



# Förderung von Modellkompetenz durch den Einsatz einer Blackbox

## Theoretische Grundlage

### Modellkompetenz

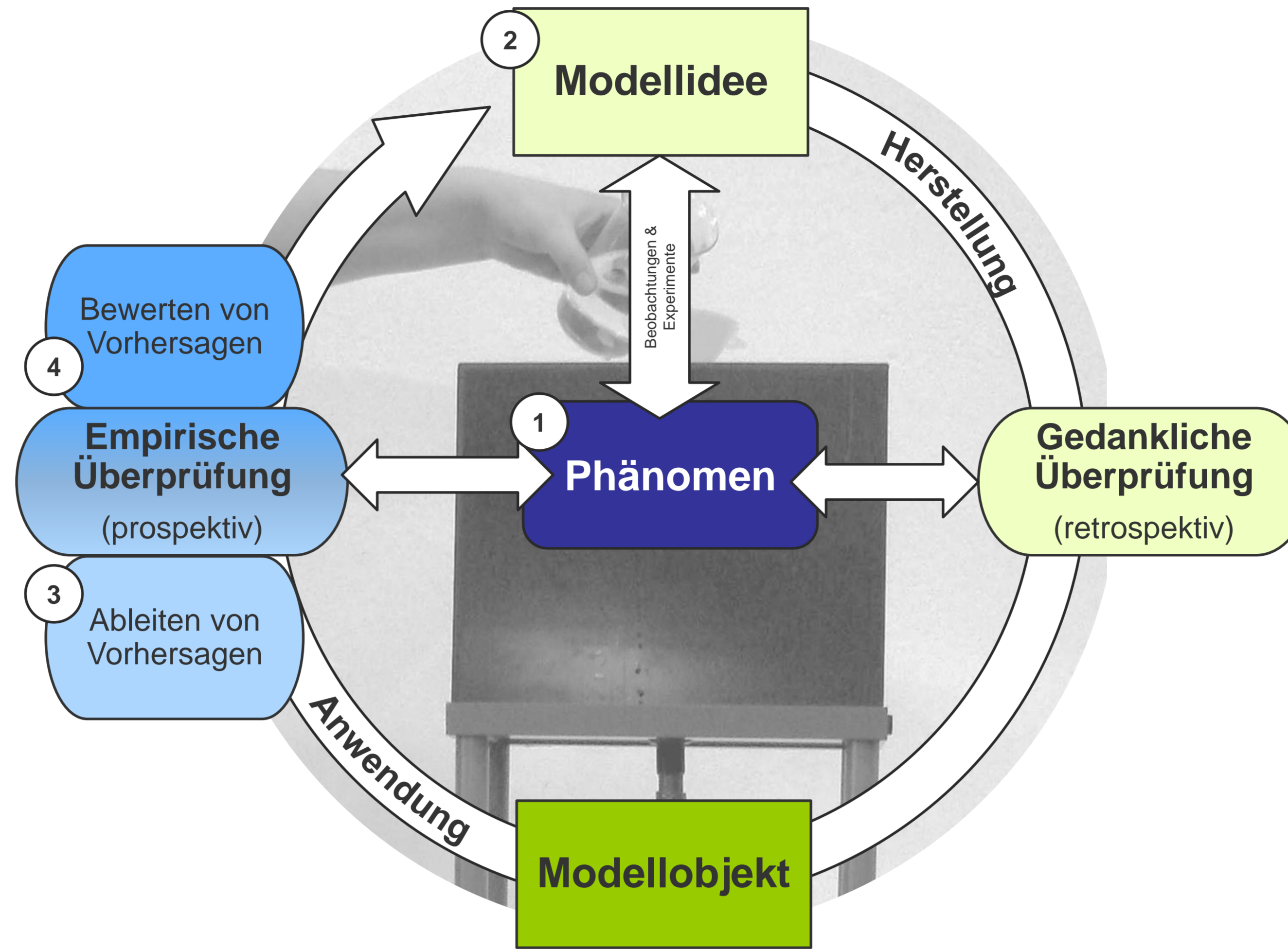
- Verständnis von Modellen als
  - Medien zur Vermittlung von biologischen Inhalten (Niveaus 0, I und II)
  - Werkzeuge zur Erkenntnisgewinnung (Niveau III)
- Förderung beider Perspektiven notwendig  
(Grünkorn, 2014; KMK, 2005; Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010; Tab. 1)

Teilkompetenzen	Niveau 0	Niveau I	Niveau II	Niveau III
Eigenschaften v. Modellen	<b>E</b>			
Alternative Modelle	<b>A</b>			
Zweck v. Modellen	<b>Z</b>			
Testen v. Modellen	<b>T</b>			
Ändern v. Modellen	<b>Ä</b>			
		<b>Modelle als Medien</b>	<b>Modelle als Werkzeuge</b>	

Tab. 1: Teilkompetenzen und Niveaus von Modellkompetenz (Grünkorn, 2014; Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010).

### Modellierungsprozesse

- iterativ und zyklisch (Abb. 1)
- zur Entwicklung von Niveau III notwendig  
(Clement, 1989; Giere et al., 2006; Mahr, 2008; Passmore et al., 2014; Abb. 1)



Geht bei den ersten drei Durchgängen wie folgt vor:

- Überprüft und bewertet eure Erwartung, nachdem erneut 400 ml eingefüllt wurden. Leitet eine Schlussfolgerung für euer Modell ab.
- Füllt 400 ml in die Blackbox (Input) und beobachtet, wie viel Wasser herauskommt (Output). Protokolliert die Daten.
- Formuliert auf der Grundlage eures gezeichneten Modells eine Erwartung über den nächsten Output.
- Zeichnet ein Modell des Inneren der Blackbox.

Abb. 1: Modellierungszyklus und strukturierende Arbeitsaufträge.

## Design & Methode

### Intervention:

- Blackbox stellvertretend für das zu modellierende Phänomen (Lederman & Abd-el-Khalick, 2002; Upmeier zu Belzen, 2014)
- Laborstudie (Aufschnaiter, 2014)
- Untersuchung der Blackbox mit strukturierenden Arbeitsaufträgen (Abb. 1) und Reflexionsgespräch

### Stichprobe:

- $N = 16$  (11. Jahrgangsstufe, Gymnasium)
- Zweierpaare ( $N_{Paare} = 8$ )

### Erhebung & Auswertung der Modellperspektiven

- Vor- und Nachtest als Einzelinterviews mit offenen, dekontextualisierten Aufgaben
- deduktiv-induktive Auswertung nach der qualitativen Inhaltsanalyse (Kategoriensystem nach Grünkorn, 2014; Schreier, 2014)

### Erhebung & Auswertung der Modellierungstätigkeiten

- Videografie
- qualitative Auswertung (deduktiv-induktiv) der Videos mit MAXQDA (Schreier, 2014)

## Forschungsfragen

1. Inwiefern verändern sich die Perspektiven über Modelle von Schülerinnen und Schülern vor und nach einer Intervention mit einer Blackbox?

2. Welche Modellierungstätigkeiten lassen sich bei der Untersuchung einer Blackbox bei Schülerinnen und Schülern identifizieren?

## Ergebnisse & Diskussion

Vortest	Nachtest					Nachtest					Nachtest					Nachtest					Nachtest				
	E	I	II	III	Σ	A	0/I	II	III	Σ	Z	0/I	II	III	Σ	T	0/I	II	III	Σ	Ä	0/I	II	III	Σ
I	2	1	2	5	0/I	1	1	3	1	0/I	3	2	2	7	0/I	0	4	1	5	0/I	1	0	1	2	
II	0	1	7	8	II	1	3	4	8	II	2	1	0	3	II	1	4	2	7	II	0	11	1	12	
III	1	0	0	1	III	0	0	2	2	III	0	0	1	1	III	0	0	0	0	III	0	0	0	0	
Σ	3	2	9	14	Σ	1	4	9	15	Σ	5	3	3	11	Σ	1	8	3	12	Σ	1	11	2	14	

Tab. 2: Vor- und Nachtests der 16 Probanden aufgeschlüsselt nach den fünf Teilkompetenzen.

### Signifikante Unterschiede mit mittleren Effektstärken (Wilcoxon-Test):

- Eigenschaften von Modellen ( $p = .032$ ;  $r = .40$ )
- Alternative Modelle ( $p = .041$ ;  $r = .37$ )
- Zweck von Modellen ( $p = .026$ ;  $r = .39$ )

### Analyse der Modellierungstätigkeiten einer Gruppe (Abb. 2; Tab. 3):

- 1. bis 3. Durchgang: alle Schritte des Modellierungszyklus
- Unterschiede in der Dauer der Phasen
- Bewerten von Vorhersagen vergleichsweise kurz

Die nicht signifikanten Unterschiede in den Teilkompetenzen Testen und Ändern von Modellen lassen sich möglicherweise mit den vergleichsweise kurzen Phasen der Bewertung von Vorhersagen erklären, da Niveau III bei beiden Teilkompetenzen das Einbeziehen von modellbasierten Hypothesen erfordert

(Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010).

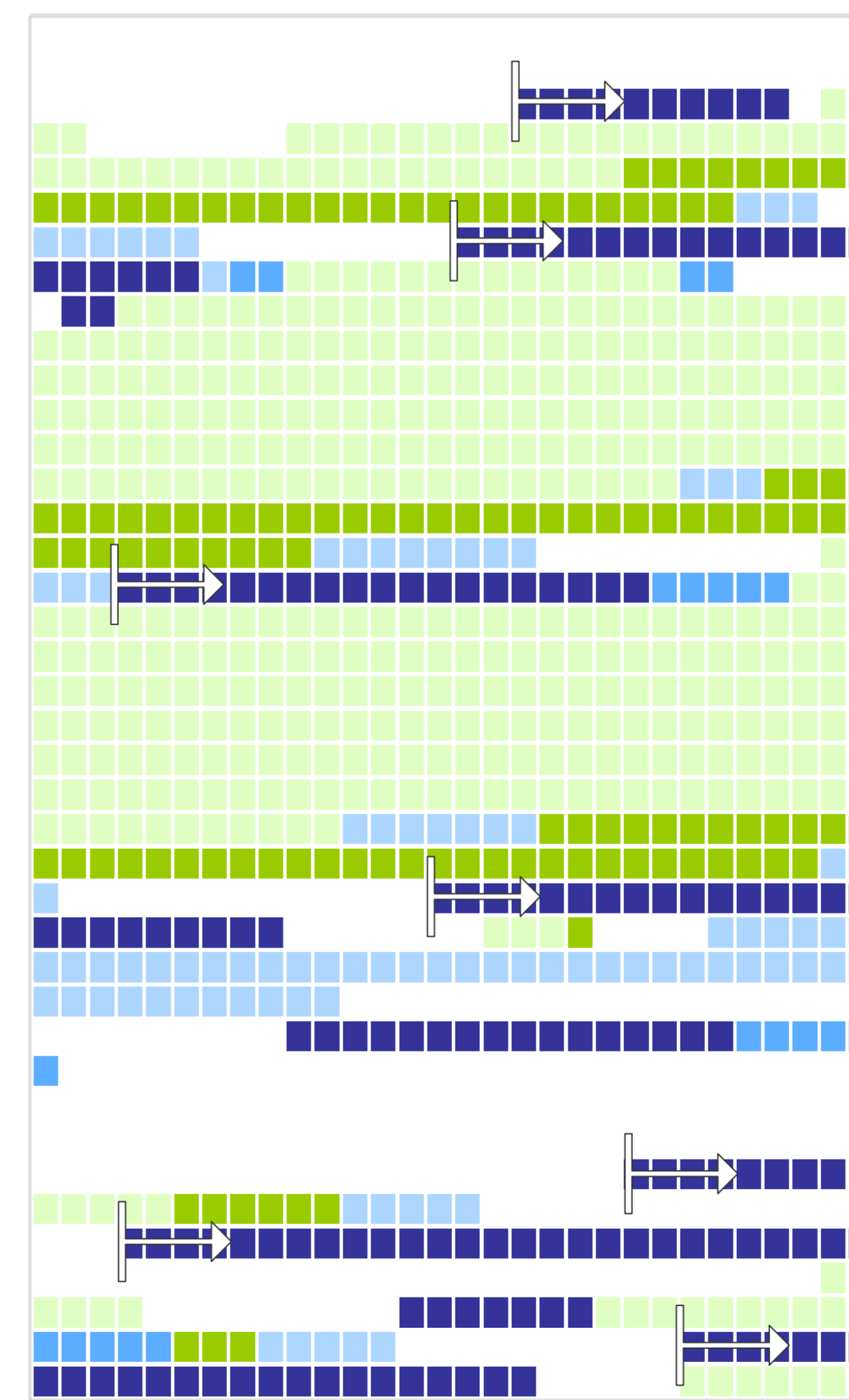


Abb. 2: Dokumenten-Portrait des Videos der Untersuchung der Blackbox (Gruppe 4); die Pfeile kennzeichnen den Beginn eines neuen Durchgangs.

Code	Beschreibung
Phänomen	Probanden erkunden Phänomen (Blackbox), indem sie z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>Blackbox von außen untersuchen</li> <li>Geräusche beschreiben</li> <li>Wasser in die Blackbox einfüllen, Output messen</li> <li>Input- und Output-Werte protokollieren</li> </ul>
Modellidee & gedankliche Prüfung	Probanden entwickeln (Gedanken-)Modell, indem sie z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideen zur Modellentwicklung vorschlagen</li> <li>Gedankenmodell mit vorhandenen Daten vergleichen</li> <li>logische Widerspruchsfreiheit des Modells bewerten</li> <li>Skizze des Modells anfertigen</li> </ul>
Modellobjekt	Probanden legen Darstellung des Gedankenmodells fest, indem sie <ul style="list-style-type: none"> <li>Zeichnung(en) auf Papier anfertigen</li> </ul>
Ableiten von Vorhersagen	Probanden leiten aus (Gedanken-)Modell Vorhersagen ab, indem sie z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>Vermutungen (z. B. „was wäre, wenn...“) äußern</li> </ul>
Bewerten von Vorhersagen	Probanden bewerten Vorhersagen, indem sie z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>Bewertungen implizit äußern (z. B. „oh nein“)</li> <li>Bewertungen explizit äußern</li> </ul>
Sonsl.	– nicht zuordenbare Tätigkeiten

Tab. 3: Kategoriensystem zur Analyse der Videos.

## Ausblick

- weitere Videos werden ausgewertet, um das Kategoriensystem (Tab. 3) zu erproben
- Differenzierung des Kategoriensystems unter Einbeziehung von Videotranskripten
- Weiterentwicklung der Intervention auf Basis der Vor- und Nachtests, der Modellierungstätigkeiten und der Inhalte der Reflexionsgespräche

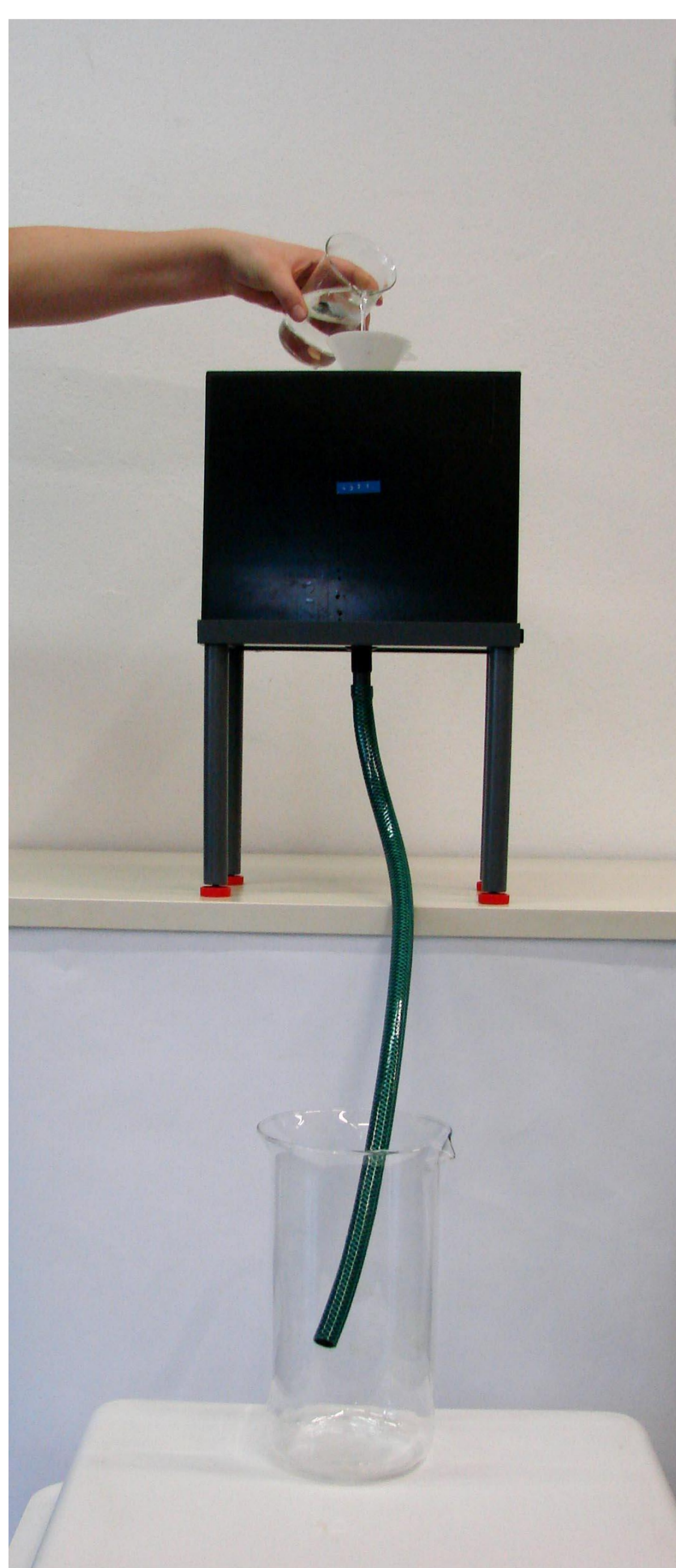




# Literatur

- Aufschnaiter, C. (2014). Laborstudien zur Untersuchung von Lernprozessen. In D. Krüger, I. Parchmann und H. Schecker (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 81–94). Berlin: Springer.
- Clement, J. (1989). Learning via model construction. Protocol evidence on sources of creativity in science. In G. Glover, B. Ronning, C. Reynolds (Hrsg.). *Handbook of creativity: Assessment, theory and research* (S. 341–381). New York: Plenum.
- Giere, R., Bickle, J. & Mauldin, R. (2006). *Understanding scientific reasoning*. London: Thomson Learning.
- Grünkorn, J. (2014). *Modellkompetenz im Biologieunterricht bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I mit Aufgaben im offenen Antwortformat*. Berlin: Hochschulschriftenstelle FU Berlin. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000097320](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000097320).
- KMK (Hrsg.) (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. Beschluss vom 16.12.2004. München: Luchterhand.
- Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In: W. F. McComas (Hrsg.). *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (S. 83–126 ). New York: Kluwer Academic Publishers,.
- Mahr, B. (2008). Ein Modell des Modellseins - Ein Beitrag zur Aufklärung des Modellbegriffs. In: U. Dirks & E. Knobloch (Hrsg.): *Modelle* (S. 187–218). Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag.
- Passmore, C., Gouvea, J. & Giere, R. (2014). Models in science and in learning science: Focusing scientific practice on sense-making. In: M. R. Matthews (Hrsg.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (S. 1171–1202). Heidelberg: Springer Dordrecht.
- Schreier, Margrit (2014). Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 15(1), Art. 18, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1401185>.
- Upmeier zu Belzen, A. (2014). Black Box. Modellierung von Prozessen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In: D. Ludwig, C. Weber & O. Zauzig (Hrsg.). *Das materielle Modell* (S. 99–106). Objektgeschichten aus der wissenschaftlichen Praxis. Paderborn: Wilhelm Fink.
- Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41–57.

# Blackbox



Datenmuster		
Nr.	Input	Output
1	400 ml	0 ml
2	400 ml	400 ml
3	400 ml	600 ml
4	400 ml	400 ml
5	400 ml	0 ml
6	400 ml	1000 ml
Wiederholung des Datenmusters		

## Kontakt

Susann Koch  
 Freie Universität Berlin  
 Didaktik der Biologie  
 Schwendenerstraße 1  
 D - 14195 Berlin  
[Susann.Koch@fu-berlin.de](mailto:Susann.Koch@fu-berlin.de)