von interaktiven Simulationen beim Experimentieren

Paul Schlummer und Daniel Laumann

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

## Überblick

Schwierigkeitsgrad	für Anfänger
Vorbereitungsaufwand	mittel
Fächer	Physik, Naturwissenschaften
Durchführungsdauer/Zeitaufwand	1–2 Doppelstunden
Zielgruppe	Sekundarstufe I
Themengebiet	Optik
Ziele	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Schülerinnen und Schüler beschreiben das Abbildungsverhalten einer Sammellinse auf der Phänomenebene, indem sie untersuchen, wie sich das Bild einer Lupe bei verschiedenen Abständen verhält.</li><li>◆ Schülerinnen und Schüler üben eigenständig das digitale Modellieren eines realen Sachverhalts, indem sie in einer Simulation Parameter variieren und mit einem Realexperiment abgleichen.</li><li>◆ Schülerinnen und Schüler erklären das Zustandekommen reeller und virtueller Bilder anhand des Strahlenmodells, indem sie das digitale Modell auf das reale Phänomen übertragen.</li></ul>
Kompetenzbereiche	Suchen, verarbeiten und aufbewahren: 3.2.2 Problemlösen und handeln: 5.2.4, 5.4.1

- **Worum geht es?** Experimente im Physikunterricht werden in der Regel mit einem theoretischen Modell gedeutet und erklärt. Während das Experiment selbst den unmittelbaren Bezug zum Phänomen bietet, tritt der modellhafte Charakter der physikalischen Beschreibung bei interaktiven Simulationen besonders hervor. Durch den kombinierten Einsatz von Experimenten und interaktiven Simulationen kann der Modellierungsprozess nachvollziehbar gemacht und in direkten Bezug zu den im Experiment beobachteten Phänomenen gesetzt werden. Besonders gut lässt sich dies umsetzen, wenn die Simulationen in ihrer inhaltlichen und optischen Gestaltung unmittelbar an eine Experimentiersituation anknüpfen. Ein Beispiel hierfür ist die hier vorgestellte Simulation „Lupe“, mit der sich Strahlengänge an einer Sammellinse visualisieren lassen. Durch Anpassen der Parameter in der Simulation können auch im Schülerexperiment realistische Werte für Brennweite und Gegenstandsweite gewählt werden, sodass Phänomen- und Modellebene zur Deckung gebracht werden können.

## Vorwissen

- ▶ **Technisches Vorwissen** Intuitive Bedienung, spezifisches Vorwissen zur Simulation ist nicht notwendig.
- ▶ **Fachliches Vorwissen** Das Strahlenmodell von Licht und das Phänomen der Lichtbrechung sollten bekannt sein.

## Ausstattung

### ▶ Geräte und Materialien

Geräteanzahl	Betriebssystem	Gerätetyp
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> nur Lehrkraft</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 1 Gerät pro Gruppe</li> <li><input type="checkbox"/> 1:1-Ausstattung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> iOS</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Android</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Windows</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> macOS</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Linux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Smartphone</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Tablet</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Notebook</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Desktop-PC</li> </ul>

**Experimentiermaterial:** Je nach Ausstattung werden optische Bänke mit Aufsätzen, Leuchtobjekten, Sammellinsen und Schirm, oder einfacher Lupen und weißes Papier oder weiße Pappe benötigt.

### ▶ Software

App bzw. Programm	Kosten	Kompatibilität	Funktion	Internet benötigt?
CK-12-Simulation „Lupe“	kostenlos	iOS, Android, Windows, macOS, Linux	Visualisierung des Strahlenganges bei Abbildung an einer Sammellinse	dauerhaft

### ▶ Web-Ressourcen

Die Simulation stammt von der US-amerikanischen Lernplattform CK-12, die ca. 30 Simulationen auf Deutsch anbietet: [www.ck12.org](http://www.ck12.org). Für den Zugriff auf CK-12 ist das Anlegen eines kostenlosen Benutzerkontos erforderlich.

Hinweis: Freien Zugang zu ausgewählten CK-12-Simulationen mit Zusatzmaterial gibt es auf LEIFPhysik ([www.leifphysik.de](http://www.leifphysik.de)).

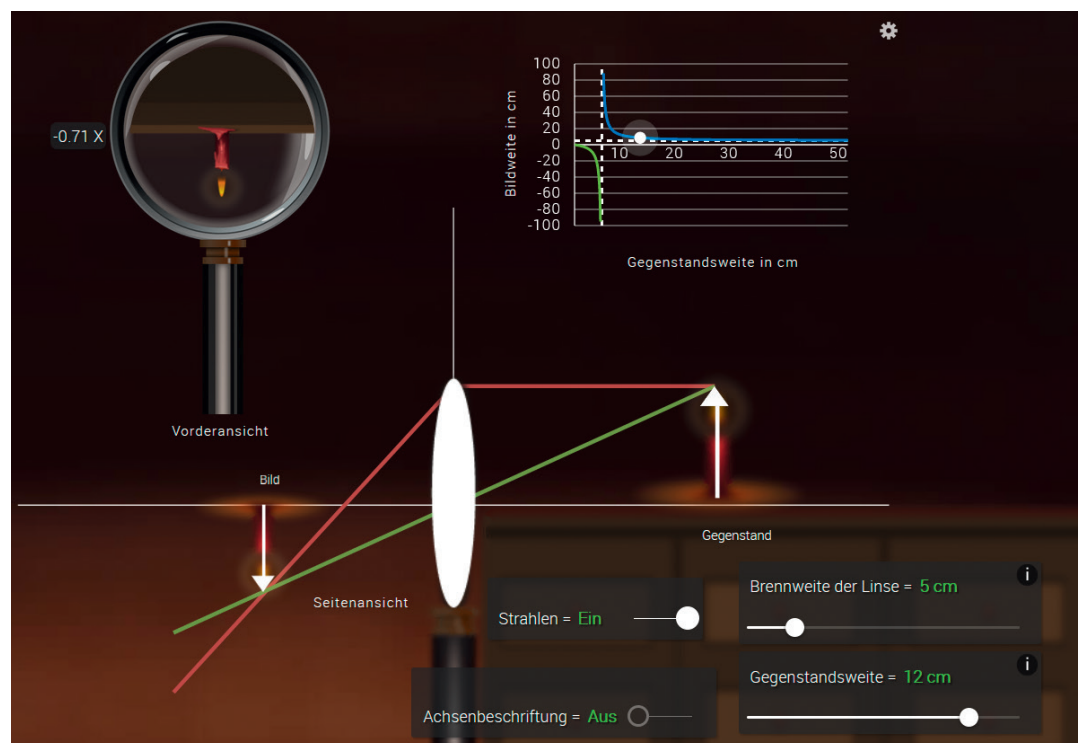
## Einsatz im Unterricht

### ► Wie geht das?

Die Simulation lässt sich intuitiv bedienen. Sie müssen den Lernenden nicht zwingend eine Einführung in ihre Verwendung geben und können die Simulation parallel zu einem Realexperiment einsetzen. Wenn Sie sich einen Überblick über die Bedienelemente der Simulation verschaffen, werden Sie feststellen, dass die Simulation das Abbildungsverhalten der Sammellinse auf verschiedenen Abstraktionsebenen modelliert:

- ◆ Zentrales Element ist die schematische Darstellung der Versuchsanordnung. Hier wird in reduzierter Darstellung die Lage der Linse, des abzubildenden Gegenstandes und des entstehenden Bildes gezeigt. Mithilfe der entsprechenden Schaltflächen lassen sich Abstandswerte und der Strahlengang durch die Linse ein- und ausblenden.
- ◆ Die konkrete Darstellung des beobachtbaren Bildes in der Lupe ermöglicht es Lernenden, die in der Simulation gewählte Konfiguration mit der im Experiment gemachten Beobachtung des Phänomens direkt zu vergleichen.
- ◆ Auf abstrakt-mathematischer Ebene ist zudem der Zusammenhang zwischen Bildweite und Gegenstandsweite in einem Diagramm aufgetragen. Das Diagramm können Sie ggf. als Zusatzelement für mathematisch besonders interessierte Lernende thematisieren.

Die Visualisierungen ändern sich dynamisch mit den über die Schieberegler im unteren Bildschirmbereich eingestellten Werten für Brenn- und Gegenstandsweite.



▲ Abb.1 CK-12-Simulation zur Sammellinse (© CK-12 Foundation [CC-BY-NC 2.0])

► **Wie kann ich das in meinem Unterricht übertragen?**

Es bietet sich das Arbeiten in Zweiergruppen an. Zunächst nähern sich die Lernenden dem Thema auf rein phänomenologischer Ebene, indem sie einen Gegenstand durch eine Lupe betrachten und dabei den Abstand zwischen Lupe und Gegenstand immer weiter vergrößern. Anhand der Beobachtungen aus diesem Experiment können Sie gemeinsam mit den Lernenden weitere Fragestellungen ableiten:

- ◆ „Warum steht das Bild manchmal auf dem Kopf?“
- ◆ „Warum kippt das Bild irgendwann um?“
- ◆ „Wovon hängt es ab, wie groß das Bild in der Lupe aussieht?“
- ◆ „Entsteht das Bild nur in meinem Auge?“

Im Anschluss kann das Phänomen systematisch mit einem weiteren Realexperiment untersucht werden, wobei zusätzlich die Simulation zur Verfügung gestellt wird. In diesem Experiment wird der subjektive Eindruck beim Betrachten des Bildes durch die Lupe durch einen Schirm ersetzt. Da die Simulation analog zum Realexperiment strukturiert ist, können die Lernenden sowohl im Experiment realisierte Einstellungen nachbilden als auch Simulation und Experiment miteinander vergleichen. Die Lernenden können so selbsttätig das reale Experiment mithilfe des Strahlenmodells modellieren und sich die Erklärung der zuvor beobachteten Phänomene erarbeiten.

Während der hier vorgestellte Entwurf bewusst auf die kombinierte Darbietung von Realexperiment und Simulation zielt, bietet der digitale Inhalt natürlich auch die Möglichkeit, den Unterricht zeitlich und örtlich flexibler zu gestalten. Sowohl das Freihandexperiment mit Lupe als auch die Arbeit mit der Simulation eignen sich beispielsweise ebenfalls für den Fernunterricht und das eigenständige Experimentieren von zu Hause aus.

► **Was muss ich beachten?**

Normalerweise ist man beim Benutzen einer Lupe dazu geneigt, die Lupe sehr nah an das Auge zu halten. Um das Umkippen vom virtuellen zum realen Bild tatsächlich beobachten zu können, sollten die Lernenden allerdings mit etwas Abstand durch die Lupe schauen, indem sie diese z. B. mit ausgestrecktem Arm halten.

Das gedrehte Bild sollte für die Lernenden gut vom nicht gedrehten Bild unterscheidbar sein. Die betrachteten Objekte sollten also keine Punktsymmetrie aufweisen. Um das Bild auf einem Schirm darstellen zu können, werden im zweiten Versuch zudem leuchtende Objekte benötigt. Gut eignen sich z. B. die Form der Buchstaben „F“ oder „L“. Diese können Sie auf Transparentpapier malen und auf eine Taschenlampe kleben oder auf einfache Weise aus LEDs zusammenlöten – möglicherweise auch gemeinsam mit Ihren Schülerinnen und Schülern.

## Material für den Unterricht

► **Weiterführende Materialien**

Hier finden Sie einen Überblick über die bei LEIFIphysik veröffentlichten Simulationen, sowie Links zu weiterführendem Material und Arbeitsblättern:

<https://physikkommunizieren.de/simulationen-animationen/>