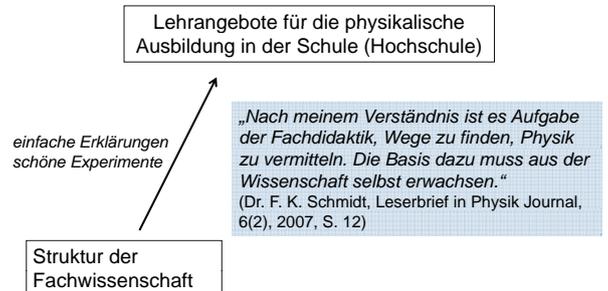
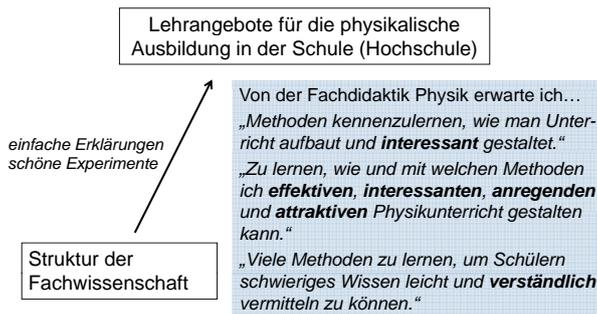


Forschung in der Physikdidaktik: Ansätze und Implikationen für die Lehrerbildung

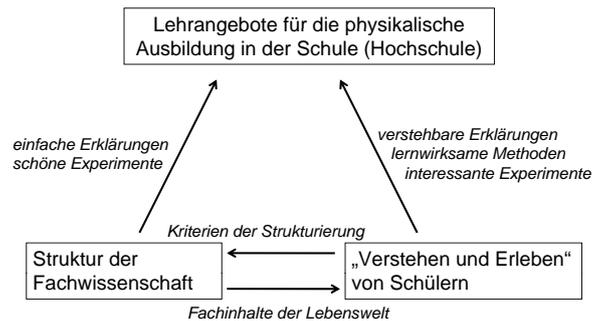
Aufgabe von Physikdidaktik?



Aufgabe von Physikdidaktik?



Womit beschäftigt sich Physikdidaktik?



Physikdidaktik als Wissenschaft über das Lehren und Lernen von Physik

„Wie vermittelt man Physik für die jeweiligen Adressaten verständlich, ohne dass komplizierte Inhalte dabei verfälscht werden?“ (M. Welzel, Physik Journal, 5(11), 2006, S. 3)

- Fachdidaktik bewegt sich vor allem im Spannungsfeld **Fach – Schüler – Unterricht**
- Fachdidaktik hat (deshalb) eine Reihe von Bezugsdisziplinen (bes. **Physik**, Psychologie, Pädagogik, Wissenschaftstheorie und –geschichte)

Gliederung

1 Womit beschäftigt sich Fachdidaktik?

Die Forschungsfelder einzelner Fachdidaktiker lassen sich in der Regel im „Dreieck“ Fach-Schüler-Unterricht verorten.



„Empirische“ Forschung befasst sich mit **Unterrichtsforschung** und/oder mit der Analyse von kognitiven und affektiven Aspekten des **Fachlernens** von **Schülern** (oder anderen Lernern).

Gliederung

- 1 Womit beschäftigt sich Fachdidaktik?
- 2 **Physikdidaktische Forschung an der JLU**
Fragestellungen – methodisches Vorgehen - Ergebnisse
- 3 Konsequenzen für die Lehrerbildung



Wann wir Gegenstände sehen...

...eine einfache Erklärung?

Damit wir einen Gegenstand sehen können, muss Licht auf den Gegenstand fallen und von dort in unser Auge gestreut werden.

- a) *Gegenstände, die nicht von sich aus leuchten, können durch Beleuchtung selbst Licht abgeben.*
- b) *Damit Gegenstände wahrgenommen werden können, muss Licht von diesen Gegenständen ins Auge fallen.*



Was Schüler (Sek I) zu der Erklärung sagen...

„Also ich finde erst einmal sehr komisch, daß ein (Playmobil) Männchen Licht ausstrahlen soll. [...] weil man das Licht nicht sieht, das das Playmobil-Männchen in unser Auge bringt. Und deshalb kann man das auch nicht glauben.“

„Ich kann mir das eigentlich nicht vorstellen, daß so ein Männchen, - die strahlen ab? Das kann ich mir nicht so richtig vorstellen. Wenn es einen Spiegel hätte, oder so was. Aber so ein Männchen, so ein normales Männchen, wo nichts glitzert, das kann ich mir nicht vorstellen.“

aus: H. Wiesner, NiU-Physik 5(22), 1994, S. (51) 7



Mögliche Forschungsfragen

- Was kennzeichnet Erklärungen, die von Schülern (zu einem Zeitpunkt) verstanden, bzw. nicht verstanden werden? **[Fach]**
 - Auf welchem Lernweg erschließen sich Schüler Erklärungen? **[Schüler]**
 - Wie müsste ein Lernangebot (z.B. zum Sehen) aussehen, das Schüler verstehen (und das sie überzeugt)? **[Unterricht]**
- Die Forschungsfragen haben etwas mit den drei „Ecken“ zu tun, setzen jedoch immer bei der Perspektive der Schüler an.



Forschungsanliegen

Dynamiken von psychomotorischen, kognitiven und affektiven Prozessen von Schülern systematisch erfassen und ihre Ursachen verstehen (theoretisch klären).

Erforschen, welche der (vielen und vielfältigen) Lernangebote (unter welchen Randbedingungen) für Schüler produktiv, welche unproduktiv sind.

Befunde nutzen, um für Lerner „passendes“ Lernmaterial zu entwickeln.

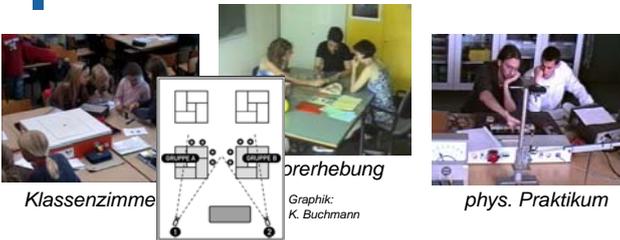


Gliederung

- 1 Womit beschäftigt sich Fachdidaktik?
- 2 **Physikdidaktische Forschung an der JLU**
Fragestellungen – methodisches Vorgehen - Ergebnisse
- 3 Konsequenzen für die Lehrerbildung



Videoaufzeichnung von Lerneraktivitäten



Klassenzimmer

Nebenerhebung

phys. Praktikum

Graphik:
K. Buchmann

Fokus auf Gruppenaktivität, aber in frontalen Phasen sind auch alle Beiträge aus der Klasse (inkl. Lehrer) gut hörbar.
z.T. Nebenerhebungen: Concept-Maps, Befragungen zum Interesse und zum situativen Erleben



Bisher untersuchte Probanden & Themenfelder

- Schüler der Mittel- und Oberstufe (Klassen 5-13, Gy, RS, HS; Mittelstufe UK) [u.a. 3 DFG-Projekte]
 - Studierende im Diplomstudiengang Physik (3./4. Semester) [u.a. 1 EU-Projekt]
 - Themenfelder: Vor allem E-Lehre, Wärmelehre und Optik
 - Laborstudien und Feldstudien
- In fast allen Fällen Kleingruppen von 2-4 Lernenden, meist über mehrere Schulstunden/Termine verfolgt
→ Insgesamt mehr als 150 Probanden in eigenen Studien



Analyse der Daten

In der Regel mehrstufiges Verfahren

- 1 **Kodierung** der Videodaten am Video (10-Sek-Intervalle), d.h. Klassifikation nach vorgegebenen Kriterien bzw. Entwicklung und Prüfung von Kriterien (auch in Verbindung mit Schritt 2)
- 2 **Detailanalyse** an Transkripten (Verschriftlichungen) (z.B. kognitive Prozesse, zeitliche Strukturierung, Interaktionen, Argumentationen, Erlebensdynamiken)
- 3 **Auswertung von Nebenerhebungen**
- 4 **Wechselseitige Bezugnahme** von Analyseschritten in Hinblick auf Forschungsfragen



Videograph

(Auswertung & Screenshot C. Rogge)



Analyse der Daten

In der Regel mehrstufiges Verfahren

- 1 **Kodierung** d.h. Klassifikation, Entwicklung, Verbindung
 - Prozessorientierung, um der Dynamik von Lernverläufen Rechnung zu tragen.
 - Kriteriengeleitet bzw. Generierung von Kriterien
 - Qualität der Zuschreibung kann durch Bestimmung der Intercoderreliabilität abgesichert werden
- 2 **Detailanalyse** (z.B. kognitive Interaktionen)
 - Erlaubt Generalisierung von Befunden über Einzelfälle hinweg
- 3 **Auswertung**
- 4 **Wechselseitige Bezugnahme** von Analyseschritten in Hinblick auf Forschungsfragen



Gliederung

- 1 Womit beschäftigt sich Fachdidaktik?
- 2 **Physikdidaktische Forschung an der JLU**
Fragestellungen – methodisches Vorgehen - Ergebnisse
- 3 Konsequenzen für die Lehrerbildung



Schüler: „Stationen“ im Lernweg

konkret	<p>Probier mal, ob es geht, wenn du hinten anfasst. Wo ist denn der Lichtfleck? Wir haben eben 22,3°C gemessen.</p>	}	explorativ
	<p>Fass am Metall an, sonst geht es nicht. Der ist da drüben bestimmt wegen $EW=AW$. Da kommt sicher wieder so 22°C raus.</p>		intuitiv regelbasiert
	<p>Durch Erdung wird bei Glimmlampen der Stromkreis geschlossen. Mit Spiegeln können Lichtflecke bewegt werden. Weil sich alle Gegenstände der Raumtemperatur anpassen, wirst du gleich ca. 22°C messen.</p>		explizit regelbasiert/ konzeptuell



Explizit regelbasiert: Zwei Sorten von Konzeptualisierungen

<p>Weil sich alle Gegenstände der Raumtemperatur anpassen, wirst du gleich ca. 22°C messen.</p> <p>Je straffer eine Saite oder Haut gespannt ist, umso höher ist der Ton.</p> <p>Konstante Geschwindigkeit benötigt (konstante) Kraft.</p> <p>Immer, wenn mein Lehrer „Ohmsches Gesetz“ sagt, will er $U=RI$ hören.</p> <p>Um einen Gegenstand sehen zu können, muss man hinschauen.</p>	<p>Bringt man unterschiedlich warme Körper in Kontakt, wird so lange Wärme vom Körper höherer Temperatur zum Körper niedrigerer Temperatur übertragen, bis die Temperaturen ausgeglichen sind.</p> <p>Schall wird mittels Druckschwankungen übertragen.</p> <p>Durch Erdung wird bei Glimmlampen der Stromkreis geschlossen.</p> <p>Zum Sehen muss Licht vom Gegenstand in unser Auge gestreut werden.</p>
---	--

Aus Erfahrungen ableitbare Verallgemeinerungen („phänomenbasierte Konzepte“)

Nicht direkt erfahrbare regelhafte Beschreibungen/Erklärungen („modellbasierte Konzepte“)



Schüler: Lernverläufe

- Aus Schülersicht neue Sachverhalte und Sprechweisen werden zunächst (intensiv) exploriert



Von Kraft haben zu Kraft ausüben...

wie eine Schülerin die neue Sprechweise exploriert:

„Eva: »Eine Person übt Kraft auf den Ball aus und wirft es zu einer anderen Person. Die andere Person fängt den auf ausgeübten Ball. Die andere Person übt auch Kraft aus und wirft ihn wieder zurück. Die ausgeübten Bälle werden von den einzelnen Personen hin- und hergeschmissen.« [...]

[Es] liegt die Vermutung nahe, dass Eva die fachsprachliche Wendung tatsächlich wie ein noch unbekanntes sprachliches Versatzstück ansieht und damit befasst ist, die [...] Struktur in ihrem Gebrauch zu erfahren.“

(aus Rincke, K. (2007). Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff. Berlin: Logos, S. 131f.)



Schüler: Lernverläufe

- Aus Schülersicht neue Sachverhalte und Sprechweisen werden zunächst (intensiv) exploriert
 - Zunehmendes intuitives Verständnis, was in bestimmten Situationen passieren wird, was zu tun oder zu sagen ist
Umgehen mit konkreten Fällen in mehr als 80% der Zeit
 - Verallgemeinerungen werden aus Varianz-Invarianz-Beziehungen erschlossen und müssen wiederholt „entdeckt“ werden
 - Erklärungen werden erst relativ spät verstanden und müssen ebenfalls mehrfach erfasst werden
Generalisierungen sind selten & überwiegend „nachgeklappt“
- ☞ Inhaltliche Verbreiterung auf regelbasierten Ebenen:
Grad der Vernetzung, Integration von Fällen



Lernverläufe verschiedener Schüler...

- Alle bisher von uns untersuchten Probanden weisen den hier beschriebenen Lernverlauf auf, aber
- bei entsprechenden Vorerfahrungen „steigen“ Schüler und Studierende manchmal auf der intuitiv-regelbasierten Ebene „ein“.
- Werden Erklärungen zu früh im Lernverlauf angeboten oder eingefordert, agieren Schüler oft auf einem niedrigeren Niveau, als sie zuvor bereits erreicht haben.
- Auch deutlich fortgeschrittene Lerner handeln und denken vor allem zu „Konkretem“, schaffen es aber leichter (schneller), zuvor bereits entwickelte explizite Konzeptualisierungen wieder zu erzeugen.



...und Lernschwierigkeiten

Eine Reihe von Lernschwierigkeiten und Schülerfehlvorstellungen lassen sich damit begründen, dass

- nicht-erfahrbare Konzeptualisierungen für Schüler nur sehr schwer zu erfassen sind
 - Streuung von Licht an rauen Oberflächen

Ich kann mir das eigentlich nicht vorstellen, daß so ein Männchen, - die strahlen ab? Das kann ich mir nicht so richtig vorstellen. Wenn es einen Spiegel hätte, oder so was. Aber so ein Männchen, so ein normales Männchen, wo nichts glitzert, das kann ich mir nicht vorstellen.

...und Lernschwierigkeiten

Eine Reihe von Lernschwierigkeiten und Schülerfehlvorstellungen lassen sich damit begründen, dass

- nicht-erfahrbare Konzeptualisierungen für Schüler nur sehr schwer zu erfassen sind
 - Streuung von Licht an rauen Oberflächen
 - Wärme als nicht erfahrbare Größe (Energie)
- die Konzeptualisierungen der Physik den aus lebensweltlichen Erfahrungen gewonnenen Verallgemeinerungen widersprechen
 - Sehen als aktiver Prozess des Hinschauens
 - Metalle fühlen sich in der Regel kälter an als z.B. Holz
 - Wärme als Wort für „Warmsein“

Fach – Schüler – Unterricht

- Das **fachliche „Selbstverständnis“** geht von den Konzepten aus: Erst die Konzepte lernen und diese anschließend auf Situationen/Phänomene anwenden.
 - Das **Lernen** der Schüler verläuft genau andersherum; es geht immer von den Fällen (Situationen, Phänomenen, Sprechweisen) aus! (Physik: F. Steinle, Physik Journal, 3(6), 2004)
 - Lernprozesse** sind (deshalb) so langsam, weil sie viele Explorationen (auch nach bereits erfolgter Konzeptualisierung) benötigen, damit ein Konzept tatsächlich „sitzt“.
- Der Versuch, früh im Lernprozess die **Erklärungen** (an *einem* demonstrativen Beispiel) **zu vermitteln**, fördert kaum das Verstehen dieser Erklärungen – es wird vor allem „richtiges Sprechen“ unterstützt.

Konstruktion von Lehr-Lernarrangements

Unterricht

Schülererfahrungen als Ausgangs- und Schwerpunkt von gelingenden Lernprozessen begreifen und entsprechend anlegen

- Aufgabenserien statt demonstrativer Einzelfälle:** Schülern das selbstständige Erfassen von Konzeptualisierungen ermöglichen
- Zunächst vor allem auf erfahrbare Verallgemeinerungen abzielen, Erklärungen relativ spät abgeben/einfordern
- Wiederholtes **Entdecken** von Konzepten ermöglichen und zulassen
- Erfolgsereben häufig ermöglichen (alle 3-5 Minuten sollte „etwas klappen“)

Fach

- detaillierte Erfassung der **verallgemeinernden** und erklärenden Konzeptualisierungen
- Hierarchisierung d. Konzepte

Schüler

- Erfahrungen und Lernprozesse von Schülern zum Themengebiet erfassen
- Erfahrungen fachlich klären

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.1

Nehmt eine Schere aus der Materialkiste. Wie warm fühlt sich die Schere an?

Fühlen sich alle Teile der Schere gleich warm an?

Tipp: Haltet die Schere kurz an die Handaußenfläche oder an die Wange.

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.2

Untersucht beliebige Gegenstände aus der Materialkiste danach, wie warm sie sich anfühlen. Fangt mit den Klötzen an. **Achtet darauf, dass ihr die Gegenstände immer nur kurz anfasst.**

Schreibt jeweils mindestens 3 Gegenstände auf, die sich

a) eher warm anfühlen: _____

b) normal anfühlen: _____

c) eher kalt anfühlen: _____

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.3

Welche Temperaturen würdet ihr den Gegenständen von Karte 1.2 zuordnen? Versucht, prob zu schätzen!

a) eher warm entspricht ungefähr _____ Grad
 b) normal entspricht ungefähr _____ Grad
 c) eher kalt entspricht ungefähr _____ Grad

c) eher kalt anfühlen: _____

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.4

Nehmt das Oberflächenthermometer (siehe rechtes Bild) aus der Materialkiste. Schaut auf Infokarte 1 nach, wie man dieses Thermometer benutzt.

Messt nun die Temperatur von dem Griff und den Schneiden der Schere.

Temperatur des Griffs: _____ °C
 Temperatur der Schneiden: _____ °C

Messt jetzt auch die Temperaturen der anderen Gegenstände, bei denen ihr bei Karte 1.2 gefühlt habt, wie warm sie sich anfühlen.

_____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.5

Was stellt ihr fest, wenn ihr die gemessenen Temperaturen von Karte 1.4 miteinander vergleicht? Berücksichtigt dabei, dass man mit den Thermometern nur auf 1°C genau messen kann! Beispiel: Wenn ein Gegenstand eine Temperatur von ca. 24,2°C und ein anderer eine Temperatur von ca. 25,1°C hat, geht man davon aus, dass beide die gleiche Temperatur haben.

Vergleicht jetzt die gemessenen Temperaturen mit euren geschätzten Temperaturen der Gegenstände (siehe Karte 1.3). Was stellt ihr fest?

_____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.6

Welche Materialien tauschen uns Menschen, wenn wir ihre Temperatur fühlen wollen?

Temperatur haben.

Vergleicht jetzt die gemessenen Temperaturen mit euren geschätzten Temperaturen der Gegenstände (siehe Karte 1.3). Was stellt ihr fest?

_____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.7

Halte das Oberflächenthermometer in die Luft und messt so die Lufttemperatur des Raumes.

Lufttemperatur des Raumes: _____ °C

Vergleicht die Lufttemperatur mit den Temperaturen der Gegenstände, die ihr bei Karte 1.4 gemessen habt. Berücksichtigt dabei, dass man mit den Thermometern nur auf 1°C genau messen kann! Was beobachtet ihr?

Erklärt eure Beobachtung.

_____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.8

Achtung! Bearbeitet diese Karte, ohne die Kühlbox zu öffnen!

In der Kühlbox liegen ein Holzklötz, ein Styroporklotz, ein Steinklotz und ein Aluminiumklötz. An jedem Klötz ist ein Thermometer befestigt, so dass man die Temperatur des jeweiligen Klötzes ablesen kann. Es liegt auch noch ein Thermometer lose in der Kühlbox auf dem Boden. An diesem Thermometer kann man die Lufttemperatur ablesen.

Überlegt, ohne den Versuch auszuführen! Welche Temperaturen werden die verschiedenen Thermometer anzeigen?

_____ °C _____ °C
 _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

1.9

Öffnet nun den Deckel der Kühlbox. Nehmt das Thermometer auf dem Boden kurz heraus und bestimmt die Lufttemperatur in der Kühlbox.

Lufttemperatur in der Kühlbox: _____ °C

Nehmt nacheinander kurz die Klötze mitsamt den Thermometern heraus und bestimmt die Temperaturen der jeweiligen Klötze.

Styroporklotz: _____ °C Aluminiumklotz: _____ °C
Holzklotz: _____ °C Steinklotz: _____ °C

Legt die Klötze nach dem Messen wieder zurück in die Kühlbox, schließt den Deckel und lässt die Kühlbox eingeschaltet!

Was stellt ihr fest? Berücksichtigt, dass man mit allen Thermometern nur auf 1°C genau messen kann!

_____ °C _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

PHYSIK DIDAKTIK
AN DER UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN

Physikdidaktik - Antrittsvorlesung C. v. Aufschnaiter, JULI 30.06.2008

37

Ein Beispiel für eine Aufgabenserie

Info 2

Was lange zusammen steht, hat die gleiche Temperatur

Befinden sich verschiedene Gegenstände seit längerer Zeit in einem Raum mit einer bestimmten Lufttemperatur, so haben alle Gegenstände die Temperatur des Raumes.

Aufgabe: Welche Temperatur hätten die Gegenstände aus der Materialkiste, wenn es in diesem Raum 30°C warm wäre?

Styroporklotz: _____ °C Aluminiumklotz: _____ °C
Holzklotz: _____ °C Steinklotz: _____ °C

Legt die Klötze nach dem Messen wieder zurück in die Kühlbox, schließt den Deckel und lässt die Kühlbox eingeschaltet!

Was stellt ihr fest? Berücksichtigt, dass man mit allen Thermometern nur auf 1°C genau messen kann!

_____ °C _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!

PHYSIK DIDAKTIK
AN DER UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN

Physikdidaktik - Antrittsvorlesung C. v. Aufschnaiter, JULI 30.06.2008

38

C. Rogge, Naturwissenschaften im Unterricht - Physik, Themenheft Experimente, Dezember 2008

Wie handeln, denken und lernen Schüler...

...in dieser Einheit?

Kommen Sie vorbei und schauen Sie es sich auf Video an!

Aufgabe: Welche Temperatur hätten die Gegenstände aus der Materialkiste, wenn es in diesem Raum 30°C warm wäre?

Styroporklotz: _____ °C Aluminiumklotz: _____ °C
Holzklotz: _____ °C Steinklotz: _____ °C

Legt die Klötze nach dem Messen wieder zurück in die Kühlbox, schließt den Deckel und lässt die Kühlbox eingeschaltet!

Was stellt ihr fest? Berücksichtigt, dass man mit allen Thermometern nur auf 1°C genau messen kann!

_____ °C _____ °C _____ °C

Wenn ihr fertig seid, legt die Gegenstände wieder zurück in die Material-Kiste!



PHYSIK DIDAKTIK
AN DER UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN

Physikdidaktik - Antrittsvorlesung C. v. Aufschnaiter, JULI 30.06.2008

39

Gliederung

Wenn man sich nicht auf die Lernverläufe von Schülern/Studierenden einlässt, hat man wenig(er) Chance, lernwirksamen Unterricht durchzuführen.

2 Physikdidaktische Forschung an der JLU

Zu akzeptieren, dass viel weniger „geht“, als wir uns alle wünschen, fällt dabei häufig schwer...

...es ist aber sehr befriedigend zu erleben, wie Schüler selbstbestimmt und oft begeistert regelhafte Zusammenhänge „herausfinden“.

PHYSIK DIDAKTIK
AN DER UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN

Physikdidaktik - Antrittsvorlesung C. v. Aufschnaiter, JULI 30.06.2008

40

Gliederung

- 1 Womit beschäftigt sich Fachdidaktik?
- 2 Physikdidaktische Forschung an der JLU
Fragestellungen – methodisches Vorgehen - Ergebnisse
- 3 Konsequenzen für die Lehrerbildung

Gegenwärtige Diskussion um Lehrerbildung

Aktuelle Dokumente mit Bezug zum Physikstudium (Lehramt):

KMK (2008). *Für eine Reform der Lehre in den Hochschulen.*

DPG (2006). *Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik.*

Weitere Dokumente (Beispiele):

GFD (2004). Kerncurriculum Fachdidaktik.

KMK (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften.

Terhart, E. (2000). Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland.

→ **Lehrerbildung wird (zunehmend) intensiv diskutiert**

PHYSIK DIDAKTIK
AN DER UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN

Physikdidaktik - Antrittsvorlesung C. v. Aufschnaiter, JULI 30.06.2008

42

PHYSIK DIDAKTIK
AN DER UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN

Physikdidaktik - Antrittsvorlesung C. v. Aufschnaiter, JULI 30.06.2008

41

Zitate

„Die angehenden Lehrkräfte sollen Physik [...] stärker an ihrer späteren Aufgabe orientiert lernen, nämlich jungen Schülerinnen und Schülern Physik in Gesamtzusammenhängen und auf dem Hintergrund eines durch Fernsehen, Umwelt-Erfahrungen, Naturerlebnisse, Computerspiele usw. geprägten Vorwissens zu vermitteln.“ (DPG, S. 2)

„Gute‘ Lehre besteht darin, das eigenständige Lernen der Studierenden zu ermöglichen und zu unterstützen. In diesem Sinne ist gute Lehre heute studierendenzentriert. [...] [Sie berücksichtigt] die Vorkenntnisse und Entwicklungsmöglichkeiten der Studierenden [...].“ (KMK, S. 3f.)

Zentrale Aussagen zum (Lehramts-)Studium

(1) Berufsfeldorientierung

- „Gutes“ Fachwissen
- Auf das Berufsfeld bezogenes Fachwissen

(2) Lernerorientierung

- „Lernergerechter“ Aufbau des Studiums
- Thematisierung von Schülerperspektiven

(1a) „Gutes“ Fachwissen?

Typische Probleme von Studierenden:

- Unterscheidung Temperatur – Wärme – Innere Energie
- Spannung und Strom(stärke) in verzweigten Stromkreisen
- Abgrenzung Kräftebilanzen von actio-reactio
- Auch Studierende verstehen nicht-erfahrbare Konzeptualisierungen nur langsam
- Anwendung von physikalischen Erklärungen auf „einfache“ Phänomene gelingt nur mit (deutlicher) Hilfe
- Auch Studierende brauchen relativ viele „Fälle“, bis (einfache) Erklärungen auf neue (ähnliche) Situationen bezogen werden können (nicht nur richtig gesprochen)

(1a/b) Welche Fachkenntnisse?

Was könnte „gute Fachkenntnisse“ mit Blick auf die Gestaltung von Unterricht bedeuten?

- Breite Kenntnis schulnaher Phänomene und ihrer (mathematischen) Regelmäßigkeiten (nicht nur „schöne“, „demonstrative“ Einzelphänomene)
- (Einfache) Erklärungen auf solche Regelmäßigkeiten beziehen können (im „Nachgang“).
- Für ausgewählte Erklärungen Phänomene auf der Basis dieser Erklärungen prognostizieren können.
- Ausgewählte übergreifende Prinzipien wiedergeben und thematisch einordnen können (ohne mathematische Detailkenntnis)

(1b) Ist „sui generis“ eine Lösung? (DPG, S. 10)

Themenbereiche

Schwimmen-Strömen-Fliegen	teilweise phänomenorientiert
Aggregatzustände-Stoffe-Atome	teilweise phänomenorientiert
Energie-Wärme-Entropie	überwiegend modellhaft
Elektrizität-Maschinen-Elektronik	Potenzial für phänomenor.
Licht-Farben-Laserstrahlen	weitgehend modellhaft
Kommunikation-Funk-Fernsehen	überwiegend modellhaft
Mikrowelt-Quanten-Moleküle	modellhaft
Gravitation-Kosmos-Teilchen	überwiegend modellhaft
Erde-Wetter-Umwelt	stark vernetzt/dynamisch

(1b) Ist „sui generis“ eine Lösung? (DPG, S. 10)

Themenbereiche

Schwimmen-Strömen-Fliegen	→ „Sui generis“ gruppiert Themen sachlogisch
Aggregatzustände-Stoffe-Atome	Gegenwärtige Schulcurricula folgen nicht dieser Sachlogik
Energie-Wärme-Entropie	→ Lernlogisch (Schule & Hochschule) problematisch, da
Elektrizität-Maschinen-Elektronik	• Betonung, dass exemplarische Auswahl wichtig ist
Licht-Farben-Laserstrahlen	• Erkenntnisweg von der Gesamtschau zur Detaillierung
Kommunikation-Funk-Fernsehen	angenommen wird
Mikrowelt-Quanten-Moleküle	• Schwerpunkt auf nicht-erfahrbaren Zusammenhängen liegt
Gravitation-Kosmos-Teilchen	
Erde-Wetter-Umwelt	

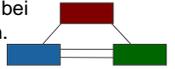
(2a) Lernergerechte Veranstaltungen?

- In neuen Themenfeldern zunächst konkrete (wenig komplexe) Fälle betrachten (schulnahe Beispiele?!)
 - Ähnliche Fälle in Hinblick auf deren „erfahrbare“ Regelmäßigkeiten verallgemeinern
 - Erklärungen im Anschluss und nicht im Vorgriff anbieten
 - Auch nach behandelten Themenfeldern nicht davon ausgehen, dass die Konzeptualisierungen schon „sitzen“ und sicher auf neue Fälle übertragen werden
 - Wichtige Zusammenhänge wiederholt im Studium thematisieren
- Analoge Argumentation für Fachdidaktik und Erziehungswissenschaften ist möglich und nötig!



Leitlinien physikdidaktischer LVs an der JLU

- „Dreieck“ als Planungsinstrument nutzen und bei Studierenden als Planungsrahmen entwickeln.
- Lernwege berücksichtigen:
 - relativ viele und wiederholte Explorationsmöglichkeiten

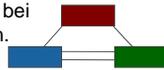


- D01: (Wiederholtes) Entdecken **fachl.** Konzeptualisierungen
Exploration von eigenen Lernprozessen, **Schüler**vorstellungen, Schüleraktivitäten, Schülerwahrnehmungen
Exploration unterschiedlicher **unterrichtlicher** Zugänge (bes. Nutzung von Experimenten)
- D02: (vertiefte) Exploration von **Schüler**lernprozessen
- D02/D03: Angeleitete Exploration zur Planung, Durchführung und Reflexion von **Unterricht**



Leitlinien physikdidaktischer LVs an der JLU

- „Dreieck“ als Planungsinstrument nutzen und bei Studierenden als Planungsrahmen entwickeln.
- Lernwege berücksichtigen:
 - relativ viele und wiederholte Explorationsmöglichkeiten
 - intuitiv-regelbasierte Kenntnisse „wertschätzen“ (Studierende verhalten sich ohne Begründung „richtig“)
 - vor allem verallgemeinernde Konzeptualisierungen angestrebt (Theorie am Ende und eher informativ)

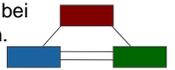


- D02: Kriterien von **Schüler**lernprozessen & für die **U**-Planung
- D03: Kriterienorientierte **U**-Planung und Reflexion



Leitlinien physikdidaktischer LVs an der JLU

- „Dreieck“ als Planungsinstrument nutzen und bei Studierenden als Planungsrahmen entwickeln.
- Lernwege berücksichtigen:
 - relativ viele und wiederholte Explorationsmöglichkeiten
 - intuitiv-regelbasierte Kenntnisse „wertschätzen“ (Studierende verhalten sich ohne Begründung „richtig“)
 - vor allem verallgemeinernde Konzeptualisierungen angestrebt (Theorie am Ende und eher informativ)
 - zunehmende Integration von Aspekten (z.B. wechselseitige Bezugnahme im „Dreieck“)
- Serien von Aufgaben zentrales Gestaltungsmittel von LV (keine Vorlesung, kaum „klassisches“ Seminar)



Parallelen Schüler - Studierende

„Ungeeignete“, aber sehr stabile Erfahrungen der Studierenden zu Lehr-Lernprozessen in der Schule (durch U+ weiter ungünstig verstärkt)

- Notwendige Veränderungen der Sichtweise auf Lehren und Lernen wird nicht durch mehr „Theorie“ (und diese früh im Studium) erreicht, sondern
- FD und Erz.wiss. müssen „bessere“ Erfahrungen anbieten, so dass Studierende andere (intuitiv verankerte) Regeln entwickeln und stabilisieren können, sonst
- werden die Theorien zwar als „Sprechweisen“ gelernt, nicht aber für die Planung (und Durchführung) von Unterricht genutzt. („Theorie-Praxis-Gap“)



Gliederung

Auch in der Lehrerbildung die Lernwege berücksichtigen, aushalten, dass weniger „geht“ als man sich wünscht und sich mit den Studierenden über deren langsame Kompetenzentwicklung freuen!

3 Konsequenzen für die Lehrerbildung

