

## Aufgabenqualität für entdeckendes Lernen

Dr. Franziska Vogt  
Lic. phil. Angelika Meier

Institut für Lehr- und Lernforschung  
Pädagogische Hochschule St. Gallen  
[www.phsg.ch/forschung](http://www.phsg.ch/forschung) [franziska.vogt@phsg.ch](mailto:franziska.vogt@phsg.ch)

SWISE Tagung, 9. März 2013, St. Gallen

- Regionale didaktische Zentren (RDZ) in Gossau, Rorschach, Rapperswil-Jona, Sargans und Wattwil  
[www.phsg.ch/rdz](http://www.phsg.ch/rdz)
- Lernwerkstätten zu einem Thema (Lerngarten, thematische Reihe)
- Kindergarten, Primarschule, Sekundarschule
- Entdeckendes, handelndes Lernen
- [www.phsg.ch/rdz](http://www.phsg.ch/rdz)



# Forschungsprojekt



Danke!

- Unterstützt durch
- Schweizerischen Nationalfonds
- Amt für Volksschule des Kantons St. Gallen
  
- In Zusammenarbeit mit den RDZ Sargans, Rapperswil-Jona, Wattwil und Rorschach
  
- Mit ~ 40 teilnehmenden Klassen der Mittel- und Oberstufe

- Wie viel Handlungsanleitung brauchen Kinder, um Experimente durchzuführen und anschlussfähiges Wissen zu erwerben?

**Vergleich:**

**Problemorientierte Aufgabe  
mit bzw. ohne  
Handlungsanleitung**

- Was brauchen unterschiedliche Kinder?
- Wie steuern die Kinder ihren Lernprozess im Zweierteam?

- Inquiry-based learning mit einer problemorientierten Aufgabe zum Klimawandel
- Forschungsmethoden
- Ergebnisse aus der Videostudie
- Ergebnisse aus der Fragebogenstudie
- Fazit

- Inquiry-based learning mit einer problemorientierten Aufgabe zum Klimawandel

## Inquiry learning

- konstruktivistisches Lernverständnis
- Schülerinnen und Schüler sind aktiv, eigenständig, erforschen handelnd (hands-on) mit Material und experimentieren (vgl. Anderson 2002)

## Inquiry cycle

- Problemstellung diskutieren, Fragen generieren
- Hypothesen formulieren und ein Experiment planen
- das Experiment durchführen und Daten sammeln
- Ergebnisse interpretieren, Schlussfolgerungen ziehen und diese mitteilen  
(Minner et al. 2010)

(Nach Bell, Smetana & Binns 2005)

## Gegebene Informationen:

Niveau und Art der Untersuchung		Frage	Methode	Lösung
1	Bestätigung	x	x	x
2	Strukturiert	x	x	
3	Geführt	x		
4	Offen			

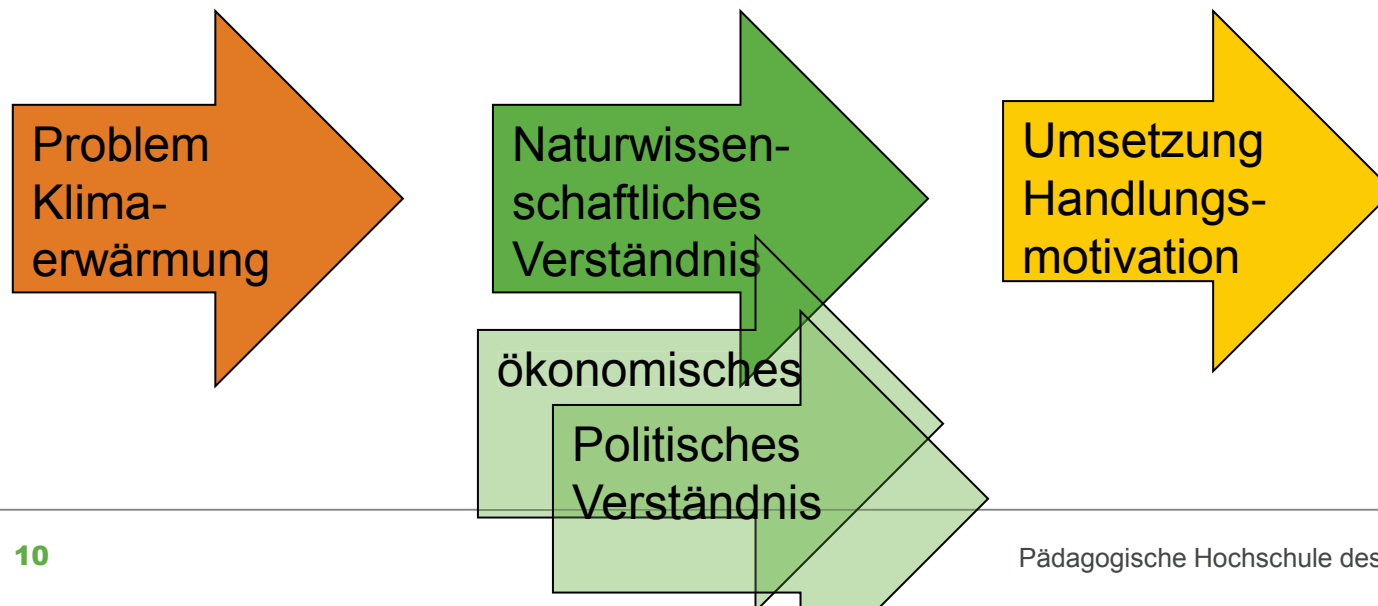
Detailliertere Unterscheidungen siehe auch Millar 2009, Frischknecht 2010

(Nach Bell, Smetana & Binns 2005)

Niveau und Art der Untersuchung		Gegebene Informationen:		
		Frage	Methode	Lösung
1	Bestätigung	x	x	x
2	Strukturiert	x	x	mit Anleitung
3	Geführt	x		ohne Anleitung
4	Offen			

Detailliertere Unterscheidungen siehe auch Millar 2009, Frischknecht 2010

- **Mehrperspektivisch und interdisziplinär** (Bürki, 2004; IPCC, 2007).
- **komplex**: falsche (Alltags-)Vorstellungen von Kindern (Reinfried, Schuler, Äschbacher, & Huber, 2008) und Expertinnen und Experten (Stehr & von Storch, 1999).



# Weisse Häuser gegen die globale Erwärmung

Menschen sollten ihre Hausdächer weiss anstreichen und mit weissen Autos auf hell angemalten Strassen fahren. Mit solchen Ratschlägen wartet der US-Energieminister und Physik-Nobelpreisträger Steven Chu beim dreitägigen Klimaschutz-Symposium «Global Sustainability: A noble Cause» in London auf. Die unter Schirmherrschaft von Prinz Charles stehende Veranstaltung lud neben 40 Klimaexperten auch 19 weitere Nobelpreisträger.

**Kühlen ist der Zweck**

halb von sechs Monaten gelungen ist, das Energieministerium von «Ölinteressen» zur Nutzung erneuerbarer Ressourcen umzupolen. Von der Arithmetik der Verringerung der Treibhausgase hält Chu wenig: «Ob das nun 17 oder 20 Prozent sind, ist jetzt nicht so wichtig.» Wichtig sei es, dass es beginne, und zwar so schnell wie möglich. «Ich werde alles dafür tun, diese erneuerbaren Technologien zu fördern», meint der Minister.

Zugleich kündigte Chu an, dass sich die USA bei den Klimagespräch-

# Albedo-Effekt



# Problemorientierte Aufgabe ohne/mit Handlungsanleitung

7



Klimaerwärmung bedeutet, dass die Temperaturen auf der Erde steigen. Damit sie trotz Umweltverschmutzung nicht weiter ansteigen, hatte jemand die folgende Idee:

Man könnte Häuser mit Materialien bauen, die sich durch die Sonne weniger stark erwärmen.

Erwärmen sich Gegenstände mit unterschiedlichen Oberflächen verschieden stark?

Warum?

- 👁

**Material:** Weisser Stein  
Schwarzes Terrassenplättli  
Schiefer  
Ziegel  
Gras  
Thermometer  
Lampen  
Uhren

Ohne Handlungsanleitung:  
nur Aufgabe und Material

Mit Handlungsanleitung:  
Aufgabe, Material und  
zweiseitige Anleitung  
(Arbeitsblatt)

# 7

## Anleitung



1.) Fünf verschiedene Gegenstände stehen euch zum Experimentieren zur Verfügung: schwarzer und weisser Stein, Gras, Teer, Ziegel

2.) Schreibt Eure Vermutungen auf:

Bei welchem Material erwartet ihr die höchsten, wo die niedrigsten Temperaturen, wenn die Sonne darauf scheint?

höchste: \_\_\_\_\_

niedrigste: \_\_\_\_\_



3.) Notiert, mit welchen Gegenständen ihr experimentiert und deren Anfangstemperaturen.

### Anfangstemperaturen:

Gegenstand 1: _____	_____ °C
Gegenstand 2: _____	_____ °C



4.) Nehmt die Thermometer weg.

Stellt Lampen und Gegenstände auf (noch ohne die Lampen einzuschalten):

Die Lampe soll etwa 10 bis 15 cm Abstand zur Oberfläche haben und sie soll später etwa die Mitte der Gegenstände beleuchten.



5.) Schaltet nun die Lampen ein und wartet 5 Minuten.

Achtet darauf, dass die Thermometer nicht von den Lampen beleuchtet werden.



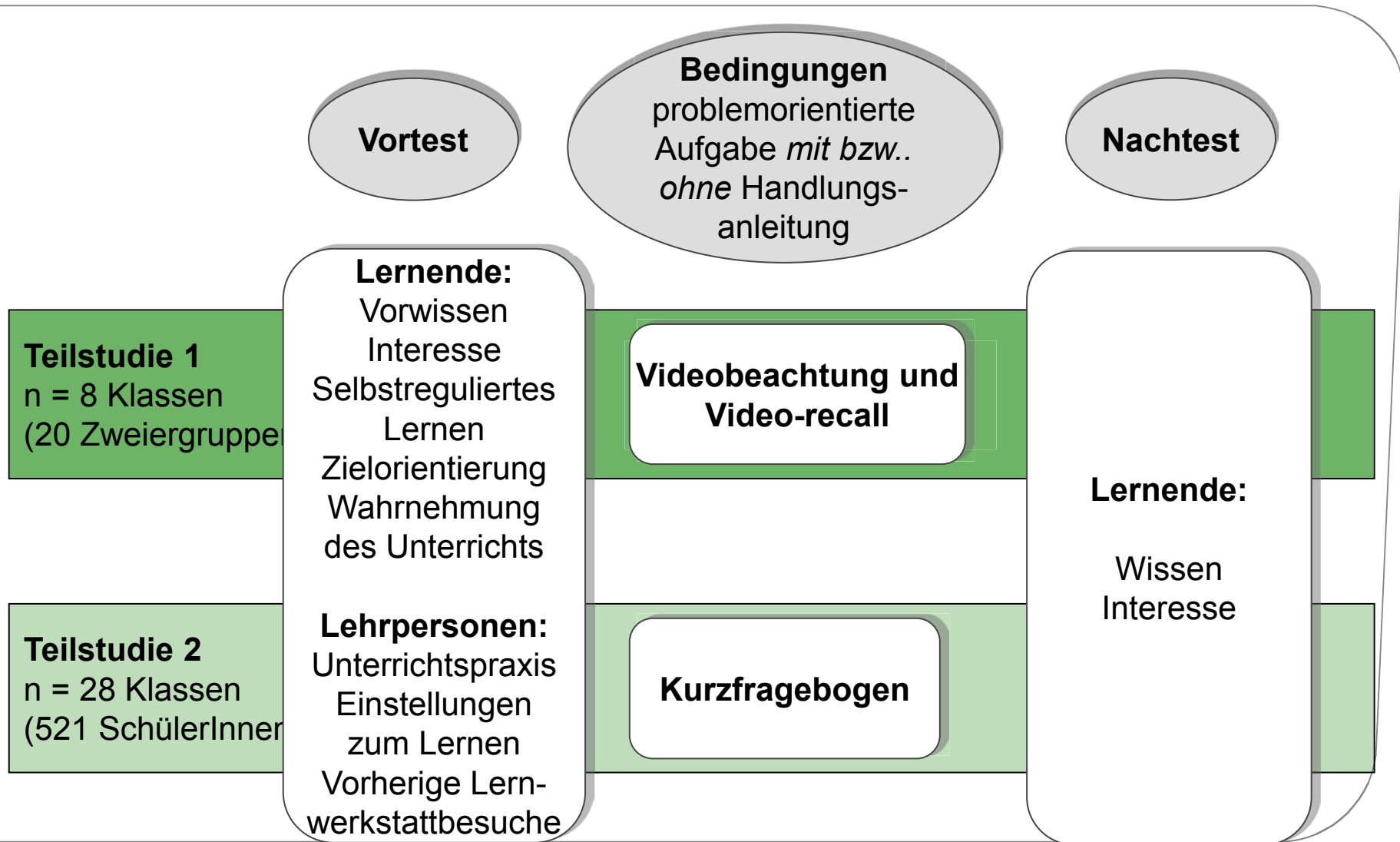
6.) Schaltet die Lampen aus und messt die Temperatur auf den Gegenständen. Schreibt die Ergebnisse auf.

**Temperatur nach 5 Minuten:**

Gegenstand 1:	
	°C

- Forschungsmethoden





- Ergebnisse aus der Videostudie

- Aus 8 Klassen wurden 23 Zweierteams zufällig ausgewählt, die den Posten bearbeiteten.
- Die Zweierteams erhielten entweder
- die problemorientierte Aufgabe und das Material (ohne Handlungsanleitung), *oder*
- die problemorientierte Aufgabe, das Material und das Arbeitsblatt mit der Anleitung (mit Handlungsanleitung).
- Die Zweierteams arbeiteten gut 20 Minuten selbstständig und wurden dabei gefilmt. Danach wurden sie zu ihrem Lernprozess befragt.

# Kategorien für Episoden

Problem verstehen  
Problem erläutern  
Hypothesen bilden



Fragen an das Phänomen  
Vermutung Hypothesen

Durchführen des Experiments

- Anleitung verstehen
- Material handhaben
- Experiment planen
- Temperatur messen
- Unterschiede in der Temperatur
- Unterschiede in der Erwärmung



Planung  
Durchführung / Datensammlung  
Auswertung

Interpretation der Ergebnisse  
Evaluation des Experiments

Schlussfolgerung  
Evaluation / Erweiterung

# Ergebnisse: Episoden

Code	mit Anleitung	ohne Anleitung
Problem verstehen	11	34
Problem erläutern	0	12
Hypothesen bilden	11	8
Anleitung verstehen	56	0
Material handhaben	33	41
Experiment planen	23	47
Temperatur messen	30	35
Unterschiede in der Temperatur	18	18
Unterschiede in der Erwärmung	3	10
Interpretation der Ergebnisse	11	14
Evaluation des Experiments	1	5

# Ausschnitte: mit Handlungsanleitung

T: Okay. Und jetzt die Lampen, oder?

T: Wie viel Abstand? *T zieht eine Lampe zum Gras hin und schaut auf die Anleitung.*

S: zehn, fünfzehn

T: Ist das etwa siebzehn? *(S liest vor.) T schaltet die Lampe beim Gras ein. T zieht eine Lampe zum weissen Stein und schaltet sie ein.*

T: Wie viele sollen wir? *T schiebt eine Lampe zum Gras und schaltet sie ein.*

T: Ich weiss nicht.

*Beide schauen auf die Anleitung.*

T: Jetzt kannst du mal.

S: (Soll ich mal) jede Lampe über einen Gegenstand tun. *S zeigt auf die Anleitung, auf das Bild von Lampen und Gegenständen.*

T: Aha, ja. Okay, machen wir es so.

# Ausschnitte: mit Handlungsanleitung

T: Okay, und was fehlt uns noch?

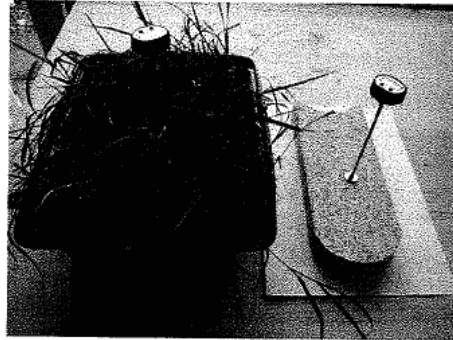
*Beide schauen auf die Anleitung und blättern auf die zweite Seite.*

T: (Hast du...)

*Beide lesen auf der zweiten Seite der Anleitung. S zeigt auf die Zeile "Die Thermometer dürfen nicht von der Lampe beleuchtet werden." S und T schauen sich an. T fasst sich an den Kopf. S lacht.*

T: Aha. ohoh - das haben wir falsch.

# Notizen: mit Handlungsanleitung



Gegenstand 1: Gras	22.6 °C
Gegenstand 2: Teer	27.1 °C
Gegenstand 3: Ziegel	28.6 °C
Gegenstand 4: Weisser Stein	25.2 °C
Gegenstand 5: Schwarzer Stein	26.8 °C

7.) Vergleicht die Temperaturen von 3. und 6.  
Was stellt ihr fest?

8.) Kreuzt an, ob eure Vermutungen von 2. mit euren  
Experimenten übereinstimmen:

- ja
- teilweise
- nein

Schreibt auf, was ihr beim Experimentieren herausgefunden habt:

Das der Ziegel am 'höchsten' ist.

# Ausschnitte: ohne Handlungsanleitung

C: Wir müssen zuerst... *C schaltet die 5. Lampe aus. D schaltet die 4. Lampe ein.*

C: David, mach sie zuerst noch aus, damit alle gleichzeitig anfangen.

...

C: Also jetzt messen wir es einmal vor der Ding, wie warm es

D: Nein, brauchen wir nicht. Nach//

C: // Ja, dann können wir den Unterschied feststellen.

D: Ja, du hast recht.

C: Irgendwie habe ich das Gefühl, dass man mit dem Gras auch noch etwas Anderes anfangen könnte.

D: Ja, es ist einfach Grünzeug. Manche Leute machen das ja schon, dass sie ihre Häuser damit bepflanzen.

# Ausschnitte: ohne Handlungsanleitung

C: Das ist noch komisch, dass ähm, dass die verschiedenen Materialien verschieden warm sind. *Beide schauen auf ihre Notizen auf dem Block.*

D: Ja, es kommt auf die Farbe drauf an. Schwarz

C: Also ich habe gemeint, nein, ich habe gemeint, bevor wir die Lampen hingetan haben,

C: aha vielleicht ist es von den vorherigen noch ein bisschen gewärmt gewesen.

C: Also Schwarz ist der Winner, zweiter, dritter, vierter, fünfter.

D: Also // super () alle Häuser weiss anstreichen

C: Ja, zum kalt sein, ja

# Notizen: ohne Handlungsanleitung

Material	Schwarz	Weiss	Ziegel	Teer	Gras
Vor der Bestrahlung	23.5	24.1	24.3	24.0	23
Nach der Bestrahlung	<del>25.2</del>	<del>24.7</del>	<del>25.7</del>	<del>22.4</del>	<del>23.7</del>
Nachher	27.1	<del>23.4</del> 25.1	25.4	25.5	25.1
Unterschied	<u>3.6</u>	<u>1</u>			

Schwarz zieht das Licht an und erwärmt sich <sup>dadurch</sup> schneller als Weiss das das Licht reflektiert.

1.1  
3  
2.8  
2

# Ratingskala für Antworten

Inhalte	Beispiele	Level
nicht relevant	Dass Lampen unterschiedlich stark erwärmen	0
- Unterschiede in der Temperatur ohne dass die unterschiedliche Erwärmung angesprochen wird	Also die Temperaturunterschiede sind halt sehr gross. Es ist zum Beispiel 26 Grad gewesen und der andere nur 21 Grad.	1
- Unterschiede in der Erwärmung, jedoch nicht korrekt oder zu allgemein bzw. ungenau	Man hat gelernt, wie heiss ein Gegenstand sein kann / Dass der Ziegelstein am wärmsten wird	2
- Unterschiedliche Erwärmung der Materialien (korrekt)	Dass sich dunkle Sachen stärker erwärmen Dass Gras am kühlfsten ist und Teer (bzw. Ziegel) am wärmsten	3
- Begründung, weshalb sich verschiedene Materialien unterschiedlich erwärmen	Schwarz zieht die Wärme an und weiss reflektiert sie	4
- Verbindung der Ergebnisse des Experiments mit der Fragestellung zum Klima	Dass man Häuser mit viel Pflanzen bauen sollte / Dass man darum eher helle Häuser sieht	5

# Lernzuwachs im Experiment

Team MIT	Beurteilung	Team OHNE	Beurteilung
V7	3	V4	3
V8	5	V5	3
V9	3	V6	4
V10	4	V13	5
V11	5	V14	5
V12	1	V15	4
V16	4	V18	0
V17	1	V19	4
V20	3	V21	2
V23	2	V22	3
<b>Total</b>	<b>31 (1-5)</b>	<b>Total</b>	<b>33 (0-5)</b>

- Ergebnisse aus der Fragebogenstudie

- Erhebung im RDZ Rapperswil-Jona von Mai – November 2010
- Erhebung im RDZ Wattwil von November 2010 – Juni 2011
  
- 28 Klassen mit 522 Schülerinnen und Schülern
- Rücklauf Vorerhebung: N = 495 (243 Mädchen; 252 Knaben)  
4. – 9. Klasse
- 30 Aufgaben in der Lernwerkstatt
  - 18 Aufgaben mit Handlungsanleitung
  - 5 Aufgaben mit wenig Anleitung
  - 7 Aufgaben ohne Handlungsanleitung
- Von 512 Schülerinnen und Schülern liegen Angaben zu den Aufgaben in der Lernwerkstatt vor
- Insgesamt wurden 2607 Posten bearbeitet

Zeit: \_\_\_\_\_

Postennummer: \_\_\_\_\_

Anzahl:        

Bitte kreuze an, wie du dich im Moment fühlst.  
(Nur 1 Bild ankreuzen)



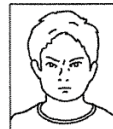
<sub>1</sub> interessiert



<sub>2</sub> gelangweilt



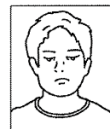
<sub>6</sub> zufrieden



<sub>3</sub> ärgerlich



<sub>5</sub> fröhlich



<sub>4</sub> traurig

Der Posten war für mich

zu schwerig  <sub>1</sub>    eher schwerig  <sub>2</sub>    gerade richtig  <sub>3</sub>    eher zu leicht  <sub>4</sub>    zu leicht  <sub>5</sub>

Ich habe den Posten gelöst:




ja  <sub>1</sub>    teilweise  <sub>2</sub>    nein  <sub>3</sub>

Kurzfragebogen  
nach jeder Aufgabe  
Heft mit 7 Seiten für Posten  
und 2 Seiten Fragebogen  
am Schluss

Basierend auf  
Akademischen Emotionen  
(nach Pekrun, Goetz, Titz,  
Perry, 2002)

# Angaben der Schülerinnen und Schüler zu den Posten (insgesamt)

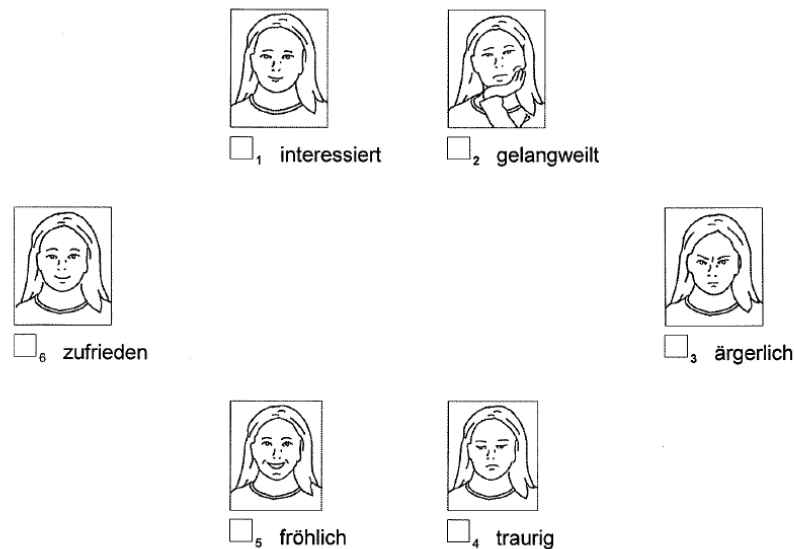
## Anzahl

	417 (17%)
	1733 (72%)
	277 (11%)

## Emotion

Interessiert	1041 (43%)
Zufrieden	683 (28%)
Gelangweilt	374 (15%)
Fröhlich	240 (9%)
Ärgerlich	64 (3%)
Traurig	25 (1%)

Posten	Anzahl
gelöst	2114
teilweise gelöst	317
nicht gelöst	29

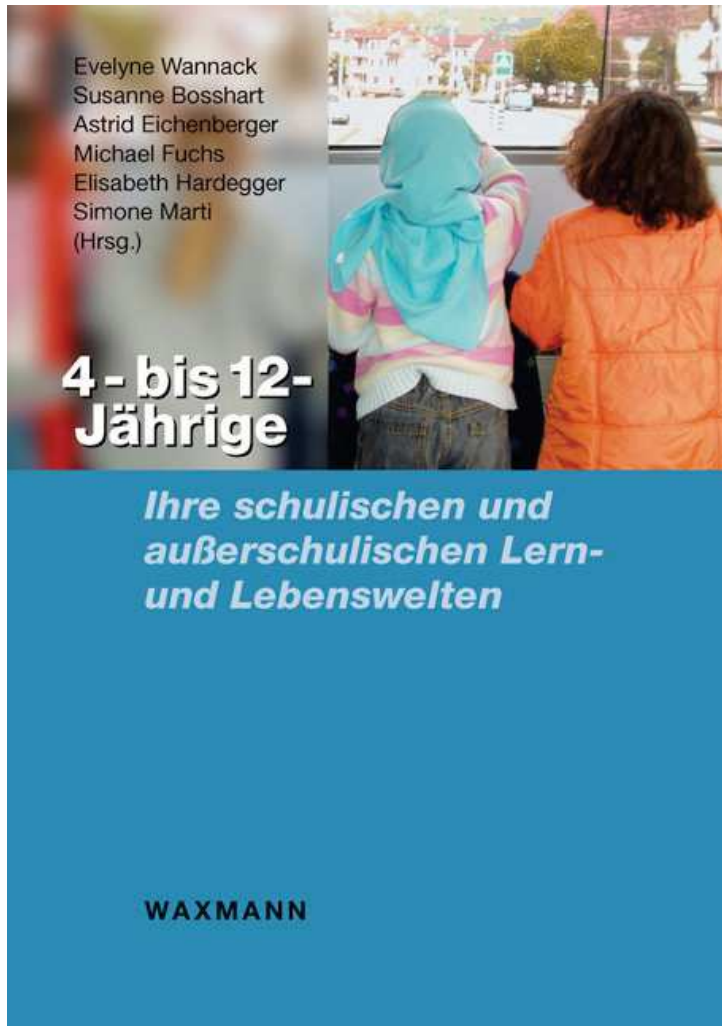


<sub>1</sub> interessiert      <sub>2</sub> gelangweilt  
<sub>6</sub> zufrieden      <sub>3</sub> ärgerlich  
<sub>5</sub> fröhlich      <sub>4</sub> traurig

- Fazit

- Ob das Experiment erfolgreich durchgeführt werden kann und ein Verständnis aufgebaut werden kann, hängt vermutlich nicht davon ab, ob eine Handlungsanleitung gegeben wird oder nicht -> wird noch weiter untersucht
- Schülerinnen und Schüler, die eine Aufgabe mit Handlungsanleitung lösen, konzentrieren sich darauf, die Anleitung zu verstehen und sie umzusetzen.
- Sie setzen weniger Zeit dafür ein, das Problem zu verstehen, es zu erläutern und ein Experiment zu planen als diejenigen Schülerinnen und Schüler, die keine Anleitung haben
- Die gemeinsame Regulation der Arbeit muss stärker ausgehandelt werden, wenn keine Anleitung vorhanden ist.
- Ohne Handlungsanleitung engagieren sich die Schülerinnen und Schüler stärker in anspruchsvolleren Gesprächen, bringen Vorwissen mit ein, begründen ihre Meinung.

- Die Aufgabenqualität ist von grosser Bedeutung für den Lernprozess.
  - Anleitungen sichern den Lernerfolg nicht mehr als problemorientierte Aufgaben ohne Anleitung.
  - Damit forschend-entdeckend gelernt werden kann (inquiry based learning) braucht es Aufgaben, die problemorientiert und nicht übermässig vorstrukturiert sind.
  - Bei ausführlichen Anleitungen konzentrieren sich die Lernenden darauf, die Anleitung zu verstehen; dies reduziert das Diskutieren eigener Vorstellungen.
- Problemorientierte Aufgaben für entdeckendes Lernen sind eine (lohnenswerte) Herausforderung – Anleitungen sind stärker verbreitet.



- Franziska Vogt, Angelika Meier (2013)
- Lernen in Lernwerkstätten – Selbsttätiges Lernen im Team: Unterschiedliche Aufgabenstellungen im Bereich der Naturwissenschaften In:
- Evelyne Wannack, Susanne Bosshart, Astrid Eichenberger, Michael Fuchs, Elisabeth Hardegger, Simone Marti (Hrsg.)
- 4- bis 12-Jährige. Ihre schulischen und außerschulischen Lern- und Lebenswelten (S. 269-278) Münster: waxmann ISBN 978-3-8309-2793-8

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teaching*, 72(7), 30-33.
- Bürki, R. (2004). Davos sieht grün. Beispiele zu Klimawandel und Tourismus auf der Sekundarstufe II. In W. Gamerith, P. Messerli, P. Meusburger & H. Wanner (Eds.), *Alpenwelt - Gebirgswelten. Inseln, Brücken, Grenzen* (pp. 229-236). Heidelberg: Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG).
- Frischknecht, K. (2010). Erkundend forschendes Experimentieren am Bsp. Biologieexperimente Skript PHSG.
- Frischknecht-Tobler, U., & Labudde, P. (2010). Beobachten und Experimentieren. In P. Labudde (Ed.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.-9. Schuljahr* (pp. 133-148). Bern: Haupt Verlag.
- Hogan, K., Nastasi, B. K., & Pressley, M. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva.
- Jacobs, J. K., Garnier, H., Gallimore, R., Hollingsworth, H., Givvin, K. B., Rust, K., et al. (2003). Third international mathematics and science study 1999. Video study technical report. Washington, DC: NCES.

- Millar, R. (2009). *Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI)*. York: Centre for Innovation and Research in Science Education, University of York. Available from <http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/ResearchPaperSeries/index.htm>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - What is it and does it matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Pauli, C. (1998). Computerunterstützte Schülerzusammenarbeit im Mathematikunterricht. Zürich: Zentralstelle der Studentenschaft (unveröffentlichte Dissertation).
- Reinfried, S., Schuler, S., Äschbacher, U., & Huber, E. (2008). Der Treibhauseffekt - Folge eines Lochs in der Atmosphäre?. Wie Schüler sich ihre Alltagsvorstellungen bewusst machen und sie verändern können. *Geographie heute*, 29(265), 24-33.
- Schneeberger, M. (2009). Verstehen und Lösen von mathematischen Textaufgaben im Dialog. Münster: Waxmann.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Stehr, N., & von Storch, H. (1999). *Klima-Wetter-Mensch*. München: Beck.
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogarts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to solve mathematical application problems: a design experiment with fifth graders. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(3), 195-229.