

Liste der im Buch enthaltenen Weblinks

Hier finden Sie unter bestimmten Oberthemen sowie den Buchkapiteln zugeordnet eine Sammlung von Weblinks. Diese dient einerseits dazu, Ihnen weitere inhaltliche Hinweise zu den Unterrichtsthemen selbst zu geben; andererseits finden Sie auf den angegebenen Webseiten sehr hilfreiche, noch speziellere Informationen zu Apps, die den Rahmen dieses Buches sprengen würden.

App-Vorstellungen und -Sammlungen:

<http://bestekinderapps.de/mathe-lern-apps>

https://wiki.zum.de/wiki/Apps_für_die_Schule

<https://www.handysektor.de>

<http://www.ipadatschool.de/>

<https://learningapps.org>

<https://www.lehrer-online.de>

<https://www.dji.de/ueber-uns/projekte/projekte/apps-fuer-kinder-angebote-und-trendanalysen/datenbank-apps-fuer-kinder.html>

(Deutsches Jugend Institut: Datenbank "Apps für Kinder"; bei der App-Suche lässt sich "Sekundarstufe-1-Schüler" als Zielgruppe auswählen)

Berechtigungen:

Der App-Store von Apple® zeigt keinerlei Berechtigungen an. Der Benutzer sollte nach einer Installation die Berechtigung auf das notwendige Minimum beschränken.

(<https://www.howtogeek.com/211623/how-to-manage-app-permissions-on-your-iphone-or-ipad/>)

Die Berechtigungs-Datenbank für iOS®-Apps www.cluefulapp.com existiert offenbar nicht mehr.

Englischsprachige Apps, die Anregungen für die weitere App-Suche und didaktische Aufbereitung von Fachwissen geben, auch wenn viele noch nicht in der Sekundarstufe I einsetzbar sind (im Google Play Store® nach Wiki Kids Limited suchen)

Europäische Plattform für Lehrkräfte von Naturwissenschaften und Technik:

www.science-on-stage.de/

Dort kann u.a. die gedruckte Broschüre "iStage2: Smartphones im naturwissenschaftlichen Unterricht" angefordert werden:

<http://www.science-on-stage.de/page/display/de/3/70/0/istage-2-smartphones-im-naturwissenschaftlichen-unterricht>

Handys in der Schule:

<http://www.lehrer-online.de/1057168.php>

Apps für die Schule:

https://wiki.zum.de/wiki/Apps_für_die_Schule

HTML5:

<https://www.thephysicsaviary.com/index.html>; für Labor-Simulationen:

<https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/find.php>

HTML5-Simulationen von Walter Fendt:

<http://www.walter-fendt.de/html5/phde/>

HTML5-Simulationen von PhET (Web-Apps); die Apps lassen sich abspeichern und offline verwenden (als HTML-Datei per Klick auf den Downloadbutton herunterladen):

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/by-device/ipad-tablet>

Inzwischen wird von PhET eine Android-App angeboten, die verschiedene, bislang als separate Web-Apps angebotene Lernprogramme, integriert.

Physik-Webapps: Einige der Simulationen sind auch mit deutscher Benutzerführung erhältlich:

<https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/by-device/ipad-tablet>

iPhone®/iPad®: die besten Physik-Lern-Apps für Apple®-Anwender:

<http://lernenmitapps.de/beste-physik-apps/>

Konferenzen und Kongresse zum Thema „Apps“:

- MobileTech Conference & Summit (<https://mobiletechcon.de/de/>)
- „Mobile World Congress“ (<https://www.mobileworldcongress.com/>)

Physikdidaktische Forschung zu Apps z. B. an folgenden Hochschulen:

- PH Freiburg (<https://www.ph-freiburg.de/en/physik/homep.html>)
- Universität Kaiserslautern (<http://www.physik.uni-kl.de/kuhn/home/>; AG Didaktik der Physik)
- Universität Potsdam (http://www.physik.uni-potsdam.de/index.php?&groups_id=9&m=gruppe)

Physikunterricht mit Multimediaunterstützung („International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning“):

<http://www.mptl.eu/>

I.i Universell verwendbare Apps

1 RealCalc Scientific Calculator® (Wissenschaftlicher Taschenrechner)

Hinweis für iOS-Nutzer: Der auf iPhones vorinstallierte Taschenrechner funktioniert evtl. nicht richtig, für weitere Informationen siehe: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/iphone-taschenrechner-unter-ios11-bug-sorgt-fuer-rechenschwaecher-a-1174430.html>

Die RealCalc-Taschenrechner-App ist auch für iOS erhältlich, aber kostenpflichtig.

I.ii Apps zum Wiederholen und Üben

6 Schlaukopf: Fit für die Schule® (Lernquiz):

Im Internet gibt es die Lernplattform www.schlaukopf.de mit Multiple-Choice-Fragen, die seit 2007 über 700 Millionen Mal beantwortet wurden.

I.iii Apps in der Erarbeitungsphase – Das Smartphone als Messinstrument

Beschreibungen zu 60 Smartphone-Physik-Experimenten finden sich unter:

<http://mascil.ph-freiburg.de/aufgabensammlung/experimente-mit-dem-smartphone/einfuehrung-in-das-schuelerprojekt> (zur Verfügung gestellt von Dr. Bronner, der mit dem Deutschen Lehrpreis 2016 für innovatives Unterrichten ausgezeichnet wurde).

Mess-Apps: Eine interessante Neuentwicklung stammt von der RWTH-Aachen und nennt sich „Phyphox“ (gesprochen: „Fie-fox“), kurz für „physical phone experiments“; die App greift auf die verschiedenen Sensoren im Smartphone zu; siehe den Bericht in c't 01/2018, S.126. Auf der Homepage <http://phyphox.org/de/home-de/> werden stetige neue Entwicklungen und Anwendungen

vorgestellt. Wenn das Smartphone so in einem Experiment verbaut ist, dass eine manuelle Bedienung der App nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt möglich wäre, hilft eine Fernsteuerfunktion z.B. beim Starten und Stoppen der Messung.

Von Google wird inzwischen auch eine App für Messungen mit den internen, aber auch externen Sensoren angeboten: Science Journal. Sie bietet aber gegenüber bereits existierenden Apps, insbesondere der Physics Toolbox, keine wirklichen Neuerungen.

Eine Idee für ein Experiment, bei dem verschiedene Messgrößen gleichzeitig erfasst werden sollten (Spannung am Mikrofoneingang und Lichtintensität): Messung der Abhängigkeit des Widerstands eines Fotowiderstands oder der Ausgangsspannung einer Solarzelle von der Lichtintensität.

Einstein-Tablet:

In der Regel sind Tablets mit weniger Sensoren ausgerüstet als Smartphones. Eine Ausnahme stellt das Einstein-Tablet dar, das speziell für den Schulbereich entwickelt wurde. Siehe z.B.:

<http://www.fourieredu.de/os/einstein-tab>

Datenblatt für den in Smartphones verwendeten Magnetometerchip AK8975:

<https://datasheetspdf.com/datasheet/AK8975.html>

<https://www.akm.com/global/en/support/product-technical-information/document-download/>
(Datenblätter zu einer Vielzahl anderer Sensoren)

Erläuterung zur Funktionsweise von Rotationssensoren:

<http://androidmag.de/report/ein-wahres-sensibelchen-handy-sensoren/>

Linsenaufsatz für Smartphones zur Nutzung als Mikroskop:

<https://www.apple.com/de/>: olloclip 7x Makro-, 14x Makro- und 21x Makro-Objektive

http://www.handysektor.de/fileadmin/user_upload/bilder/basisthemen/Paedagogenecke/HS-Unterrichtseinheiten/Handysektor_UE_Smartphone-Mikroskop.pdf

Besonderheit von Samsung-Smartphones:

Bei diesen Geräten stehen durch die Eingabe von "*"#0*#" über die Kalibrierungs-Funktion des Kompasses hinaus viele weitere Funktionen zur Verfügung. So können z.B. auch die Daten der Beschleunigungssensoren graphisch dargestellt werden.

Austausch von Messdaten im Unterricht

Flensor-App von Martin Panusch, www.flensor.de

2 droidplot

Eine Weiterentwicklung der App findet sich jetzt unter dem Namen AddiPlot im play store. Eine Alternative wäre die ebenfalls kostenlose App MATLAB Mobile von The MathWorks, Inc., die zusätzlich einen Zugriff auf die Sensoren des Smartphones ermöglicht.

5 KineMaster® (Videobearbeitung)

Hinweise zur Benutzung: Zeitleiste lässt sich zoomen, um Zeitangaben genauer als 1/10s zu erhalten; Zeitleiste berühren, um Schnitte zu setzen; Alternative: ActionDirector von CyberLink.com aus Taiwan, version 2.10, 13.02.2018

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cyberlink.actiondirector>

13 Freifall Stoppuhr und Rechner®

Ersatz für iOS®: Fallvorgänge lassen sich numerisch mit einer Tabellenkalkulation oder mit folgendem Javascript-Programm berechnen:

http://ge-waldbroel.nw.lo-net2.de/jenders/publik/Egleichmmala/Freier_Fall1.html

15 Physics Toolbox Accelerometer®

Untersuchung der Dämpfung verschiedener Schuhe mit dem Smartphone:

https://www.mnu.de/attachments/article/636/MNU_Heft_14_08_Vogt_Kuhn.pdf

17 Speed-Up® (Beschleunigungsmessung)

App nicht mehr im Store verfügbar. Die Funktionalität sollte sich in der App PhyPhox nachbilden lassen (Count-Down-Funktion vorhanden, Integration der Beschleunigungswerte:

https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment:_Integrated_acceleration)

20 Stabilisierter Kompass®

Didaktischer Hinweis: In der Ausgabe 9/2018 der Computerzeitschrift c't wird beschrieben, wie sich die Magnetfeldrichtung in die tatsächliche Orientierung zum geographischen Nordpol umrechnen lässt.

22 Meine Tracks (GPS-Tracker)

Im April 2016 hat Google seine App aus dem Playstore entfernt. Die Funktionalität der App findet sich größtenteils in *Sportractive* wieder, mit einer (für den Unterrichtseinsatz) wichtigen Ausnahme: Die GPS-Daten lassen sich nur im GPX- nicht aber im CSV-Format exportieren. Webseiten, wie z.B.: <http://www.gpsies.com/convert.do> und http://www.gpsvisualizer.com/convert_input, bieten Konvertierungsmöglichkeiten. *Sportractive* erfordert im Gegensatz zu vielen anderen Apps keine Online-Anmeldung (Erstellung eines Benutzer-Accounts), wodurch sie auch ohne Netzzugang verwendet werden kann. Die Genauigkeit der Positionsbestimmung von *Sportractive* ist mit der von *Meine Tracks* vergleichbar und deutlich besser als die der im Buch genannten Alternativ-App *GPS Logger for Android* von *Mendhak*.

24 WeatherSignal

Ein vergleichbares Projekt, das aber auf zusätzliche Hardware setzt, wurde an der Universität Münster initiiert: www.sensebox.de

28 Sound Generator®

Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft:

<http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/viewFile/546/693>

I.iv Apps in der Erarbeitungsphase – Visualisierung und Simulation

Sternfreunde Münster:

<http://www.sternfreunde-muenster.de/stfms.php>

Verzeichnis der Sternwarten, Planetarien, Astronomievereine in Deutschland, Österreich und der Schweiz und nach Postleitzahlen sortierte Adresslisten:

<http://www.zvsd.org/Verzeichnis-Planetarien-Sternwarten>

32 Google Sky Map®

Google hat sich von der App getrennt, wird aber jetzt als Open-Source-Projekt weitergeführt. Neuer App-Anbieter: *Sky Map Devs*

Sternuhr Nocturlabium:

http://www.experimentis.de/physikalisches_spielzeug/sternuhr-nocturlabium/

43 Gekoppelte Pendel (HTML5-Simulation)

Gekoppelte Oszillatoren und biologische Synchronisation:

<http://www.spektrum.de/magazin/gekoppelte-oszillatoren-und-biologische-synchronisation/821365>

49 Ohm's Law Plus® (Rechnen mit dem Ohm'schen Gesetz)

App nicht mehr im Store verfügbar. Eine sehr ähnliche App ist: Ohms Law Calculator von Calculator Co

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.calculatorco.ohmslaw>

Eine App mit deutscher Benutzerführung: Ohmsches Gesetz Rechner von Sparkle Solutions

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vin.android.ohmslawcalculator>

50 Resistance in a Wire® (Drahtwiderstand; HTML5-Simulation)

Formel für den Drahtwiderstand: Herleitung der Proportionalitäten ($R \sim l$ und $R \sim 1/A$):

<https://www.electronics-tutorials.ws/de/widerstande/spezifischer-widerstand.html>

51 Einfache Wechselstromkreise (HTML5-Simulation)

Formelmäßige Zusammenhänge zwischen Strom und Spannung:

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/wechselstromtechnik>

(Grundwissen Wechselstromwiderstände)

52 Faradays Elektromagnetisches Labor® (Induktionsgesetz; HTML5-Simulation)

Elektromagnetische Induktion:

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion>

53 Gleichstrom-Elektromotor (HTML5-Simulation)

Einen Elektromotor selbst bauen:

<http://www.physikanten.de/experimente/der-einfachste-elektromotor-der-welt>

Kraft auf Stromleiter – E-Motor:

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/kraft-auf-stromleiter-e-motor>

54 EveryCircuit® free (Schaltungssimulation)

Alternative Apps: Es gibt die Web-App 123D Circuits® auf <https://123d.circuits.io/>.

Diese Simulation ist kostenlos, erfordert aber eine Registrierung (siehe auch: www.fritzing.org).

55 Blitzortung Gewitter-Monitor®

Diese App stellt Daten dar, die vom privaten Netzwerk Blitzortung.org (www.blitzortung.org) gewonnen und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Film zu Blitzphänomenen:

<https://www.fernsehserien.de/terra-x/folgen/jm-bann-der-blitze-517419>

<https://www.youtube.com/watch?v=mdn0d56481l>

Alternative Apps: Ein kommerzielles Blitzmeldesystem wird z. B. von der Firma Siemens betrieben (BLIDS®; www.blids.de).

57 CO2 Modeller®

Hinweis: Die CO₂-Emissionen sind in "Gigatonnes Carbon Per Year" also Milliarden Tonnen Kohlenstoff pro Jahr angegeben, einer in der Klimaforschung gebräuchlichen Einheit. In den Medien wird aber in der Regel die Gesamtmasse des Kohlenstoffdioxids genannt; diese ist um den Faktor $44/12 \approx 3,67$ - das Massenverhältnis von CO₂ zu Kohlenstoff - größer. Im Jahr 2018 wurden durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe weltweit 33,1 Milliarden Tonnen CO₂ freigesetzt.

Eine interessante Webseite zum Thema, eine CO₂-Uhr: <https://www.mcc-berlin.net/forschung/co2-budget.html> (am 31.12.2017 verblieb der Menschheit für die Einhaltung der 2-Grad-Grenze 17 Jahre, 11 Monate, 29 Tage); Literaturhinweis: <https://aol-verlag.de/10471-klimaschutz-ab-heute-machen-wir-mit.html> und Abenteuerspiel Serena Supergreen, siehe unten.

60 Spielzeug Kaleidoskop® (Kaleidoskopberechnung aus Kamerabildern)

App nicht mehr im Store verfügbar. Alternative: Camera Kaleidoscope von Weasel
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.weaseldev.kaleidoscope>

Mathematische Basteleien: Kaleidoskop:

<http://www.mathematische-basteleien.de/kaleidoskop.htm>

Artikel zur allgemeinen Bedeutung der Symmetrie sowie speziell für die Physik:

http://joachimschummer.net/papers/2006_Symmetrie_Krohn.pdf

62 Runtastic Heart Rate® Puls (Herzfrequenzmessung)

Pulsmessung:

<https://www.leifiphysik.de/elektronik/halbleiterdiode/ausblick/pulsmessung>

63 Bridge Constructor Playground® free (Brückenkonstruktion)

Bau von Brücken aus Makkaroni als Unterrichtsprojekt:

<http://www.joachim-kranz.net/index.php/physik/physik-der-brucken>

Leonardo Brückenbausatz:

<http://www.leonardo-brueckenbausatz.com>

65 Apparatus Lite® (Schwerkraftapparate)

Die App ist nicht mehr im playstore verfügbar. Eine weitere Alternativ-App außer Super Contraption (Vorsicht: In-App-Käufe!) ist App Physik Experimente spiel mit 56 Leveln von educ8s.com

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.educ8s.physics&hl=de>

Serious Games:

Aktuelle Informationen zum Thema sind z. B. im Internet unter www.spieleratgeber-nrw.de zu finden.

Ein weit verbreitetes Spiel, mit dem sich die verschiedensten Lerninhalte umsetzen lassen, ist Minecraft®, das für PCs, Smartphones und Tablets erhältlich ist, auch in einer speziellen Version für Schulen (<http://minecrafteu.com/>). Ein weiteres bekanntes PC-Spiel ist Ludwig® (<http://www.playludwig.com/>).

Als weitere interessante Apps sind zu nennen:

- *Poor Devil! – Physics Game* von Inmedia (eine App zum Maxwell'schen Dämon)
- *Fourier Filter Camera* von Zack Philips (die App nimmt Bilder mit der Smartphone-Kamera auf und führt in Echtzeit eine Fourier-Transformation durch)
- *Quantum Moves* von Aarhus University (Ziel des Spiels, das im Februar 2017 bereits 200.000 Nutzer hatte, ist es, logische Operationen in einem Quantencomputer zu simulieren. Die Ergebnisse würden für die Entwicklung realer Quantencomputer genutzt).
- *Serena Supergreen - Adventure-Spiel* Ein für die Betriebssysteme iOS, Android, Mac OS X und Windows angebotenes Abenteuerspiel zur Berufsorientierung, das darauf abzielt, Schülerinnen für das Erlernen eines technischen Beruf zu motivieren. Vom Spieler wird die Jugendliche Serena Supergreen gesteuert, die nach einem Schülerpraktikum zusammen mit zwei Freundinnen in ihren Ferien zu einer Insel reisen. Sie finden diese verlassen vor und müssen erst einige Herausforderungen, u.a. die Reparatur der dortigen Windkraftanlage meistern, bevor sie nach Hause zurückkehren können. Zum Spiel existiert umfangreiches Begleitmaterial für den Unterricht.
- *Circuit Scramble - Computer Logic Puzzles* von Suborbital Games; Aufgabe: Mit einer minimalen Anzahl von Änderungen der Eingänge von Digitalschaltungen den gewünschten Output zu erzeugen; <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Suborbital.CircuitScramble&hl=de>

II Unterrichtseinheiten

Vorbemerkungen:

Physik als Wissenschaft der Bewegung:

<http://motionmountain.net/willkommen.html>

2 Experiment zum freien Fall (Tiefe des Kyffhäuser-Brunnens)

YouTube®-Film „Brunnengeist tiefster Brunnen der Welt Kyffhäuser“:

<http://www.youtube.com/watch?v=27P77KE81Es>

3 Experiment zur Beschleunigung beim Laufen und Springen

Reiseauskunft der Deutschen Bahn: <http://reiseauskunft.bahn.de>

5 Handyschaukel-Experiment

Gleichungsherleitung Periodendauer des Fadenpendels (für Jahrgangsstufe 10 oder Sekundarstufe II):

http://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/Smartphones_im_Physikunterricht_Handreichung_SonSD-Fortbildung.pdf

7 Aufgabe zum Stromverbrauch von Smartphones

Die Kosten lassen sich exemplarisch für einen Wert aus einem Smartphone-Datenblatt zur Leistungsaufnahme beim Telefonieren berechnen, z. B. $P = 2$ Watt (siehe z. B. www.notebookcheck.com). Mit der Energie-Führerschein-App aus Österreich (<https://www.fluxguide.com>), die sich besonders für die Jahrgangsstufen 7 und 8 eignet, lässt sich das Energie-Bewusstsein von Schülern schärfen. Das Quiz-Programm bietet verschiedene Levels, die analog zu den Energie-Effizienzstufen von Haushaltsgeräten bezeichnet sind (von C bis A++). Mit jedem erfolgreich absolvierten Level verwandelt sich eine auf dem Smartphone oder Tablet angezeigte virtuelle Insel Schritt für Schritt von einer dreckigen Industrielandschaft in eine ökologische Musterinsel. Im ersten Level reicht für das Weiterkommen eine Trefferquote von 50%; um das höchste Level zu erreichen müssen alle 20 Fragen richtig beantwortet werden. Ab Level A werden Fragen gestellt, die eine kleine Rechnung erfordern, z.B. zur Bestimmung von Energiekosten. Die meisten Fragen lassen sich allerdings durch logisches Denken und Lesen einer verlinkten PDF-Datei beantworten. Mit Erreichen des Levels A++ erhält man eine Einladung zu realen Veranstaltungen, auf denen die Teilnehmer zu Energieberatern weitergebildet werden. Nur wenige Fragen des Quiz beziehen sich spezifisch auf Österreich, wie z.B. eine zur Aufschlüsselung des dortigen Energieverbrauchs.

8 Schaltung aus Widerständen

Komplexere Schaltkreise:

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/komplexere-schaltkreise/grundwissen/kirchhoffsche-gesetze>

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/komplexere-schaltkreise/grundwissen/kirchhoffsche-gesetze-fuer-fortgeschrittene>

9 Additive und subtraktive Farbmischung

Farben:

<https://www.leifiphysik.de/optik/farben>

Eine weitere Anwendung von Smartphone-Kameras im Physik-Unterricht (die auch einen Beitrag zur Verkehrserziehung leisten kann): Untersuchung der Richtungsabhängigkeit verschiedener

Reflektoren. Die z.B. an Fahrrädern und an Leitpfosten installierten „Katzenaugen“ werfen Licht in die Richtung zurück, aus der es kommt, sofern der Einfallswinkel nicht zu groß wird. Mit Retroreflektor-Spray beschichtete Oberflächen hingegen werfen Licht auch unter einem sehr flachen Winkel zurück (es vermindert sich dann nur die sichtbare Fläche).

10 Asteroidenabwehr

Katastrophenabwehrübung: Nasa plant, Asteroid „Didymoon“ abzuschießen:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/asteroiden-abwehr-nasa-willgesteinsbrocken-abschiessen-a-1028168.html>

Impact Calculator:

<http://simulator.down2earth.eu/>

Im Zusammenhang mit Partikelsimulationen sei auch Diffusion-limited Aggregation (DLA; deutsch: „diffusionsbegrenzttes Wachstum“) erwähnt, ein Vorgang, der baumartige Strukturen erzeugt, z. B. durch elektrische Entladungen. Es konnte keine Android®-App zu diesem Phänomen ausfindig gemacht werden, wohl aber eine Web-App (<http://malteschmitz.github.io/dla/>).

(Stand: Oktober 2019)