

Autorinnen: Britta Lübke & Dörthe Ohlhoff
Lizenz: [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ProfaLe Materialplattform
Handlungsfeld 2
Biologie

Modellieren mit der Blackbox

Schlagworte

Biologie, Lehramt für Sekundarstufe I/II, Seminarsitzung, Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, Modellbildung, Blackbox, Konzeptionelle Mündlichkeit und Schriftlichkeit

Informationen zur Lerngelegenheit	
1. a) Grundidee/Thema	Experimentieren/Modellieren und Unterschiede zwischen konzeptionell mündlicher und konzeptionell schriftlicher Kommunikation erkennen
b) Ziele der Lerngelegenheit	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ...kennen unterschiedliche Sprachebenen (Alltagssprache, Bildungssprache, Fachsprache) von Biologieunterricht und erarbeiten erste Merkmale der einzelnen Ebenen • ...reflektieren die Kontextgebundenheit der mündlichen Kommunikation und den Gebrauch verweisender Elemente in dieser • ...reflektieren die Arbeit mit der Blackbox vor dem Hintergrund von <i>Nature of Science</i> und dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
c) Zeitumfang	135 Minuten (möglich sind auch 2x90 min)
d) Zielgruppe	Studierende des Lehramts Biologie der Sekundarstufe I und II
e) Lernausgangslage der Studierenden	Diese Lerngelegenheit stellt eine Sensibilisierung für die Unterschiede zwischen konzeptionell mündlicher und konzeptionell schriftlicher Kommunikation dar. Im fachdidaktischen Bereich sollten bereits Kenntnisse über die zentralen Aspekte von <i>Nature of Science</i> (besonders zur Sicherheit des Wissens) sowie zum Experimentieren und dem generellen Arbeiten mit Modellen (Arten von Modellen, besonders heuristische Funktion von Modellen) sowie der Modellkompetenz bei Lernenden bestehen (siehe vertiefende Literatur L 6-8 sowie M3).

2. Biologiedidaktische Bezüge	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung: Experimentieren und Modellieren; <i>Nature of Science</i>
3. Theoretischer Hintergrund bezogen auf sprachbewussten Unterricht	<ul style="list-style-type: none"> • Bildungssprache (Riebling 2013) • Sprachebenen von Unterricht (konzeptionelle Mündlichkeit und konzeptionelle Schriftlichkeit)
4. Materialien	<p>M1: Mögliche tabellarische Verlaufsplanung der Lerngelegenheit</p> <p>M2: digitale Blackbox von Hergert & Krüger der FU Berlin (https://tetfolio.fu-berlin.de/web/440484)</p> <p>M3: Fachdidaktische Modelle zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung</p> <p>M4: Auszug aus Costa, R. & Mendel I. (o.J.). <i>Tatsächlich. Feministische Zugänge zu Wissenschaft vermitteln. Eine Sammlung von Lehrmaterialien</i> (verfügbar unter: https://www.sparklingscience.at/_Resources/Persistent/9063373e812e19bad627bb4bed4a66c37f96b0e8/lehrbuch_CSL_Tatsaechlich.pdf).</p>
5. Vertiefende Literatur	<p>L1: Koch, P. & Oesterreicher, W. (1986). Sprache der Nähe – Sprache der Distanz. Mündlichkeit und Schriftlichkeit im Spannungsfeld von Sprachtheorie und Sprachgeschichte. In Deutschmann, O. et al. (Hrsg.), <i>Romanistisches Jahrbuch</i>, Band 36 (S. 15-43). Berlin: de Gruyter.</p> <p>L2: Kniffka, G. (2010). <i>Scaffolding</i>. Material zur Sprachförderung von der Universität Duisburg-Essen. Projekt ProDaZ: Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Online verfügbar unter https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/scaffolding.pdf [08.08.2018]</p> <p>L3: Gibbons, P. (2010). Unterrichtsgespräche und das Erlernen neuer Register in der Zweitsprache. In P. Mecheril & T. Quehl (Hrsg.), <i>Die Macht der Sprachen. Englische Perspektiven auf die mehrsprachige Schule</i> (S. 269-90). Münster: Waxmann.</p> <p>L4: Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2016). Scaffolding beim Forschenden Lernen. Eine empirische Untersuchung zur Wirksamkeit von Lernunterstützungen. <i>Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften</i> (ZfDN), 23, 21–37.</p>

5. Vertiefende Literatur

L5: Riebling, L. (2013). Heuristik der Bildungssprache. In I. Gogolin et al. (Hrsg.), *Herausforderung Bildungssprache - und wie man sie meistert* (S. 106-153). Münster: Waxmann.

L6: Frank, A. (2005). Naturwissenschaftliches Arbeiten mit der Blackbox. *Unterricht Biologie 307/308*, Beilage, 1-16.

L7: Ruebush, L., Sulikowski, M. & North, S. (2009). A simple exercise reveals the way students think about scientific modeling. *Journal of College Science Teaching*, 24-28.

L8: Koch, S., Krell, M. & Krüger, D. (2015). Förderung von Modellkompetenz durch den Einsatz einer Blackbox. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 93-108.

M1: Mögliche tabellarische Verlaufsplanung der Lerngelegenheit

Phase / Zeit	Ablauf / Arbeitsaufträge	Didaktischer Kurzkomentar Bedeutung für Lernprozess und Aspekte sprachbewussten Unterrichts	Sozialform und Medien
<u>Vorbereitender</u> Arbeitsauftrag für die Studierenden	<p>Achtung, der Arbeitsauftrag umfasst 3 Teile:</p> <p>1. „Zur Vorbereitung der kommenden Sitzung sollen Sie jeweils mindestens zu zweit (das kann sowohl gemeinsam mit einer oder einem Mitstudierenden des Seminars aber auch mit einem anderen Menschen aus dem Freundes- oder Familienkreis erfolgen) ein Modell für das Innere der Berliner Blackbox erstellen. Das Modell soll dabei ALLE beobachtbaren Vorgänge des In- und Outputs erklären. Bitte beachten Sie bei der Durchführung folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeiten Sie unbedingt zu zweit oder in einer Kleingruppe. - Nehmen Sie den gesamten Prozess mit dem Handy o.Ä. auf. - Visualisieren Sie das Modell.“ <p>2. „Transkribieren Sie anschließend beliebige 5 Minuten ihres Modellierungsprozesses.“</p> <p>3. „Für die kommende Sitzung sollten Sie außerdem fachdidaktisches Wissen aus der Einführungsveranstaltung über Modelle und Experimentieren in der Biologie und zentrale Merkmale von NoS besitzen. Wiederholen Sie ggf. diese Inhalte anhand Ihrer Unterlagen aus der Einführung.“</p>	<p>Erfahrungsgemäß tun sich viele (aber nicht alle) Studierende schwer, ein tragfähiges Modell für die Blackbox zu entwickeln. Es empfiehlt sich daher, den inhaltlichen Modellbildungsprozess nicht im Seminar, sondern vorbereitend durchzuführen, um der Heterogenität der Studierenden gerecht zu werden. Wenn die Studierenden mit Kommilitoninnen die Vorbereitung durchführen, halbiert sich deren Transkriptionsaufwand. Wichtig für den weiteren Verlauf ist jedoch nur, dass Transkriptionen vorliegen.</p>	<p>PA/KGA M2</p>

Einstieg (ca. 5 Minuten)	Kurzer Erfahrungsaustausch: „Wie ist die Modellbildung verlaufen?“ sowie Gruppenbildung (4-6 Personen, in jeder Gruppe sollten dabei mindestens zwei tragfähige Modelle vorliegen)	Da einige Studierende sehr emotional auf Probleme bei der Modellbildung reagieren, hat es sich bewährt, dieser Emotionalität einmal kurz Raum zu geben und zugleich aufzuzeigen, dass viele Studierende zu tragfähigen Modellen gelangen.	Plenum
Arbeitsphase I (ca. 25 Minuten)	Die Studierenden arbeiten in KG. 1. Vorstellen der einzelnen Modelle in KGA 2. Diskussion der Vor- und Nachteile 3. Entscheidung für ein Modell zur Weiterarbeit in der KG 4. Formulierung eines Schulbuchtextes zum Modell „Wasserverarbeitung der Blackbox“.	Während die Modellbildung konzeptionell mündlich erfolgt und die Formulierung eines Schulbuchtextes (Schritt 4 in Arbeitsphase I) auf die konzeptionell schriftliche Bearbeitung abzielt, sind in den Schritten 1-3 dieser Arbeitsphase unterschiedliche sprachliche Realisierungsmöglichkeiten gegeben. Diese könnten im Anschluss mit Blick auf mögliche <i>Scaffolds</i> (Mikroscaffolding; vgl. Kniffka 2010, Gibbons 2010) in der Lehrkraft-Lernenden-Interaktion diskutiert werden.	KGA
Präsentation I (ca. 10 Minuten)	Präsentation der unterschiedlichen Modelle im Plenum.	Diskussion der offenen Fragen: Die Studierenden erfahren den Erkenntnisweg von Forschenden sowie deren Ungewissheit und diskutieren Unterschiede zwischen Messen und Modellieren	Plenum
Einstig fachdidaktische Komponente (5 Minuten)	„Was können die Lernenden beim Arbeiten mit der Blackbox im Biologieunterricht lernen?“ Erste Sammlung im Plenum an der Tafel	Neben fachdidaktischen Zielen werden hier erfahrungsgemäß auch überfachliche wie Selbstregulation/soziale Kompetenzen genannt.	Plenum Tafel

Arbeitsphase II (ca. 25 Minuten)	Vertiefung von drei fachdidaktischen Aspekten (Experimentieren – Modellkompetenz – NoS). Die Studierenden arbeiten anhand eines Kompetenzmodells aus dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (M 3) arbeitsteilig zu erwerbende fachliche Kompetenzen heraus und verschriftlichen diese auf Metaplankarten.	Damit dies in 25 Minuten realisiert werden kann, müssen die Studierenden Vorwissen über die Kompetenzmodelle besitzen.	KGA Metaplankarten/Stifte; M3
Auswertung und Sicherung Arbeitsphase II (ca. 15 Minuten)	Zusammentragen und Clustern der angesprochenen Kompetenzen an der Tafel.	Optional kann hier noch abschließend die Frage diskutiert werden: Sollte die Blackbox am Ende geöffnet werden?	Plenum Tafel
Arbeitsphase III (ca. 25 min)	<p>„Jetzt haben wir das Thema der Blackbox vor allem mit Blick auf den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung betrachtet. Nun wollen wir uns noch einmal mit der Blackbox beschäftigen, nun aber mit einem Fokus auf den Kompetenzbereich Kommunikation und die sprachlichen Anforderungen des Experimentierens und Modellierens mit der Blackbox.</p> <p>Vergleichen Sie bitte den Transkriptausschnitt des Experimentierens/ der Modellentwicklung mit dem von Ihnen verfassten Text für ein Schulbuch.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Was unterscheidet die beiden Texte auf sprachlicher Ebene? 2. In welchem Kontext ist der jeweilige Text adäquat und warum?“ 	Der Input (s.u.) kann je nach Lerngruppe und präferiertem Vorgehen (induktiv/deduktiv) vor oder nach der Arbeitsphase III platziert werden.	KGA Transkriptausschnitt/ Text Arbeitsphase I
Auswertung	Sammeln und Sortieren		Plenum

und Sicherung Arbeitsphase II (ca. 10 Minuten)			Tafel
Input (ca. 10 min)	Kurzer Input zu Unterschieden zwischen Alltags- und Bildungssprache.	Der Detailgrad des Inputs kann hier variieren. Möglich sind sowohl sehr allgemeine Kategorien wie beispielsweise die Unterscheidung zwischen einer Sprache der Nähe und einer Sprache der Distanz (vgl. Koch & Oesterreicher 1985) als auch stärker differenzierende wie z.B. Riebling 2013 – Heuristik der Bildungssprache – sein. In Letzterem findet sich auch ein Beispiel zur Glimmspannprobe, in welchem ebenfalls die unterschiedlichen Textformen beim Experimentieren expliziert werden. Optional kann z.B. bei der Aufteilung auf zwei Sitzungen a 90 Minuten (A) eine Einheit zum <i>Scaffolding</i> und/oder (b) eine Einheit zu typischen Sprachhandlungen im BU (Benennen/Beschriften; Beschreiben; Vergleichen; Erklären/Begründen, vgl. Beese et al. 2017) angeschlossen werden.	Plenum

M2: Blackbox

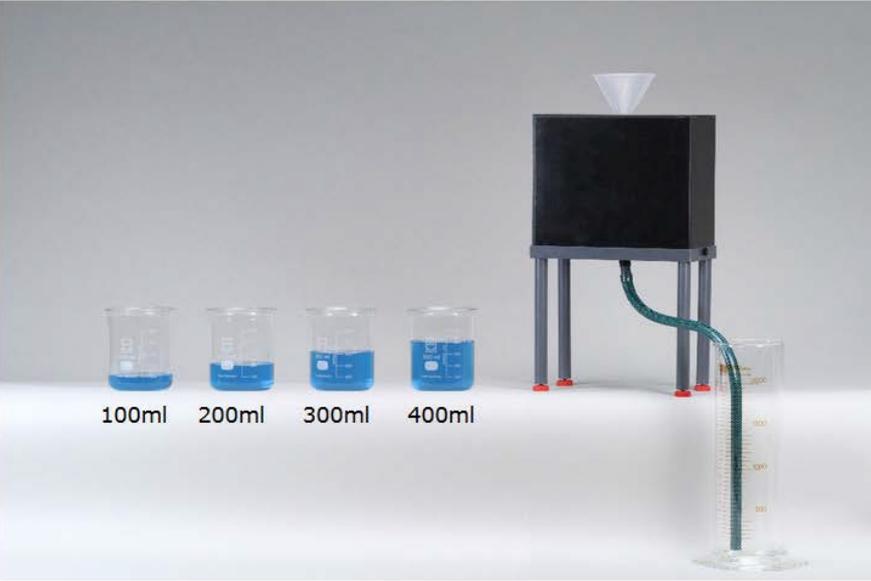
Prinzipiell kann die Lerngelegenheit mit jedem Experiment und jeder Modellbildungsgelegenheit umgesetzt werden.

Eine auch für Studierende herausfordernde – und auch digital nutzbare – Blackbox wurde von der FU Berlin entwickelt:

<https://tetfolio.fu-berlin.de/web/440484> [Zugriff 28.11.2018]

Freie Universität Berlin

Modelle in der Biologie



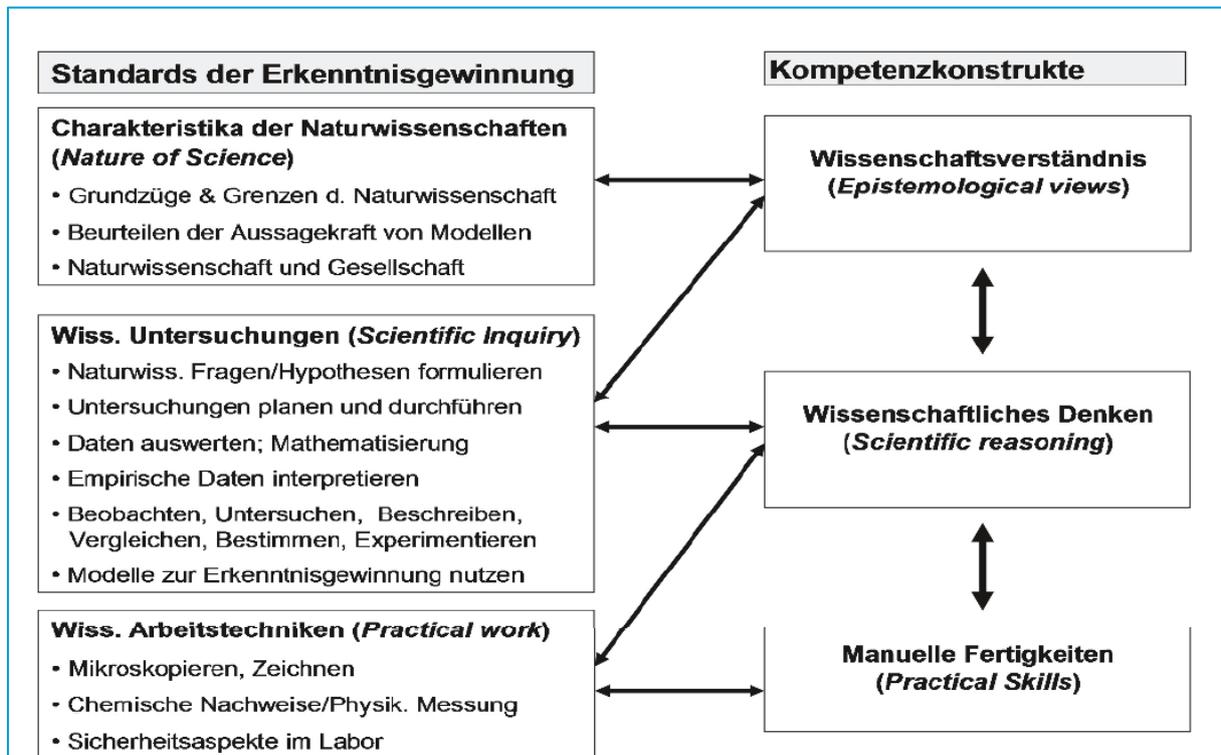
Um die Untersuchung durchzuführen, nimm einen Messzylinder und ziehe ihn über den Trichter.

Die Skala des großen Messzylinders kann durch Klicken vergrößert werden.

Selbstverständlich können auch andere (gegenständliche) Blackboxen, wie die häufig eingesetzte Geräuscheblackbox (siehe als Beispiel L 6), eingesetzt werden.

M3: Fachdidaktische Modelle zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen



Aus: Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), Theorien der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden (S. 177-186). Berlin: Springer.

Struktur und Niveaus der Modellkompetenz im BU

Tab. 4: Struktur und Niveaus der Modellkompetenz im Biologieunterricht. Hellgrau – Perspektive auf das Modellobjekt; mittelgrau – Herstellungsperspektive; dunkelgrau – Anwendungsperspektive (vgl. Abb. 1)

Komplexität Teilkompetenz	Niveau I	Niveau II	Niveau III
Kenntnisse über Modelle			
Eigenschaften von Modellen	Modelle sind Kopien von etwas	Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas	Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas
Alternative Modelle	Unterschiede zwischen den Modellobjekten	Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas	Modelle für verschiedene Hypothesen
Modellbildung			
Zweck von Modellen	Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen	Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären	Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen
Testen von Modellen	Modellobjekt überprüfen	Parallelisieren mit dem Ausgangsobjekt, Modell von etwas testen	Überprüfen von Hypothesen bei der Anwendung, Modell für etwas testen
Ändern von Modellen	Mängel am Modellobjekt beheben	Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren	Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren

Aus: Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16, 41-58.

M4: Auszug aus Costa & Mendel (o.J.)

Diese Lerngelegenheit eignet sich auch um über den Konstruktionscharakter wissenschaftlicher Erkenntnisse und die Unsichtbarmachung dessen in der Fachsprache zu reflektieren.



Beispiel: black boxing

Ein weiterer entscheidender Aspekt der Konstruktion von wissenschaftlichen Tatsachen betrifft den Umstand, dass die Entstehungsbedingungen von Fakten im Laufe der Zeit unsichtbar gemacht werden. Dabei sind am Anfang der Forschung zahlreiche Einschränkungen am Werk, um bestimmte Aussagen treffen zu können. Sobald aber das Forschungsergebnis in ein breiteres Feld kommt, wird es vereinfacht, damit es besser zu vermitteln ist. Zunehmend werden so die Entstehungsbedingungen ausgeblendet. Dieser Prozess wird black boxing genannt und kann folgendermaßen veranschaulicht werden:

- „1. Der Wissenschaftler XY behauptet, er habe mit dem Apparat A der Firma F ein Experiment E durchgeführt, das die Existenz der Substanz S zeigt.
2. Der Wissenschaftler XY behauptet, er habe ein Experiment E durchgeführt, das die Existenz der Substanz S zeigt.
3. Das Experiment E behauptet, die Existenz von S zu zeigen.
4. Das Experiment E zeigt die Existenz von S.
5. S existiert.“

Quelle: Latour & Woolgar: zit. nach Felt u.a., S.138

Aus: Costa, R. & Mendel I. (o.J.). *Tatsächlich. Feministische Zugänge zu Wissenschaft vermitteln. Eine Sammlung von Lehrmaterialien* (S. 73). Verfügbar unter:

https://www.sparklingscience.at/_Resources/Persistent/9063373e812e19bad627bb4bed4a66c37f96b0e8/lehrbuch_CSL_Tatsaechlich.pdf.

Hinweise für Hochschullehrende

In der vorliegenden Verlaufsplanung wurde das Arbeiten mit der Blackbox mit einem starken fachdidaktischen Fokus auf Modellbildung und *Nature of Science*, welcher vertiefenden Charakter hat, realisiert. Auf sprachlicher Ebene steht eine Sensibilisierung für die Unterschiede zwischen konzeptionell mündlicher und konzeptionell schriftlicher Kommunikation im Fokus. Mögliche Vertiefungen für einen sprachbewussten Fachunterricht sind in der Verlaufsplanung im Didaktischen Kurzkomentar skizziert.

Die Lerngelegenheit ist für Studierende durch den vertiefenden fachdidaktischen Anteil bezogen auf den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung sowie die inhaltlich anspruchsvolle Modellbildung komplex. In unseren Augen ist diese Komplexität jedoch notwendig, um den Studierenden zum einen die Komplexität ihrer zukünftigen Tätigkeit im Allgemeinen und zum anderen die sich durch komplexere Inhalte/Experimente ergebene sprachliche Komplexität erfahrbar zu machen. Während bei weniger komplexen Inhalten die konzeptuell mündliche Alltagssprache zur Erarbeitung und zum Verständnis des Gegenstandes häufig ausreichen, wird an komplexeren Inhalten und Aufgaben deutlich, dass für ein adäquates Verständnis/eine adäquate Aufgabenbearbeitung auf konzeptuell schriftliche Sprachregister zurückgegriffen werden muss.

Hintergrund der eingesetzten Blackbox

Die digitale Blackbox wurde an der FU Berlin (vgl. L8: Koch, Krell & Krüger 2015) entwickelt. Da viele Studierende immer fragen: Ja, die gibt es auch in echt und der In-, Output ist wirklich derselbe. Konzipiert wurde sie für die Sekundarstufe I. In den Klassen wurde jeweils mit einer „echten“ und - um viele Kleingruppen zeitgleich arbeiten zu lassen – mit der digitalen Version gearbeitet.

Wie bereits in der Verlaufsplanung vermerkt, fällt es vielen (aber nicht allen) Studierende durchaus schwer, ein tragfähiges Modell für die Blackbox zu entwickeln. Besonders für Studierende mit einer hohen naturwissenschaftlichen Orientierung ist die prinzipielle Unabgeschlossenheit des Modellierens bisweilen eine große Herausforderung. Der Modellbildungsprozess kann je nach Studierenden durchaus einige Stunden in Anspruch nehmen und von vielen Emotionen begleitet sein. Es empfiehlt sich daher, den inhaltlichen Modellbildungsprozess nicht im Seminar, sondern vorbereitend durchzuführen, um der Heterogenität der Studierenden gerecht zu werden. Wenn die Studierenden mit Mitstudierenden die Vorbereitung durchführen, halbiert sich deren Transkriptionsaufwand. Wichtig für den weiteren Verlauf ist nur, dass Transkriptionen der Modellbildung und damit einer konzeptionell mündlichen Kommunikation vorliegen. Für die konzeptionell schriftliche Kommunikation wird der von den Studierenden im Verlauf der Lerngelegenheit zu verfassende Lehrbuchtext über ihr Modell herangezogen.

Ideen zur Binnendifferenzierung (gestufte Hilfen) für Studierende bei der Modellbildung

„Wenn Sie auch nach stundenlangem Experimenten, Denken und Modellieren kein tragfähiges Modell entwickelt bekommen... fragen Sie sich zunächst bitte folgendes...“:

- 1 Haben Sie systematisch experimentiert? D.h. haben sie In-/Output systematisch protokolliert und variiert?
- 2 Haben Sie den Zyklus identifiziert? Wo ist der Endpunkt, an welchem alles hineingegebene Wasser wieder abgegeben wurde? Können Sie für den gesamten Zyklus beschreiben, auf wieviel Input, wann wieviel Output folgt? Stellen Sie auf Basis ihrer Beobachtungen Hypothesen über die Relation von In- zu Output auf und testen Sie diese.
- 3 Verallgemeinern Sie: Welchen Regeln folgt der Zyklus?
- 4 Welche Mechanismen sind technisch denkbar, damit das beobachtete Input-Output-Verhältnis erklärt werden kann? Noch konkreter: Wie kann man Wasser stoppen und dosiert wieder abgeben?

Vergleichsdimensionen der beiden Sprachregister, die sich im Seminar ergeben haben

1. **Verweisende Ausdrücke im Wahrnehmungsraum (z.B. deiktische Ausdrücke)**
Im konzeptionell Mündlichen zeigen sich Formulierungen wie „Nimm als nächstes das *da*“ „...und dann machen wir *hier* eine Klappe“
2. **Kontextgebundenheit**
z.B. „Mach nochmal...“ „...und das wiederholt sich dann bestimmt, oder?“ versus „Dieser Vorgang wird x Mal wiederholt“ oder „Nach einem Gesamtinput von x Millilitern ist die Blackbox vollständig entleert und der Zyklus beginnt von Neuem.“
3. **Spezifischer/unspezifischer Begriffsgebrauch**
z.B. im Verbgebrauch. Im konzeptionell Mündlichen zeigen sich häufiger unspezifische Verben wie (rein)machen/(rein)tuen, im konzeptionell Schriftlichen eher Verben wie hineinschütten, hineingeben. Auch werden in der mündlichen Kommunikation wenige bis keine Fachbegriffe genutzt. In dem hier vorliegenden Beispiel sind die Fachbegriffe meist auf den Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (z.B. Hypothese, Falsifizieren, Protokollieren, Wiederholung) bezogen.
4. **Aktiv- und Passivgebrauch**