

## 3.1 Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht – Impulsreferat

---

**Prof. Dr. Hendrik Härtig & Prof. Dr. Mathias Ropohl, Universität Duisburg-Essen**

The logo of the University of Duisburg-Essen, featuring the text 'UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN' in white capital letters on a dark blue rectangular background. The background of the entire slide is a bright blue sky with a sunburst effect in the upper right and some white clouds at the bottom.

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

# ***Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht***

Prof. Dr. Hendrik Härtig & Prof. Dr. Mathias Ropohl

Impulsvortrag ■ 109. MNU-Bundeskongress ■ München ■ 27.03.2018

- Ausgangspunkt: Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht – Gibt es einen Mehrwert?
- Bildungsargument: Entsprechende Kompetenzen werden im (Berufs-)alltag benötigt.
- Lernargument: Der Einsatz von digitalen Medien führt zu effektiveren Lernprozessen.
- Fazit: Ja, es gibt einen Mehrwert!  
Allerdings muss der Einsatz fachdidaktisch sinnvoll konzeptualisiert werden.
- Offene Fragen: Leistet naturwissenschaftlicher Unterricht diesen Mehrwert?  
Wann und wie erwerben Lehrkräfte notwendige fachdidaktische Kompetenzen?

# Trend zur Digitalisierung in der Bildung

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

## Standards für die Lehrerbildung (KMK, 2004)

- „Umgang mit Medien unter konzeptionellen, didaktischen und praktischen Aspekten“
- „die Erprobung und den Einsatz unterschiedlicher Arbeits- und Lernmethoden und Medien in Universität, Vorbereitungsdienst und Schule“

## Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen in der Lehrerbildung (KMK, 2008)

- „Auswahl und Nutzung fachrelevanter Medien“

## Medienbildung in der Schule (KMK, 2012)

- „Lehrkräfte müssen mit den Medien und Medientechnologien kompetent und didaktisch reflektiert umgehen können“

## Bildung in der digitalen Welt (KMK, 2016)

- „Jedes Fach beinhaltet spezifische Zugänge zu den Kompetenzen in der digitalen Welt durch seine Sach- und Handlungszugänge.“

## Fachlicher Aspekt

- Das Medium selbst ist Unterrichtsgegenstand, z.B. im Bereich Erkenntnisgewinnung (auch im Sinne einer authentischen Wissenschaftsorientierung).

## Didaktischer Aspekt (Werkzeugaspekt)

- Das Medium unterstützt Lernprozesse, z.B. durch computergestützte Diagnose.

## Methodischer Aspekt

- Das Medium unterstützt Interesse und Motivation sowie Kollaboration.

## Enkulturationsaspekt

- Das Medium ist Ausdruck kultureller und technischer Leistungen.
- Medienbildung liegt quer zum Fachkanon.

## Fachlicher Aspekt

- Das Medium ist selbst Unterrichtsgegenstand, z.B. im Bereich Erkenntnisgewinnung (auch im Sinne einer authentischen Wissenschaftsorientierung).

## Didaktischer Aspekt (Werkzeugaspekt)

- Das Medium unterstützt Lernprozesse, z.B. durch computergestützte Diagnose.
- Was bedeuten diese beiden Aspekte, das Bildungs- und das Lernargument, für den naturwissenschaftlichen Unterricht?
- Ein kleiner Schritt zurück: Was bedeuten beide Aspekte generell für das Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht?

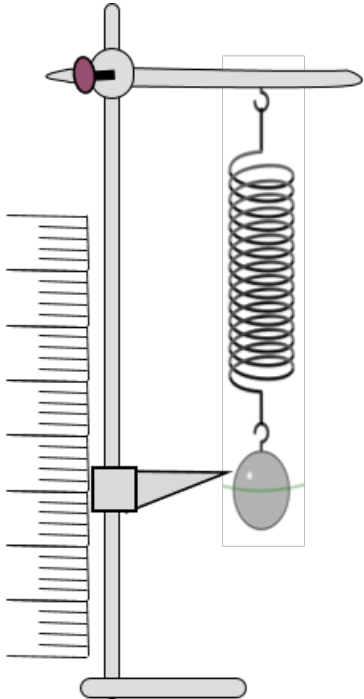
# Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*



# Experiment zum Hook'schen Gesetz: Variante 1



Forschungsfrage: Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Gewichtskraft und der Auslenkung einer Feder?

Material: Stativmaterial, eine lange Stahlfeder, mehrere Massestücke (10g, 20g, 50g), Lineal

Arbeitsauftrag für die Schülerinnen und Schüler:

Baue den Versuch wie im Bild auf. Markiere das Ende der unbelasteten Feder mit dem Zeiger möglichst genau.

Hänge unterschiedliche Massestücke an die Feder und miss die Auslenkung  $s$  der Feder. Trage deine Messwerte in die Tabelle ein. Übertrage deine Messwerte ins Diagramm.

Formuliere ein Versuchsergebnis.

Anzahl Massestücke	1	2	3	4	...
Gewichtskraft $F$ in N					
Auslenkung $s$ in cm					

# Experiment zum Hook'schen Gesetz: Variante 2

Hypothese: Je größer die Kraft ist, die auf eine Feder wirkt, desto mehr dehnt sie sich aus.

Material: Stativmaterial, mehrere Massestücke (10g, 20g, 50g), Lineal, folgende Federn:



$l = 6 \text{ cm}; d_{\text{Feder}} = 1,5 \text{ cm}$   
Kupfer



$l = 12 \text{ cm}; d_{\text{Feder}} = 1,5 \text{ cm}$   
Kupfer



$l = 12 \text{ cm}; d_{\text{Feder}} = 1,0 \text{ cm}$   
Kupfer



$l = 12 \text{ cm}; d_{\text{Feder}} = 1,5 \text{ cm}$   
Aluminium



$l = 12 \text{ cm}; d_{\text{Feder}} = 1,5 \text{ cm}$   
Stahl

Arbeitsauftrag für die Schülerinnen und Schüler:

Untersucht, ob die Hypothese für alle Federn gilt. Plant hierzu ein Experiment, um das Ausdehnungsverhalten verschiedener Federn vergleichen zu können. Führt es durch und wertet die Messwerte aus.

Achtung: Wählt die Federn für den Vergleich so aus, dass ihr nachher genau angeben könnt, welches Merkmal einen möglichen Unterschied erzeugt hat.

# Unterschiede zwischen Schülerexperimenten

Variante 1	Variante 2
Einflussfaktoren werden ausgelassen (durch arbeitsteilige Durchführung des Versuches mit unterschiedlichen Federn aber möglich)	Einflussfaktoren werden für jeden Lernenden erfahrbar (Durchmesser, Länge, Material)
Anknüpfung an Schülervorstellungen schwierig	Anknüpfung an Schülervorstellungen möglich
Geschlossene Experimentieranleitung nimmt Planung des Experiments ab	Offener Experimentierauftrag erfordert selbstständige Planung des Experiments
Auswertung stark gelenkt	Vorgehen bei der Auswertung offener
Hilfestellungen für den Experimentierprozess eingebaut	Hohes Anspruchsniveau im Experimentierprozess
<b>→ Kompetenzbereich Fachwissen</b>	<b>→ Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung</b>

Zwei Perspektiven gilt es bei der Betrachtung von Unterricht zu unterscheiden:

1. Das Experiment (Versuch / Beobachtung) als eine mögliche Unterrichtsmethode aus Perspektive der Lehrkraft (Hauptlernziel Fachwissen).
2. Das Experiment (Versuch / Beobachtung) als mögliches Werkzeug, dass die Schülerinnen und Schüler bedienen lernen müssen (Hauptlernziel Erkenntnisgewinnung).

(z.B. Ropohl & Emden, 2017)

Bei diesen beiden Perspektiven können digitale Medien zwei Funktionen einnehmen:

1. Sie dienen einem möglichst erfolgreichen Lernen (z. B. durch Reduktion „unnötiger“ Anforderungen).
2. Sie sind selbst zentrales Lernziel (dann muss der Umgang mit ihnen vermittelt werden).

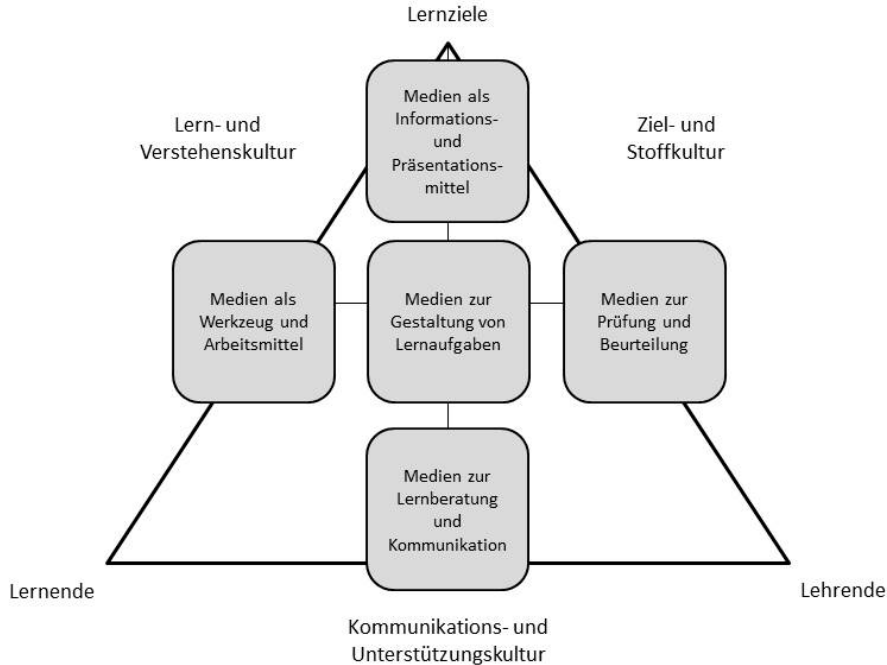
→ 1. wird kaum ohne 2. funktionieren!

# Digitale Medien bei der Unterrichtsplanung und -gestaltung

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

# Digitale Medien bei der Unterrichtsplanung und -gestaltung



„Medien sind einerseits kognitive und andererseits kommunikative Werkzeuge zur Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von zeichenhaften Informationen.“ (Petko, 2014, S. 13)

Petko (2014) verortet Medien generell im didaktischen Dreieck, damit sind auch digitale Medien Teil der fachdidaktischen Planung (mediendidaktische Perspektive).

# Digitale Medien bei der Unterrichtsplanung und -gestaltung

Ropohl und Kollegen (im Druck) stellen fest, dass es dabei auf eine Passung zwischen Medium, Lernziel und Lernprozess ankommt (fachdidaktische Perspektive).

	<b>Eigenschaft des Mediums (Was?)</b>	<b>Eigenschaft des Medieneinsatzes (Wie?)</b>
<b>Sichtstrukturmerkmale</b>	(A) Medienart Welches Medium wird eingesetzt?  (z.B. digital-analog, statisch-dynamisch)	(B) Methodische Merkmale des Einsatzes Welche Rahmenbedingungen des Einsatzes liegen vor?  (z.B. Steuerung, Sozialform)
<b>Tiefenstrukturmerkmale</b>	(C) Potenzial des Mediums vor dem fachlichen Hintergrund Worin besteht der fachliche Gehalt?  (z.B. fachliche Adäquatheit, fachliche Arbeitsweise)	(D) Funktion des Einsatzes im fachlichen Lernprozess Welche Funktion nimmt das Medium im fachlichen Lernprozess ein?  (z.B. Passung von fachlichem Lernziel und Merkmalen des Einsatzes)



# Funktionen digitaler Medien bei der Unterrichtsplanung und -gestaltung

Für digitale Medien als (Teil der) Methode bedeutet das, sie können:

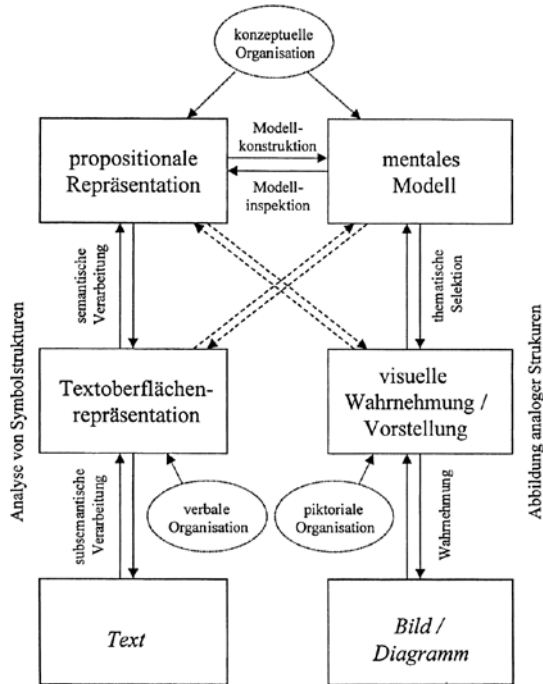
- motivieren,
- das Interesse fördern,
- den Cognitive Load (das lernrelevante Denken) auf die zentralen Aspekte lenken,
- bei der Diagnose im Lernprozess unterstützen,
- Lernprozesse individualisieren,
- zu kommunikativem / sozialem Lernen führen,
- ...

...aber nur wenn die Rahmenbedingungen stimmen (z.B. Hillmayr, Reinhold, Ziernwald & Reiss, 2017).

Für digitale Medien als (Teil der) Methode bedeutet das, sie können:

- motivieren,
- das Interesse fördern,
- **den Cognitive Load (das lernrelevante Denken) auf die zentralen Aspekte lenken,**
- **bei der Diagnose im Lernprozess unterstützen,**
- **Lernprozesse individualisieren,**
- zu kommunikativem / sozialem Lernen führen,
- ...

→ **Was bedeutet das?**



- Lerntheorien gehen von einer Wechselwirkung zwischen Lernenden und Lerngelegenheit aus; semiotischer, technischer und sensorischer Aspekt (Mayer, 2014; Schnotz, 2014).
- Ferner wird angenommen, dass die Belastbarkeit des Arbeitsgedächtnisses beim Lernen begrenzt ist (Sweller et al., 2011).
- Schulische Lerngelegenheiten können verschiedene Schülerinnen und Schüler einer Klasse gleichzeitig über- oder auch unterfordern.

# Mediengestütztes Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

Der Einsatz digitaler Medien als Werkzeuge kann hier Abhilfe schaffen:

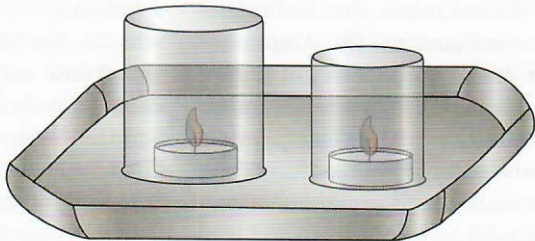
- sich wiederholende, aufwändige Routinetätigkeiten lassen sich auslagern (z. B. Ausrechnen abgeleiteter Größen beim Experimentieren),
- herausfordernde Tätigkeiten können an Software abgegeben werden, wenn diese nicht Teil des Lernziels sind (z. B. Erstellen eines Diagramms),
- komplexere Lösungswege können ausprobiert werden (z. B. Berücksichtigung von Messfehlern und Fehlerfortpflanzung als optionale Aufgabe),
- mehrere Repräsentationsebenen können miteinander verbunden werden (z. B. Simulation, Text und Realexperiment).

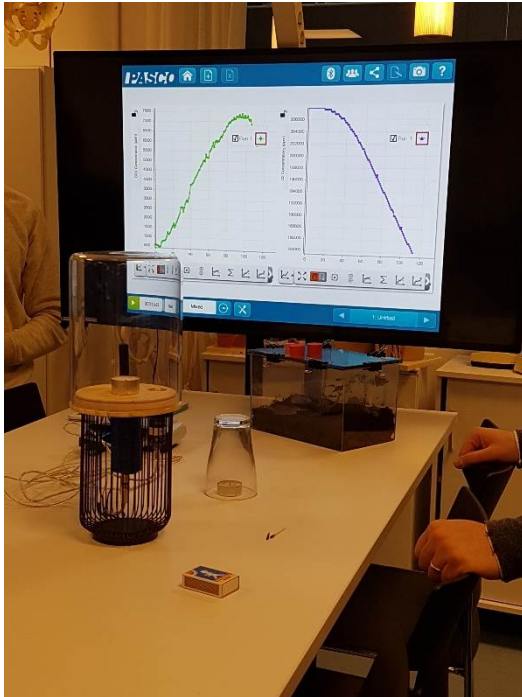
Material: Becherglas, Teelicht, Streichhölzer, feuerfeste Unterlage

Arbeitsauftrag für die Schülerinnen und Schüler:

- Beobachtet das Experiment.
- Stellt Hypothesen zu euren Beobachtungen auf.

mögliche Hypothese: Wenn die Flamme des Teelichts erlischt, dann ist der Sauerstoff im Becherglas „verbraucht“.





Material: Becherglas, Teelicht, Streichhölzer, feuerfeste Unterlage, digitale Sensoren, Tablet, entsprechende App

Arbeitsauftrag für die Schülerinnen und Schüler:

- Beobachtet das Experiment.
- Entwickelt eine Fragestellung anhand eurer Beobachtungen. Stellt Hypothesen zu euren Beobachtungen auf.

Fragestellungen:

- Warum brennt die Kerze nicht, wenn der Sauerstoffanteil in der Luft bei 18 % oder darunter liegt?
- Kann etwas in der Luft brennen, wenn der Anteil des Sauerstoffs unter 18 % sinkt?
- Welche Faktoren beeinflussen die Messung der Daten?
- ...

# Unterschiede zwischen Demonstrationsexperimenten

Variante 1	Variante 2
Reaktionsbedingungen werden ausgelassen	Veränderungen auf Teilchenebene werden für jeden Lernenden erfahrbar (Zunahme an Kohlenstoffdioxidmolekülen, Abnahme an Sauerstoffmolekülen)
Anknüpfung an Schülervorstellungen möglich, Widerlegung bekannter Schülervorstellungen schwierig	Anknüpfung an Schülervorstellungen möglich, Widerlegung bekannter Schülervorstellungen möglich (Verbindung mehrerer Repräsentationsebenen)
Experiment regt zu weiteren Fragestellungen und entsprechenden Hypothesen an.	Experiment regt zu weiteren Fragestellungen und entsprechenden Hypothesen an.
Durchführung ohne Medien	Durchführung erfordert Nutzung von digitalen Medien als Werkzeuge
<b>→ Betrachtung auf phänomenologischer Ebene</b>	<b>→ Betrachtung auf submikroskopischer Ebene</b>



Der Einsatz digitaler Medien als Werkzeuge kann Abhilfe schaffen, dafür muss der Lernprozess allerdings entsprechend aufbereitet werden:

- Das Lernziel muss eindeutig definiert sein. Verschiedene Niveaus des Vorwissens bzw. vorhandene Schülervorstellungen müssen bekannt sein. Die Lerngelegenheit muss entsprechend des Vorwissens und der Vorstellungen gestaltet sein.
- Die Lernenden müssen mit digitalen Werkzeugen kompetent umgehen lernen. Die digitalen Werkzeuge dürfen kein „Ersatz“ analoger Werkzeuge sein. Es darf aber auch nicht angenommen werden, die Lernenden könnten das „auch noch“ nebenbei erledigen.
- Die Lehrkräfte müssen über entsprechende fachliche und fachdidaktische Kompetenzen verfügen.

# Fazit

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

- Digitale Werkzeuge sind kein „Allheilmittel“ für das Lehren und Lernen von Naturwissenschaften.
- Es bedarf geeigneter Modelle und erprobter Beispiele für gelungenen (lernförderlichen) Einsatz digitaler Medien im Sinne einer Methode.
- Es bedarf aber auch fachübergreifender oder fächerintegrierter Überlegungen, wie Schülerinnen und Schüler der Umgang mit digitalen Medien vermittelt wird.
- Lehrkräfte müssen in allen Phasen der Lehramtsbildung fachdidaktische Kompetenzen zum Einsatz digitaler Medien erwerben.