

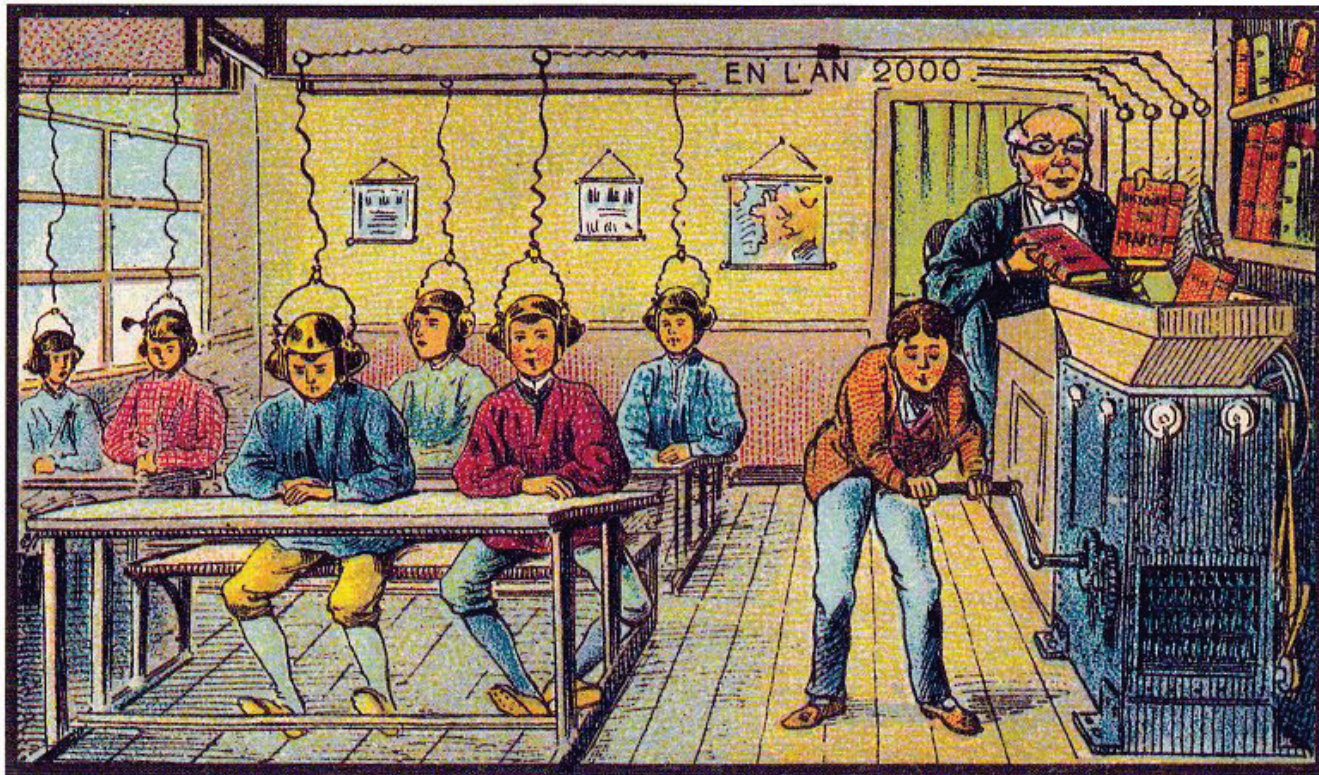
Stefan Richtberg 3.LEIFIphysik Querdenkertreffen

Automatisierung von Lernumgebungen

– Beispiele, Chancen, Grenzen



Automatisiertes Lernen – keine neue Vorstellung



At School

By Jean Marc Cote (if 1901) or Villemard (if 1910) <http://publicdomainreview.org/2012/06/30/france-in-the-year-2000-1899-1910/> [Public domain or Public domain], via Wikimedia Commons

Was der Vortrag leisten soll

- einen Überblick über Möglichkeiten geben
- zeigen, was geht bzw. bald geht
- zum Nachdenken anregen:
 - Wo kann Automatisierung hilfreich sein?
 - Welche Kompetenzen muss man in einer „automatisierten Umgebung“ erlernen?

Was der Vortrag **nicht** ist

- vollständig
- ein Plädoyer für oder gegen Automatisierung
- eine lehr-lernpsychologische Bewertung
- eine Wunschvorstellung für das Lernen

Welche eurer Tätigkeiten in der Schule sollten euren Wünschen nach automatisiert werden?

- Korrekturen
- Benotung
- Organisatorisches
- ...

Welche eurer Lehrertätigkeiten sollte eurer Meinung nach keinesfalls automatisiert werden?

- Experimentieren
- Kontakt mit den Lernern
- ...

Übersicht:

1. Automatisierung in der Erarbeitung
2. Automatisierung beim Üben
3. (aktuelle) Grenzen der Automatisierung
4. Konsequenzen für den Unterricht 2022

Individuelle Lernpfade in Lernmanagementsystemen

[Startseite](#) > [Meine Kurse](#) > [Richtberg Stefan](#)

 Ankündigungen

Fortschritte 

 Optik

☒

 Abschlussfragen

☐

 Lektion zur Optik

☐

 Mein erstes Buch

Eingeschränkt

Nicht verfügbar, es sei denn: Die Aktivität **Optik** ist als abgeschlossen markiert

 Aufgabe zur Optik

☐

Eingeschränkt

Nicht verfügbar, es sei denn:

- Zeit nach **7. April 2017, 12:00**
- Die Aktivität **Optik** ist als abgeschlossen markiert

 Begriffswiki

☐

 Selbstüberprüfung

☐

Stefan Richtberg

3.LEIFIphysik Querdenkertreffen

8

Automatisierung in Lernmanagementsystemen

- flexible Lernpfade (→ Individualisierung)
- Kopplung des Fortschreitens an
 - Zugriff auf Material
 - geleistete Arbeit (bspw. Forenbeiträge)
 - erbrachte Leistung
 - Zeitfaktoren
- computergestütztes Feedback
- computergestützte Leistungsbewertung

Für viele digital verfügbaren Inhalte möglich!

Erarbeitung neuer Fachinhalte

- mittels Texten → Einbindung in LMS

Elektronenablenkröhre

Im Bereich des homogenen elektrischen Feldes bewegen sich die Elektronen auf einer **Parabelbahn** mit der Bahnkurve

$$y(x) = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_K}{d \cdot U_B} \cdot x^2$$

Dabei ist U_B die Beschleunigungsspannung der "Elektronenkanone", U_K die am Plattenkondensator anliegende Spannung und d der Plattenabstand dieses Kondensators.

Hat der Plattenkondensator die Länge l , so beträgt die Ablenkung der Elektronen beim Austritt aus dem Plattenkondensator

$$y(l) = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_K}{d \cdot U_B} \cdot l^2$$

Die Elektronen treten dabei unter einem Winkel der Weite α mit

$$\tan(\alpha) = y'(l) = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_K}{d \cdot U_B} \cdot l$$

aus dem Plattenkondensator aus.

Weder durch Ausmessen der Bahnkurve $y(x)$ noch durch Messen der Ablenkung $y(l)$ oder der Weite α des Austrittswinkels lassen sich Informationen über Ladung e , die Masse m_e oder die spezifische Ladung $\frac{e}{m_e}$ der Elektronen gewinnen.

Aktuell möglich: Zugriffskontrolle, Dauer des Zugriffs
Zukünftig: Eyetracking zur Lesekontrolle

Aktueller Stand:

- meist am PC
- externer EyeTracker
- Auswertung nachgelagert



By Alanmkg [CC BY-SA 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], from Wikimedia Commons

Eyetracking beim Lesen



Bilquelle: <http://www.fb06.uni-mainz.de/esue/134.php> (04.04.2018)

- 1) Erfassung der gelesenen Inhalte
- 2) Analyse der übersprungenen Inhalte
- 3) Einblendung der ausgelassenen Inhalte beim Umblättern

Daraghmi, E. Y., Fan, C.-T., Lin, W.-J., Peng, Z.-Y., & Yuan, S. M. (2015). Eye-Tracking Assisted Self-Directed Learning System. In D. G. Sampson (Ed.), *IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT): 6-9 July 2015, Hualien, Taiwan* (pp. 52–54). Piscataway, NJ: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2015.33>

Ausblick:

- mobil einsetzbar
- individuell für alle Lerner
- Feedback in „Echtzeit“



SMI Eye Tracking Brille

Bildquelle:

<http://hobohm.edublogs.org/2016/02/12/studienprojekt-e-mit-der-eye-tracking-brille-an-der-fh-potsdam/>

(4.4.2018)

Ausblick 2:

- moderne Smartphones bringen schon viel mit



- Infrarotempfindliche Kamera (iPhone X)
 - TrueDepth-Technologie (iPhone X)
 - Iris-Erkennung (Galaxy S9)
- **Eyetracking bald an jedem Smartphone?!**

Potential des Eye-Trackings beim Lesen:

- Unterstützung des Selbstlernens
 - Feedback über eigenen Leseprozess
 - Hinweis auf ausgelassene Inhalte
- Daten für eine externe Bewertung
 - Wurde der Text gelesen?
 - Wo hat der Lerner evtl. noch Schwierigkeiten?
- automatisierte Kontrolle
 - Lesen eines Textes als Zugangsvoraussetzung

Erarbeitung neuer Fachinhalte

- mittels Texten → Einbindung in LMS
- mittels mündlichen Erklärungen → **Nutzung von (fremden) Erklärvideos**



Bildquelle: <https://www.youtube.com/watch?v=o0zq-A3uHx8>

Nutzung von (fremden) Erklärvideos

 Ladung - der zweite Teil I musstewissen Physik 5,6 Tsd. Aufrufe • vor 6 Monaten Untertitel	 Ladung einfach erklärt I musstewissen Physik 6 Tsd. Aufrufe • vor 6 Monaten Untertitel	 Lichtbrechung und Trugbilder I musstewissen Physik 5,3 Tsd. Aufrufe • vor 6 Monaten Untertitel	 Das Reflexionsgesetz I musstewissen Physik 6,3 Tsd. Aufrufe • vor 6 Monaten Untertitel	 Flaschenzug mit mehreren Rollen I musstewissen Physik 4 Tsd. Aufrufe • vor 7 Monaten Untertitel	 Wie funktioniert ein Flaschenzug? I 8,4 Tsd. Aufrufe • vor 7 Monaten Untertitel
 Ferien I Outtakes I musstewissen Physik 480 Aufrufe • vor 7 Monaten	 Abbildungsgesetz Übungen I musstewissen Physik 1 Tsd. Aufrufe • vor 7 Monaten Untertitel	 Abbildungsgesetz I Optik I musstewissen Physik 2,1 Tsd. Aufrufe • vor 8 Monaten Untertitel	 Licht und Schatten I Optik I musstewissen Physik 7,6 Tsd. Aufrufe • vor 8 Monaten Untertitel	 Lichtquellen I Lichtausbreitung I Optik I 11 Tsd. Aufrufe • vor 8 Monaten	 Schwerpunkt I Gleichgewicht I Massenmittelpunkt I 2,5 Tsd. Aufrufe • vor 8 Monaten
 Hebelgesetze I musstewissen Physik 3 Tsd. Aufrufe • vor 9 Monaten	 Newtonsche Gesetze I Trägheitsprinzip I 13 Tsd. Aufrufe • vor 9 Monaten	 Mechanische Leistung und Arbeit I musstewissen Physik 3,9 Tsd. Aufrufe • vor 9 Monaten	 Reibung I Haftreibung und Gleitreibung I musstewissen 8,2 Tsd. Aufrufe • vor 9 Monaten	 Das Hookesche Gesetz I musstewissen Physik 13 Tsd. Aufrufe • vor 10 Monaten	 Kräfteparallelogramm und Kräftegleichgewicht I 3,1 Tsd. Aufrufe • vor 10 Monaten
 Was ist Kraft? I musstewissen Physik	 Geschwindigkeit und Beschleunigung I	 Beschleunigte Bewegung I musstewissen Physik	 Gleichförmige Bewegung I musstewissen Physik	 Kanaltrailer I musstewissen Physik	

Nutzung von (fremden) Erklärvideos

- grundsätzlich nicht neu (z.B. Telekolleg)
- YouTube bietet große Vielfalt
- wachsende Zahl an Erklärvideos mit Zielpublikum SuS
 - SimplePhysics
 - Musstewissen Physik
 - Sofatutor
- Standard bei Flipped Classroom Ansätzen
- jederzeit, überall und wiederholt verfügbar



Bildquelle:

<https://www.spreadshirt.de/erklaerbaer+shirt-A22273256> (4.4.2018)

Finkenberg, F., & Trefzger, T. (2017). Flipped Classroom im Physikunterricht der Oberstufe. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.

Potential von Erklärvideos für Automatisierung

- erhöhte Standardisierbarkeit des „Unterrichtes“
- fachlich korrekte Erklärungen mit geeigneten Visualisierungen
- alternative Erklärungsangebote für unterschiedliche Lernertypen
- jederzeit, überall und wiederholt verfügbar
- kostengünstig skalierbar
- automatisiertes Nutzertracking (Zugriff, Watchtime)

„Aktueller“ Stand: interaktive Videos mit H5P



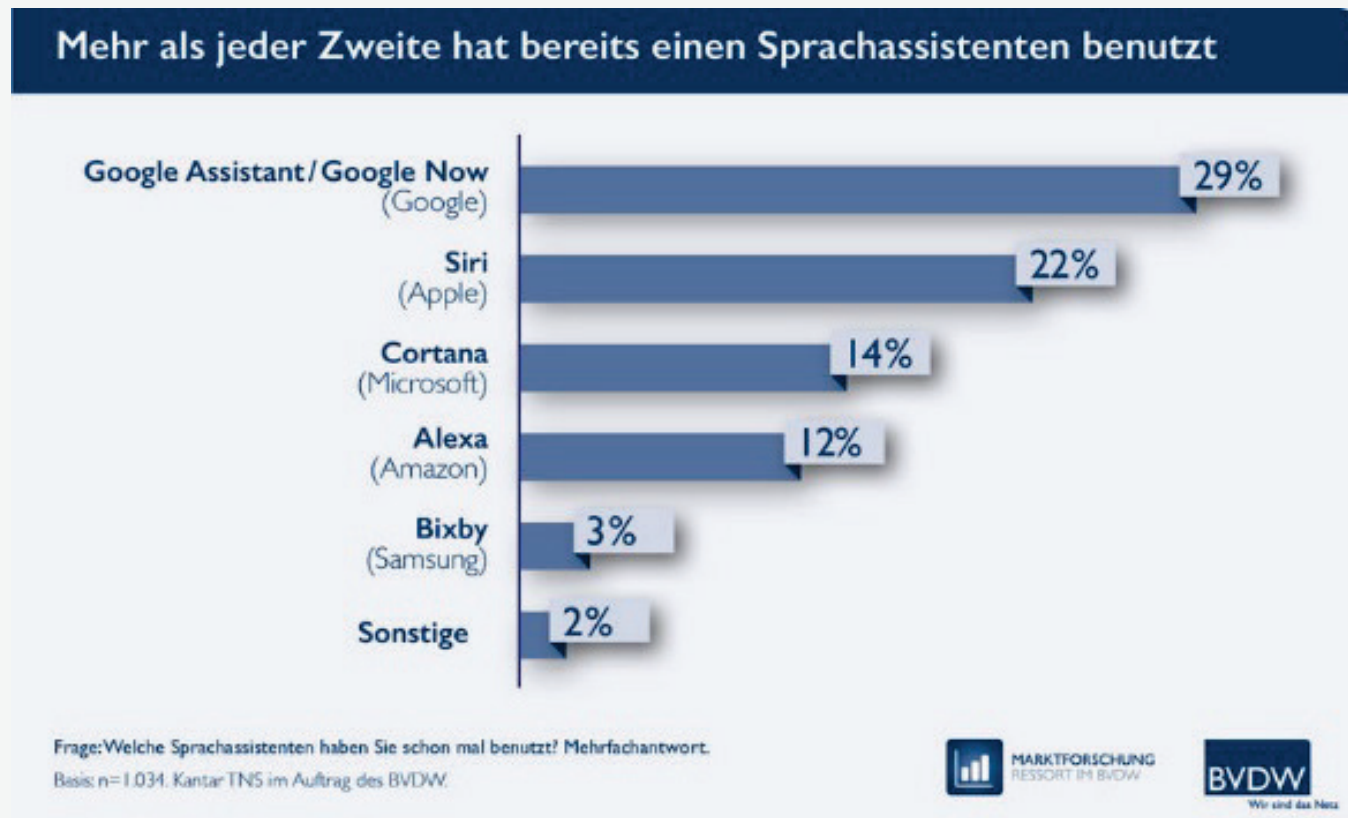
<https://h5p.org/node/207581>

zusätzliche Automatisierungsmöglichkeiten

- verstärktes Nutzertracking
- standardisierte Prüfung der Inhalte über integrierte Aufgaben
- Eintragung der Leistungen direkt ins Notenbuch des LMS

**Aktivierung der Lerner durch Aufgaben aus lehr-
lerntheoretischer Sicht sinnvoll!**

Nächste Schritte: Digitale Assistenten



Quelle: <https://www.bvdw.org/presse/detail/artikel/bvdw-studie-mehrheit-nutzt-digitale-sprachassistenten/> (02.04.2018)

Nächste Schritte: Virtual Reality Videos/Umgebungen

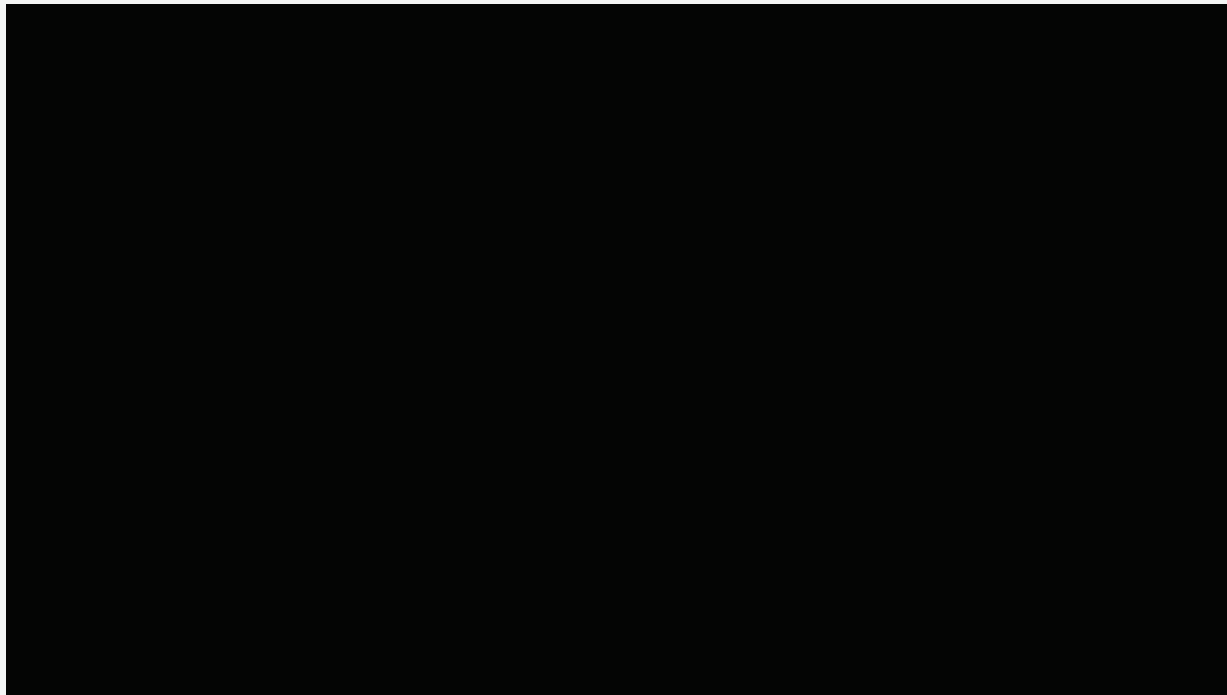
- aktuell begrenztes Angebot im Bildungsbereich (Google Earth, Google Expeditions)



- schafft Erfahrungen, die Unterricht nicht bieten kann (z.B. unterschiedliche Fische im Rhein – Uni Köln)
- ermöglicht identische Automatisierungen wie Videos
- standardisierbar und skalierbar

Nächster Schritte: Virtual Reality Videos/Umgebungen

- aktuell begrenztes Angebot im Bildungsbereich
(Google Expeditions)



Erarbeitung neuer Fachinhalte

- mittels Texten → Einbindung in LMS
- mittels mündlichen Erklärungen → Nutzung von (fremden) Erklärvideos
- **durch Experimentieren**
 - computergestütztes Experimentieren
 - Experimentieren in Mixed Reality Umgebungen

Erkenntnisgewinn durch computergestütztes Experimentieren

🏠	B-Feld	e/m-Bestimmung	Anwendungen	Übungen
---	--------	----------------	-------------	---------

[Helmholtzspulen](#)
[Versuchsaufbau](#)
[Das Experiment](#)
[Hypothesen](#)
[Hypothesen prüfen](#)
[Kräfte](#)
[Labor](#)
[Auswertung](#)

Prüfe und bewerte deine Hypothesen mit dem Experiment.

- Je größer I , desto kleiner der Radius der Kreisbahn ☒ ☐
- Beschleunigungsspannung U_b hat keinen Einfluss ☒ ☐

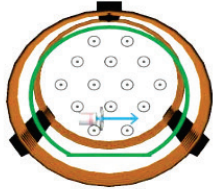
check

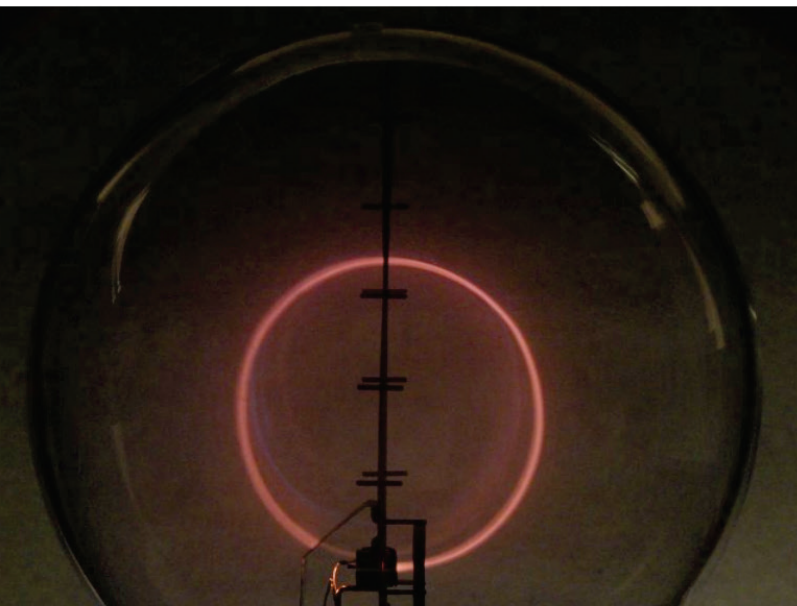
Steuerung:

Beschleunigungsspannung U_b 225 V

Spulenstrom I 2.00 A

schematische Darstellung:





Feedback



<https://virtuelle-experimente.de>

Erkenntnisgewinn durch computergestütztes Experimentieren

- individuelle Nutzung und Bearbeitung
- klassische Prozesse des Hypothesenprüfens und mathematischen Modellierens
- integrierte Hilfen und Feedback
- auf viele Themenbereiche übertragbar
- Nutzertracking möglich
- beliebig skalierbar

Lerner fühlen sich bei der Arbeit trotzdem selbstbestimmt!

Experimentieren in Mixed Reality Umgebungen



Bildquelle: <https://www.wareable.com/ar/microsoft-hololens-everything-you-need-to-know-about-the-futuristic-ar-headset-735> (02.04.2018)

Experimentieren in Mixed/Virtual Reality Umgebungen

- Interaktionen mit „echtem“ Experimentiermaterial
- Guidance und Feedback im Experimentierprozess
- Vollständige Aufzeichnung der Blickbewegungen

Automatisierung beim Üben – aktuelles Thema

Roboter als Lehrer

Pilotprojekt in Finnland

04.04.2018 - Er heißt Elias und ist 57 Zentimeter groß - und er ist Lehrer. Der humanoide Roboter unterrichtet Kinder in einer Grundschule in Finnland. Ein Zukunftsmodell?

Mehr zu: [Humanoid](#) | [Roboter](#) | [Schule](#)



Quelle: <http://spon.de/vgRCU3> (4.4.2018)

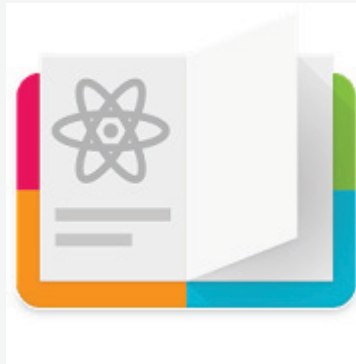
Automatisierung beim Üben

- Rechnen können Smartphones schneller und besser
- auch gedruckte Gleichungen sind kein Problem
- zusätzliche Möglichkeiten wie Visualisierung
- Erklärungen und Zwischenschritte inbegriffen

Beispiele:



Photomath



PhyWiz



WolframAlpha

Photomath - Automatisierte Erklärung von Rechenaufgaben

Gleichungslösen:

$$3x - y = 21$$

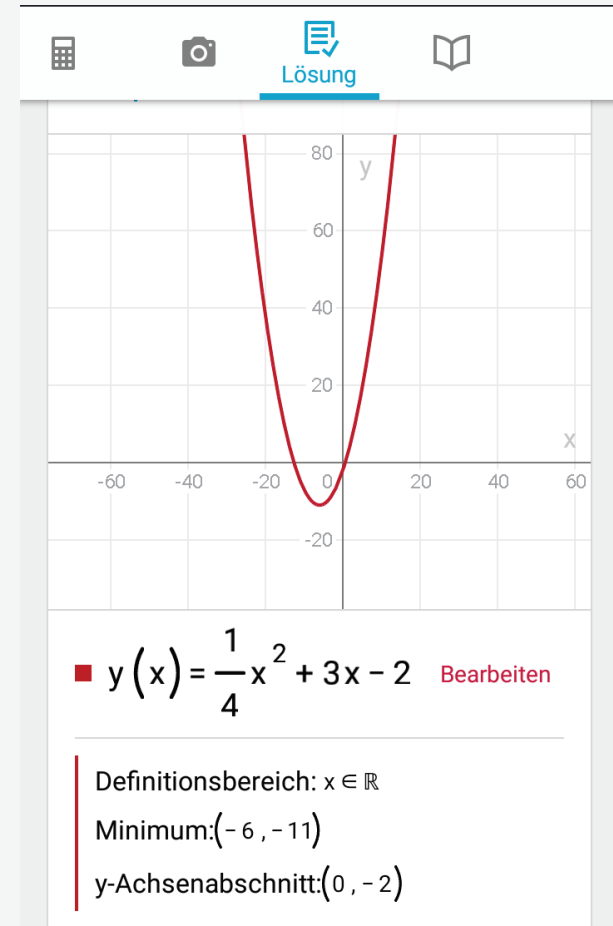
$$2x + y = 4$$

Graphen zeichnen:

$$y(x) = \frac{1}{4}x^2 + 3x - 2$$

Integrieren:

$$\int_{-2}^3 2x^2 dx$$



Automatisierte Erklärung von Physik- Rechenaufgaben

Beispiele mit PhyWiz (englisch):

<https://www.leifiphysik.de/optik/optische-linsen/aufgabe/virtuelles-bild>



<https://www.leifiphysik.de/optik/beugung-und-interferenz/aufgabe/doppelspalt-einstiegsaufgabe-1>

Automatisierte Erklärung + Grafiken von Physikaufgaben mit WolframAlpha



Brennweite einer Linse, die ein 25cm entferntes Objekt im Abstand von 50cm scharf abbildet?

<http://www.wolframalpha.com/input/?i=lens,+o%3D25+cm+,+i%3D50cm>

Automatisierte Erklärung + Grafiken von Physikaufgaben mit WolframAlpha



Wieviel Wasser fließt durch ein 8,8 mm starkes Rohr bei einem Druck von 2 bar?

<http://www.wolframalpha.com/input/?i=water+flow+through+a+pipe+8.8mm+diameter+2bar>

Mehr Beispiele unter <http://www.wolframalpha.com/examples/science-and-technology/physics/>

Wie wählen Sie geeignete Aufgaben für ihre Schülerinnen und Schüler aus?

Welche Aufgabe ist geeignet?

- kommt auf das Lernziel an
- für jeden Lerner eine andere



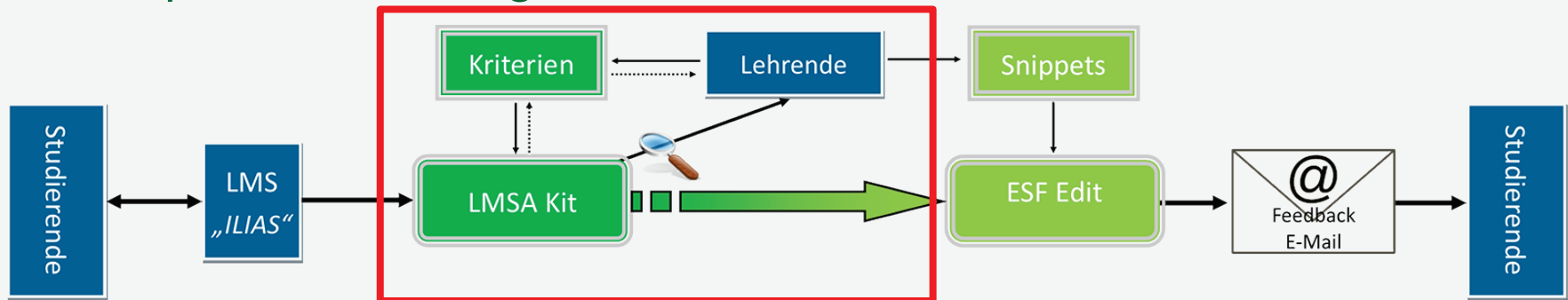
- für eine Lehrkraft nicht ideal zu lösen
- Big Data als Lösungsansatz

"Crossing Boundaries in electronic learning"

Hedtrich, S. Graulich, N. (2017), ACS-Symposium Series: Computer-Aided Data Analysis in Chemical Education Research (CADACER) Advances and Avenues. (in press)

Welche Aufgabe ist geeignet?

- LMS sammeln Daten zu Lernern
- LMS sammeln Daten zu Aufgaben
- Matching-Algorithmus ordnet jedem Lerner passende Aufgaben zu



Bildquelle: <http://www.uni-giessen.de/fbz/fb08/Inst/Chemiedidaktik/fdc/ordner-forschung-c/forschung-elearning>
(02.04.2018)

"Crossing Boundaries in electronic learning"

Hedtrich, S. Graulich, N. (2017), ACS-Symposium Series: Computer-Aided Data Analysis in Chemical Education Research (CADACER) Advances and Avenues. (in press)

Potential des Aufgabenmatchings

- Optimierung des Lernprozesses
- Standardisierung möglich
- individuelles Feedback für Lerner
- automatisierte, detaillierte Bewertungen
- nicht auf computerauswertbare Aufgaben beschränkt!

Ein automatisierter Unterrichtsablauf:

1. Lerner legen Thema fest, an dem Sie arbeiten wollen
2. YouTube-Videos erklären zum Einstieg
3. Quiz prüft deklaratives Wissen
4. Erarbeitung neuer Inhalte mit computergestütztem oder virtuellem Experiment
5. Übung mit Aufgaben aus dem zentralen LMS mit automatisierten Hilfen
6. Automatisierte Bewertung auf Basis der Aktivitätsdaten

Wozu braucht es hier noch Lehrkräfte?

Zwischenfazit:

- Input- und Standard-Übungsphasen können relativ problemlos nahezu vollständig automatisiert werden
- Die Lehrerrolle und Arbeit der Lehrkräfte verschiebt sich dabei in Richtung Auswahl und Adaption der Angebote

Beispiel Hamburg: Digitale Unterrichtsbausteine

[\(http://www.hamburg.de/bsb/pressemitteilungen/10445490/2018-02-12-bsb-digitale-unterrichtsbausteine/ \)](http://www.hamburg.de/bsb/pressemitteilungen/10445490/2018-02-12-bsb-digitale-unterrichtsbausteine/)

NaWi-Bildung ist mehr als nur Fachwissen

Kompetenzbereiche im Fach Physik

Fachwissen	Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen
Erkenntnisgewinnung	Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Quelle: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf

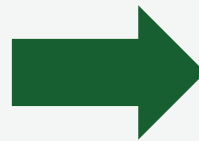
NaWi-Bildung ist mehr als nur Fachwissen

Fachwissen	
	Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

- im Netz nahezu unbeschränkt verfügbar
- mit genug Motivation und Frustrationstoleranz kann vieles selbstständig erlernt werden
- auch Übungen und Hilfen verfügbar

Quelle: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf

NaWi-Bildung ist mehr als nur Fachwissen



Abruf und Nutzung des Fachwissens gelingt nicht immer / häufig nicht

NaWi-Bildung ist mehr als nur Fachwissen

Erkenntnisgewinnung	Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
----------------------------	--

- erlernbar auch mit computergestützten Experimenten
- Herausforderung: grundlegende „Bewertung“
 - von Lernangeboten wie Simulationen
 - von Studien/Untersuchungen
 - von Modellen

NaWi-Bildung ist mehr als nur Fachwissen

Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
----------------------	---

- besonders bedeutsam in digitaler Welt mit Zugang zu unzähligen (Des-)Informationen
- Herausforderungen:
 - passende Informationen finden
 - Sachgerechtigkeit erkennen
 - Wissen daraus erschließen

Beispiel folgt!

NaWi-Bildung ist mehr als nur Fachwissen

Bewertung	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten
-----------	---

- aktuell kaum automatisierbar (sowohl innerfachlich als auch über- bzw. außerfachlich)
- Herausforderungen:
 - Lösungs- / Handlungsmöglichkeiten identifizieren
 - Bewertungskriterien finden
 - verschiedene Kriterien gegeneinander abwägen

Bewerten von Erkenntnisgewinnung und Kommunikation

Mehr als jeder Zweite hat bereits einen Sprachassistenten benutzt



Frage: Welche Sprachassistenten haben Sie schon mal benutzt? Mehrfachantwort.
Basis: n=1.034. Kantar TNS im Auftrag des BVDW.

Achtung: nicht prüfbare Aussage!

Zitat: „Sprachsteuerungen erfreuen sich großer Beliebtheit: Drei von vier Bundesbürgern (75 Prozent) haben bereits Erfahrungen mit digitalen Sprachassistenten gesammelt oder können sich vorstellen, diese zu nutzen“

Ist ein Online-Panel als Erhebungsmethode hier zulässig und sinnvoll?

Quelle: <https://www.bvdw.org/presse/detail/artikel/bvdw-studie-mehrheit-nutzt-digitale-sprachassistenten/> (02.04.2018)

Bewerten von Erkenntnisgewinnung und Kommunikation



Kontakt & Amtszeiten

Abgaben, Steuern & Gebühren

Ämter und Behörden

Amtstafel

Förderungen

Formulare

Fundamt

Gemeindeeinrichtungen

Gemeindekurier

Leistungsangebote

Neuigkeiten

Newsletter

Bürgerservice

Rathaus und Politik

Leben

Gastronomie & Tourismus

Sie befinden sich hier: [Startseite](#) > [Bürgerservice](#) > [Neuigkeiten](#)

Stadtgemeinde Gerasdorf setzt auf gesundes WLAN in Schulen, Kindergärten und im Rathaus

WLAN ist in öffentlichen Einrichtungen, auf öffentlichen Plätzen sowie an vielen anderen Orten mehr wegzudenken. Kommunikation hat durch das Internet eine neue Dimension. Auch Kinder nutzen regelmäßig das Internet. Jeder, der die Vorteile hat, ständig mobile Erreichbarkeit, hat auch die Schattenseiten.

Gerasdorf reagiert nun als „Gesunde Gemeinde“ auf diese Entwicklungen, die vermuten lassen, dass von einer Gefährdung durch elektromagnetische Strahlen Kinder besonders betroffen sein könnten.



v.l.n.r. WAVEEX Geschäftsführer Günter Turtenwald, Katharina Koll, Vbgm. Abg. Lukas

Infos zu Amtswegen

-  Geburt
-  Führerschein
-  Wohnen
-  Heirat
-  Bauen
-  Pension
-  Pflegevorsorge
-  Todesfall

Quelle: http://www.gerasdorf-wien.gv.at/Stadtgemeinde_Gerasdorf_setzt_auf_gesundes_WLAN_in_Schulen_Kindergaerten_und_im_neuen_Rathaus
(Artikel vom 18.05.2017, abgerufen am 3.4.2018)

(aktuelle) „Grenzen“ der Automatisierung

- wenn es mehr als richtig und falsch gibt
- beim Zusammenspiel mehrerer Kriterien
- bei der Bewertung von (analogen) Prozessen
- bei Teamwork

➡ insb. Kommunikation und Bewerten

Mögliche Implikationen für NaWi-Unterricht 2022

- Internet wird Teil vieler Lernprozesse
- Kommunikation und Bewerten werden wichtiger
- Lehrkräfte vermitteln mehr Strategien/Konzepte
- einzelne Unterrichtssequenzen werden zentral bereitgestellt
- die Fehler- und Wissenskultur muss sich ändern

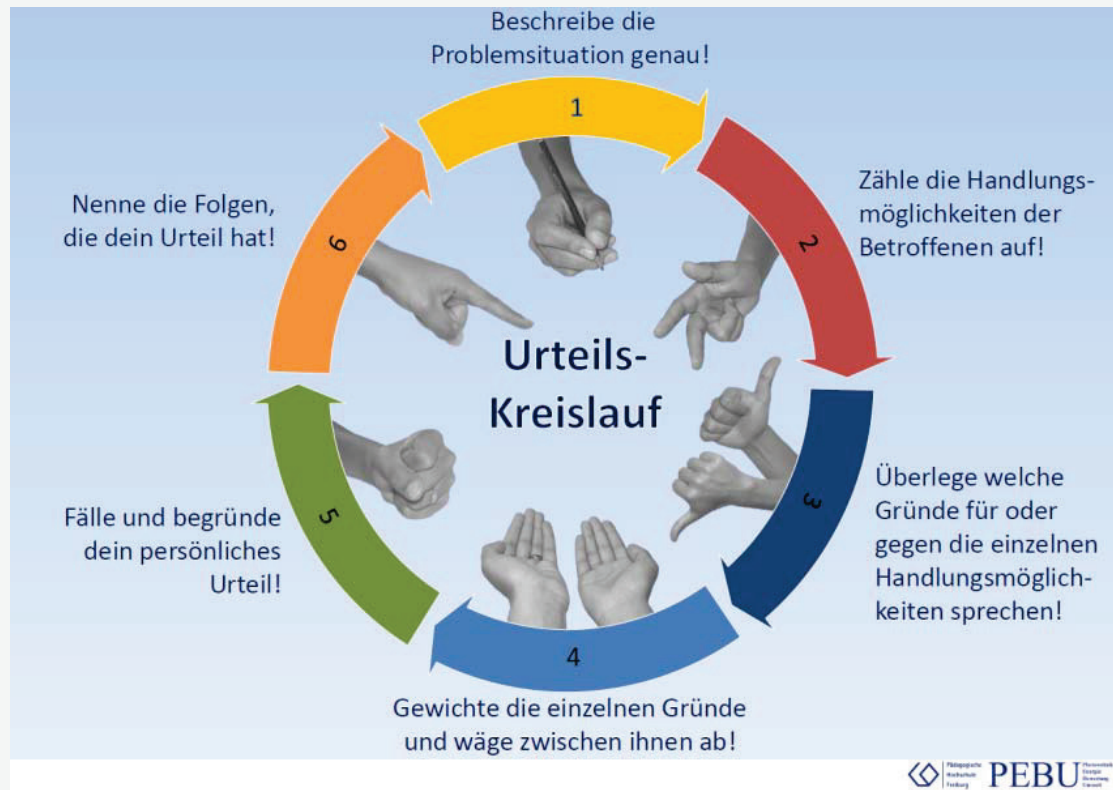
Mögliche Implikationen für NaWi-Unterricht 2022

Fundiertes Fachwissen wird **nicht** weniger wichtig, sondern zentrale Voraussetzung für Kommunikation und Bewertung!

Dabei muss es allerdings

- nicht vollständig sofort abrufbar sein
- nicht über Formelwissen und oder Rechenfähigkeit bewertet werden

Bewertungs-/Entscheidungskreislauf



Bildquelle: Knittel, Corinne Beatrice, and Silke Mikelskis-Seifert. "Erhebung von Bewertungskompetenz mittels Fragebogen?!" *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* (2011).

Noch Fragen?

