

# Fachdidaktisches Wissen

## Fachspezifische Unterrichtsqualität und das Schalenmodell

**Bearbeitungszeit:** 85 min

Identifikationscode

-----	<i>Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter sowie deren Geburtsdatum (TTMMJJ).</i>	
	Beispiel: Vorname der Mutter: Marion Geburtsdatum der Mutter: 09.10.1960	} Code: MA091060

**Inhalt:** - Deckblatt  
- Arbeitsaufträge  
- Beantwortungsbögen  
- Zusammenfassung und Material

### Arbeitsaufträge:

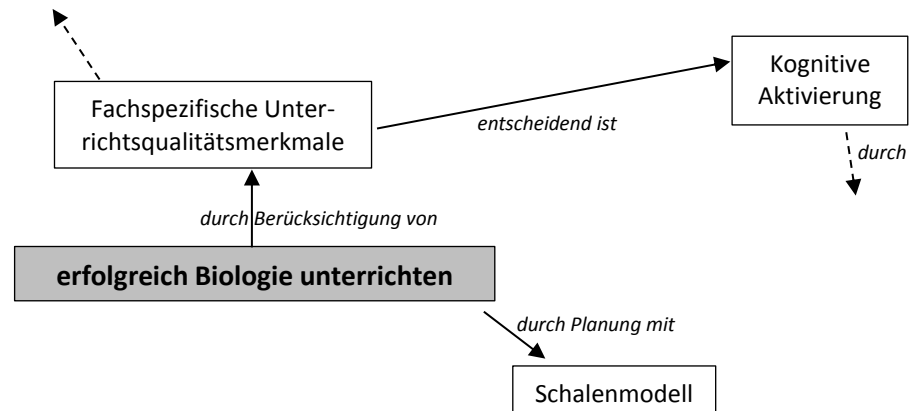
- (1) Markieren Sie gemäß der Leitfragen entscheidende fachdidaktische Aspekte erfolgreichen Lehren und Lernens im Biologieunterricht im Material. Nutzen Sie unterschiedliche Farben für die Leitfragen a-c:
  - a) Wie kann kognitive Aktivierung im Biologieunterricht umgesetzt werden?
  - b) Welche biologiespezifischen Merkmale von Unterrichtsqualität gibt es? Was gilt es bei deren Umsetzung im Biologieunterricht jeweils zu beachten?
  - c) Welche wesentlichen Merkmale kennzeichnen die einzelnen Schalen des Schalenmodells?
  - d) Ordnen Sie in Abbildung 3 (siehe Material M2) die Merkmale aus 1b ein, indem Sie die Merkmale in den passenden Bereich im Schalenmodell notieren.
  
- (2) Vervollständigen Sie mit Hilfe Ihrer Markierungen aus Aufgabe (1) das anskizzierte Begriffsnetz (siehe Beantwortungsbogen 1). Stellen Sie Ihre herausgearbeiteten fachdidaktischen Aspekte des erfolgreichen Lehrens und Lernens im Biologieunterricht mit mindestens 15 weiteren Begriffen (Knotenpunkt-Begriffen) dar. Achten Sie darauf, dass die Zusammenhänge zwischen den Knotenpunkt-Begriffen deutlich werden. Verknüpfen Sie dafür die Knotenpunkt-Begriffe mit Verbindungslinien bzw. Pfeilen und notieren Sie die Beziehung/den Zusammenhang in Worten an die entsprechenden Verbindungslinien. Nutzen Sie auch Quervernetzungen.
  
- (3) Wenden Sie die aus der Textarbeit gelernten Aspekte auf folgende Fragen an. Nutzen Sie für die Beantwortung Beantwortungsbogen 2:
  - a) Beurteilen Sie folgende Situation hinsichtlich der eingesetzten Fragen (z.B. Fokusfrage) und Aufgaben kritisch.
 

Frau Hanna beginnt ihre Unterrichtsstunde (zum Thema Blutgruppen), indem sie folgende Fragen stellt: *Warum glaubt ihr, sollte jemand seine Blutgruppe kennen bzw. sollte die Blutgruppe bekannt sein? Wann könnte dies wichtig sein?*

Später präsentiert sie eine Stundenfrage, indem sie sagt „*Und heute wollen wir herausfinden, was mit der Aussage > das Blut passt nicht zusammen < gemeint ist.*“

Im weiteren Stundenverlauf präsentiert Frau Hanna Informationen zu verschiedenen Typen von Blutzellen sowie entsprechenden Antigenen und Antikörpern. Die Lernenden müssen die Informationen im Anschluss wiedergeben und den Bluttyp von sechs Patienten theoretisch bestimmen.

[Beispiel aus: Nawani et al. (2017). Teachers' Use of Focus Questions in German Biology Classrooms: a Video-based Naturalistic Study. In *Journal of Science and Mathematics Education*, 95(4). DOI:10.1007/s10763-017-9837-z]
  - b) Beschreiben Sie eine Handlungsalternative, in der Ihre kritisierten Aspekte Beachtung finden.



[illegible]

Um erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse und Lernergebnisse von Schülerinnen und Schülern im Biologieunterricht zu ermöglichen, ist unter anderem eine Vielzahl von fachspezifischen Kriterien guter Unterrichtsqualität bedeutsam. Allgemein gilt, dass Unterricht dann eine hohe Qualität aufweist, wenn er bei Schülerinnen und Schülern kognitive Prozesse anregt, die zu sinnstiftendem Lernen führen. Man spricht auch von kognitiver Aktivierung, die neben Klassenführung und Klassenklima ein Qualitätsmerkmal von Unterricht darstellt. Kognitive Aktivierung ist auch für die Organisation von neuen und bekannten Wissensselementen sowie das Erschließen von Zusammenhängen entscheidend. Was bedeutet dies für die Vermittlung biologischer Inhalte und die Umsetzung zentraler Merkmale von Unterrichtsqualität im Biologieunterricht?

# M1: Fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität

[Materialquelle: Verändert nach Dorfner et al., 2018a, 2019a; Förtsch et al., 2016, 2017; Jatzwauk et al., 2008; Kattmann, 2008; Klieme et al., 2009; Nawani et al., 2017; Werner, 2016; Wüsten, 2010, S. 23-40.]

Im Folgenden werden neben der Basisdimension kognitive Aktivierung fachspezifische Merkmale von Unterrichtsqualität dargestellt, deren Bedeutsamkeit für Biologieunterricht in biologiedidaktischer Literatur explizit hervorgehoben wird (z. B. Eschenhagen et al., 2007; Spörhase-Eichmann & Ruppert, 2004; Killermann et al., 2009; Berck, 2005).

## 1. Kognitive Aktivierung im Fachunterricht

Kognitive Aktivierung als eine Dimension von Unterrichtsqualität gilt als eher fachgebundenes Element effektiven Unterrichtens, da kognitive Aktivierung nur unter Einbezug eines bestimmten (z. B. biologischen) Inhalts erreicht werden kann (Klieme et al., 2009). Weiterhin konnte in Studien gezeigt werden, dass die Basisdimension kognitive Aktivierung als Mediator des Effekts der Dimensionen Klassenklima und Klassenführung fungiert (Dorfner et al. 2018a). Das heißt, Klassenführung und Klassenklima sind als grundlegende Bedingungen des Gelingens von Lehr-Lern-Prozessen anzusehen, die zunächst im Unterricht etabliert und vorhanden sein müssen, bevor kognitiv aktivierend gearbeitet werden kann. Kognitive Aktivierung hat dann aber den größten Effekt auf das situationale Interesse und den Lernerfolg der Schüler (Dorfner et al., 2018a; Förtsch et al., 2016).

Um ein hohes Maß an kognitiver Aktivierung im Fachunterricht zu erreichen, ist fachdidaktisches Wissen über deren Umsetzung notwendig (Förtsch et al. 2016). Mögliche Unterrichtshandlungen im Biologieunterricht umfassen (Förtsch et al., 2016; Jatzwauk et al., 2008):

- o das Erzeugen anspruchsvoller Aufgaben, bei denen Wissen nicht nur reproduziert, sondern auch angewendet und übertragen werden muss und bei denen Lernende ihre Antworten begründen müssen,
- o das Hervorrufen kognitiver Konflikte,
- o das Aktivieren von Vorwissen und dessen Verknüpfung mit neu Erlerntem sowie
- o die Förderung sinnvoller, weiterführender Diskussionen zwischen den Schülern, wobei auch divergentes Denken (mehrere Lösungen möglich) unterstützt werden sollte.

Diese Beispiele stellen Lernmöglichkeiten dar, indem Schüler zu einer stärkeren kognitiven Auseinandersetzung mit biologischen Inhalten angeregt werden.

Das Aktivieren von Vorwissen und Einholen von Schülervorstellungen zum Thema ist zudem Teil eines formativen, prozessorientierten Umganges mit fehlerhaften Schülervorstellungen (nach Rach, 2012; Herppich, 2013; Chi, 2001). Um aktivierte Konzepte für Lernen nutzbar zu machen, sollten Lernende die Chance haben, ihre Fehlvorstellung zu erkennen. Aufgabe der Lehrperson ist es, Unzufriedenheit beim Lerner zu erzeugen, damit dieser anschließend neues Wissen generieren und als neue bzw. veränderte Vorstellung integrieren kann.

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass der Biologieunterricht in Deutschland bisher nur eine geringe kognitive Aktivierung sowie Aufgaben auf niedrigem Komplexitätsniveau aufweist (reine Reproduktionsaufgaben statt Aufgaben, die das Verständnis von Zusammenhängen oder biologischen Prinzipien und Konzepten fördern) (Förtsch et al., 2016; 2017). Außerdem werden (fehlerhafte) Schülervorstellungen bisher kaum als Lerngelegenheit wahrgenommen (Rach, 2012).

Diese Befunde machen deutlich, dass sowohl in Ausbildung als auch schulischer Unterrichtspraxis der Fokus stärker auf der Entwicklung von Fähigkeiten zum Gestalten eines kognitiv aktivierenden Biologieunterrichts, der sich eines lernförderlichen Aufgabeneinsatzes bedient, liegen sollte.

## 2. Einsatz realer Objekte

Kein Unterrichtsmerkmal ist für den Biologieunterricht spezifischer als der Einsatz von lebenden bzw. realen Objekten. Unter realen Objekten sind dabei Gegenstände des Biologieunterrichts zu verstehen, die das Lernen über die unmittelbare Auseinandersetzung z. B. mit lebenden Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen erlauben (Primärerfahrung). Dazu zählen Beobachtungen und Untersuchungen an lebenden Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen, einzelnen Teilen von Organismen oder sogar ganzen Ökosystemen.

Häufig finden sich biologiedidaktische Studien, die den Einfluss realer Objekte zum Interesse von Schülern in den Blickpunkt nehmen und dabei insbesondere Aspekte des emotionalen Erlebens – wie z. B. Ekel - untersuchen (Dräger & Vogt, 2007, Holstermann, 2009). So gibt es insbesondere im angloamerikanischen Raum zahlreiche Studien, die

den Einfluss des Einsatzes von lebenden Tieren und Tierpräparationen im Unterricht auf die Lernwirksamkeit von Schülern im Vergleich zu anderen Lehrmethoden untersucht haben (Downie, 1995; Fawver, 1990; Leonard, 1992; Strauss, 1994; Fowler, 1968; Kinzie, 1993; Waters & Van Meter, 2005; Matthews, 1998). Während positive Zusammenhänge zum Lernerfolg nicht flächendeckend zu verzeichnen sind (Downie, 1995; Fowler, 1968; Saunders & Young, 1985), kommen Studien, die den Zusammenhang zwischen Realobjekten im Unterricht und affektiven Schülervariablen untersuchen, zu einheitlich positiven Ergebnissen (Saunders & Young, 1985; Waters & Van Meter, 2005; Dräger & Vogt, 2007; Holstermann 2009). So lassen sich durch den Einsatz realer Objekte im Unterricht zum einen negativ-affektive Variablen wie Angst oder Ekel abbauen, zugleich aber positiv-affektive Variablen wie das situationale Interesse verstärken. Besonders positive Effekte werden dabei berichtet, wenn Schüler die Möglichkeit haben, die realen Objekte anzufassen (Sherwood et al., 1989).

Unterstützt werden diese Befunde auch durch die Ergebnisse der Interessensforschung zum Biologieunterricht, die zeigen, dass Schüler besonders an zoologischen und humanbiologischen Themen des Biologieunterrichts sehr interessiert sind (z. B. Löwe, 1992) zugleich aber auch belegen, dass die Interessensentwicklung stark von Faktoren der Unterrichtsgestaltung abhängt (Vogt et al., 1999). Als besonders interessante Aspekte der unterrichtlichen Gestaltung werden von Schülern die biologischen Arbeitsweisen wahrgenommen (Vogt et al., 1999) unter denen der Einsatz realer Objekte oftmals subsummiert wird (vgl. Hummel & Randler, 2010). In diesem Sinne lässt sich für den Biologieunterricht festhalten, dass der Einsatz von realen Objekten als Qualitätsmerkmal zu betrachten ist, das vor allem Einfluss auf motivationale und affektive Variablen des Schülers nimmt.

### 3. Umgang mit Modellen

Ausgehend von ihrer didaktischen Funktion als Medium zur Veranschaulichung von biologischen Strukturen und Funktionen richtet sich die Aufmerksamkeit der aktuellen Forschung zur Modellarbeit im Wesentlichen auf die Frage, wie durch sie das wissenschaftliche Denken der Schülerinnen und Schüler angeregt werden kann. Diese Wende ist in Deutschland vor allem im Zuge der verstärkten Fokussierung auf prozedurale Kompetenzen begründet. So wurden in den Bildungsstandards fünf der dreizehn

Standards der Erkenntnisgewinnung für den Umgang mit Modellen formuliert, die beide oben genannten Facetten der Modellarbeit einfordern (KMK, 2004, S. 18). Beispielsweise sollen Schüler Struktur- und Funktionsmodelle zur Veranschaulichung nutzen (Standard E9), aber auch deren Aussagekraft beurteilen können (Standard E13). Nach den deutschen Bildungsstandards für Biologie (KMK, 2004) hat der Biologieunterricht damit die essentielle Aufgabe, mit Schülern die Anschauungsfunktion von Modellen einzuüben und ihnen darüber hinaus die wissenschaftliche Erkenntnisdimension von Modellen zugänglich zu machen, um ein differenziertes Modellverständnis auszubilden.

Wegweisend ist an diesem Punkt die Studie von Grosslight et al. (1991) zu nennen, die Vorstellungen von Lernern und Experten zu Modellen untersucht haben und durch ihre Analysen drei Niveaustufen eines Modellverständnisses ableiten konnten: Die erste Stufe, die die Mehrzahl der Lerner zeigt, kennzeichnet ein naives Modellverständnis, das Modelle in erster Linie als 1:1-Kopie der Wirklichkeit versteht und (im Gegensatz zur zweiten Stufe) Aspekte des Modellierungsprozesses sowie der Zweckausrichtung komplett vernachlässigt. Probanden der Niveaustufe zwei beziehen diese Aspekte zwar mit ein, halten jedoch an dem Grundgedanken fest, dass Modelle die Realität wiedergeben und berücksichtigen somit nicht die Idee des Modellierers. Erst auf Stufe drei werden Modelle als Instrument der Erkenntnisgewinnung verstanden, die im Sinne der Ideenentwicklung und -testung des Modellierers fungieren und damit den Grundgedanken der allgemeinen Modelltheorie widerspiegeln (Stachowiak, 1980).

Die Qualität von Modellarbeit im naturwissenschaftlichen Unterricht besteht darin, auf das Modellverständnis von Lernern im Sinne des reinen Kopiecharakters aufzubauen und dieses durch gezielte Vermittlungsstrategien zu erweitern. Dazu wurden inzwischen verschiedenste Ansätze und Lehrkonzepte expliziter und impliziter Art für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorgeschlagen und entwickelt, die diese Lernervorstellungen z. B. kontrastierend aufnehmen. So wurden etwa ganze Unterrichtsreihen über die Bedeutung von Modellen im Physikunterricht entwickelt (Mikelski-Seifert, 2002) und auch für den Chemieunterricht finden sich eine Vielzahl praktischer Vorschläge für den Umgang mit Modellen (Graf, 2002; Lutz et al., 2002), die insbesondere durch eine kritisch reflektierte Modell-

arbeit gekennzeichnet sind, was auch für den Biologieunterricht großen Zuspruch findet (Upmeyer zu Belzen & Krüger, 2010). Um eine Verwirrung der Lernenden beim Einsatz von Modellen zu vermeiden, sollten grundsätzlich die Begrenztheit der Aussagekraft der verwendeten Modelle und der mit ihnen durchgeführten Experimente diskutiert werden (Modellkritik; Kattmann, 2008). Dabei sind die von der Theorie gesetzten Beschränkungen hinsichtlich Abstraktionen und Vereinfachungen, Verkürzungen (nicht abgebildete Eigenschaften des Originals) und Beiwerk des Modells besonders zu beachten. Auch muss bedacht werden, dass das Modell immer für einen gewissen Zweck konstruiert worden ist. Im Biologieunterricht dominieren Modelle, die eine möglichst naturgetreue Abbildung des Originals ohne spezifischen, weiterführenden Erklärungsansatz bezwecken, wie z. B. originalgroße Herzmodelle oder ganze Torsen. Demgegenüber stehen Modelle, die bestimmte Strukturen oder Verhältnisse illustrieren, die einer direkten Erschließung nicht zugänglich sind, wie z. B. Stammbäume, Regelkreismodelle etc. Diese funktionsbezogene, dichotome Einteilung in "Nachahmungsmodelle" und "Erkenntnismodelle" ist jedoch keinesfalls trennscharf und nicht immer zweckmäßig. Klassischerweise kommt dafür in der Biologiedidaktik die Unterscheidung in Struktur- und Funktionsmodelle zum Tragen.

#### **Aktuelles: Studie zum Einsatz von Modellen im Biologieunterricht**

Werner (2016) untersuchte Aspekte eines effektiven Modelleinsatzes sowie dessen Effekte auf Schülerleistung und situationales Interesse. Festgestellt werden konnte, dass Modelle hauptsächlich zur Veranschaulichung, jedoch kaum während des hypothesengeleiteten Erkenntnisweges im Biologieunterricht verwendet wurden. Zusammenhänge wurden auf einem niedrigen Abstraktionsgrad dargestellt. Modellkritik hatte während der Modellarbeit einen geringen Stellenwert. Bezüglich der Leistungsentwicklung stellte sich aber gerade das Integrieren von Modellarbeit beim hypothesengeleiteten Erkenntnisgewinnen als lernförderlich dar (z. B. Formulierung von Fragestellungen, Änderung des Modells bezogen auf eine Aussage). Das fachdidaktische Wissen einer Lehrkraft hatte dabei einen direkten Einfluss auf die Art der Modellarbeit im Unterricht. Das Fachwissen dagegen hatte keinen direkten Einfluss auf die Art der Modellarbeit.

#### **4. Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und Experimentieren**

Eines der wesentlichen Ergebnisse von PISA 2000 ist, dass die Defizite des deutschen naturwissenschaftlichen Unterrichts u. a. in der seltenen und unsystematischen Berücksichtigung naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen begründet liegen (PISA, 2000, S.31).

In aktueller deutschsprachiger Literatur sowie im internationalen Raum ist der Ausdruck "naturwissenschaftliche Arbeitsweisen" unter dem englischen Begriff *Scientific Inquiry* zu finden. *Scientific Inquiry* umfasst vier Facetten: *Evidence and Reasoning*, *Scientific Investigations*, *Scientific Theories* und *Avoiding Bias in Science* (AAAS, 2001). Zur konkreten Umsetzung von Inquiry-basiertem Unterricht wurden vom NRC (2000) Standards verfasst, die mit den in Deutschland verfassten Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung vergleichbar sind. Die für Deutschland verfassten Bildungsstandards sehen z. B. vor, dass Schüler am Ende der Sekundarstufe I Experimente planen, durchführen und auswerten können (E6), mikroskopieren (E1) sowie die Artenzugehörigkeit einzelner Organismen mit geeigneten Bestimmungsschlüsseln ermitteln (E4) können. Die Arbeitsgruppe um Jürgen Mayer entwickelte für die Biologie ein Modell zur Beschreibung wissenschaftsmethodischer Kompetenzen, in welchem die wissenschaftlichen Erkenntnismethoden (*scientific inquiry*) neben praktischen Arbeitstechniken (*practical work*), und den Charakteristika der Naturwissenschaften (*nature of science*) eine eigene Dimension beschreiben (Mayer, 2007; Grube, 2007; Möller, 2009).

Eine systematische Zusammenstellung von Ansätzen und Möglichkeiten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht zu integrieren, liefert Duit (2004), der das Konzept *Scientific Inquiry* praxistauglich in sieben Aspekten zusammenfasst (Tab. 1). Bei dieser Zusammenstellung fällt allerdings auf, dass spezifisch biologische Arbeitsweisen, wie etwa Mikroskopieren, Bestimmen oder Präparieren nicht explizit genannt sind, sondern sich allenfalls einzelnen Aspekten unterordnen lassen. Andere Aspekte hingegen, wie etwa das Modellieren und Mathematisieren scheinen für die Biologie eine nicht so zentrale Gewichtung zu haben wie beispielsweise für die Physik.

So stellt sich die Frage, ob die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen alle Naturwissenschaften gleichermaßen betreffen oder ob eine fachspezifische Färbung für jede einzelne der Naturwissenschaften vorliegt (Bäumel, 1972; Knoll, 1972).



Tab. 1: Zusammenstellung von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (Duit, 2004), ergänzt um fachspezifische Arbeitsweisen der Biologie (kursiv gedruckt).

Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen nach Duit (2004)	Fachspezifische Arbeitsweisen der Biologie
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachten und Messen</li> <li>• Vergleichen und Ordnen</li> <li>• Erkunden und Experimentieren</li> <li>• Vermuten und Prüfen</li> <li>• Diskutieren und Interpretieren</li> <li>• Modellieren und Mathematisieren</li> <li>• Recherchieren und Kommunizieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmen: <i>die kriteriengeleitete Arbeitstechnik den Namen einer Art oder einer Gruppe von Lebewesen herauszufinden</i> (vgl. Eschenhagen, 2007.)</li> <li>• Mikroskopieren: <i>das Beobachten und Betrachten von kleinen Objekten mit Hilfe eines Mikroskops</i> (vgl. Killermann et al., 2009).</li> <li>• Präparieren: <i>eine Arbeitstechnik im Rahmen des Untersuchens von Realobjekten</i> (vgl. Staek, 1998).</li> </ul>

Dass gerade die praktische Ausübung von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen Lernerfolg und Interesse in den Naturwissenschaften fördern kann, zeigt die *hands-on*-Forschung (Haury & Rillero, 1994). Der Begriff *hands-on* meint in erster Linie die aktive Einbindung von Schülern in den Lernprozess, in dem sie selbst mit Gegenständen und Materialien, wie etwa naturwissenschaftlichen Geräten und Instrumenten arbeiten (Flick, 1993; Rutherford, 1993).

Insgesamt werden praktische, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht grundsätzlich als interessant wahrgenommen (z. B. Vogt et al., 2007). Höhere Werte in den Teilkompetenzen beim Experimentieren hängen dabei mit besseren Leistungen in Biologie zusammen (Grube et al., 2007). Hinsichtlich der Fähigkeit zum Experimentieren sollte der Biologieunterricht einem hypothetisch-deduktiven Vorgehen folgen, bei dem Lernende Prozessschritte naturwissenschaftlichen Denkens (A: naturwissenschaftliche Fragen formulieren, B: Hypothesen dazu aufstellen, C: Untersuchungen planen und durchführen und D: Daten analysieren und Schlussfolgerungen ziehen; vgl. Mayer, 2007) selbstständig ausführen. Dies ist grundsätzlich auch im Rahmen von Demonstrationsexperimenten möglich, die von der Lehrkraft durchgeführt werden. Entscheidend ist, dass die Lehrkraft durch ihr Unterrichtsvorgehen und Frageverhalten naturwissen-

schaftliches Vorgehen als Problemlöseprozess darstellt und die Schüler motiviert, die unter A bis D genannten Prozessschritte zu durchlaufen. Dieses Vorgehen ist grundsätzlich für alle Arbeitsweisen (siehe Tab. 1, Duit) umsetzbar.

## 5. Umgang mit Fachsprache

"Eine Naturwissenschaft verstehen, bedeutet zweifellos ihre grundlegenden Begriffe zu kennen" (Graf, 1993). Dies gilt besonders für die Biologie, denn das biologische Begriffssystem ist eines der umfangreichsten Begriffssysteme unserer Kultur (Kohn, 2002; Fäßler, 1998; Riedl, 1987). Das Lernen von biologischen Fachbegriffen ist als fachspezifisches Unterrichtsmerkmal einzuordnen und muss im Biologieunterricht besondere Berücksichtigung finden. Dabei ist der Umgang mit Fachbegriffen "nicht als Transportmittel für Fachinhalte zu verstehen" (Leisen, 2003), sondern als explizites Unterrichtsziel, wie es auch in den Bildungsstandards formuliert wird. So wird im Kompetenzbereich Kommunikation gefordert, dass "Schüler den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen und alltagssprachlichen Texten und Bildern beschreiben und erklären können" (K9) (KMK, 2004, S. 19).

Alltagssprache und Fachsprache unterscheiden sich bzgl. sprachlicher Funktion, Syntax und Lexik (vgl. Rincke, 2008). Während Alltagssprache vielfältige Funktionen besitzt, z. B. expressiver, emotionaler oder sozialer Art, dient Fachsprache einzig und allein der sachbezogenen, objektiven Vermittlung von Informationen. Fachsprache schafft Klarheit, Exaktheit und Ökonomie und dient damit der Verständigungsoptimierung zwischen Fachleuten (Schmidt & Scherzberg, 1968, nach Hoffmann, 1997). Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zwischen Fachsprache und Alltagssprache ist die Syntax. Im Gegensatz zur Alltagssprache verwendet die Fachsprache gewisse morphologische und syntaktische Strukturen, wie z. B. Passiv- oder Nebensatzkonstruktionen. Das Hauptmerkmal der Fachsprache liegt allerdings in ihrer Lexik, d.h. in der gehäuftten Verwendung von Fachbegriffen (z. B. Wichter, 1994).

Fachbegriffe sind Begriffe, die innerhalb eines Fachgebiets eindeutig definiert sind, d.h. situations- und sprecherunabhängig die Zuordnung eines Begriffs zu einem konkreten Sachverhalt erlauben (vgl. Eschenhagen et al., 2006). Die Begriffsmengen von Alltagssprache und Fachsprache sind jedoch nicht zwangsläufig disjunkt: So kann ein in der Alltagssprache gebräuchlicher Begriff in der Fachsprache eine abweichende, ein-

schränkende oder erweiternde Bedeutung tragen, was bei Schülern zu Verständnisschwierigkeiten oder falschen Assoziationen führen kann (Meyerson et al., 1991). Vor diesem Hintergrund wird die Bedeutsamkeit des Begriffslernens für den Biologieunterricht deutlich.

Häufig wurde für das Fach Biologie beklagt, dass der Unterricht mit einer Vielzahl von unnötigen Fachbegriffen überladen sei, die je nach Lehrmedium variieren (z. B. Graf, 1993). Schüler der Sekundarstufe I können durchschnittlich nur ein bis zwei neue Fachbegriffe pro Unterrichtsstunde lernen (Graf, 1989). Als Folge wurde nach englischsprachigem Vorbild (Barass, 1979) eine Zusammenstellung der häufigsten Begriffe in Schulbüchern der Sek. I und eine thematische Zuordnung mit dem Ziel erarbeitet, durch gezielte Vorgaben Auswahl und Anzahl von Fachbegriffen im Biologieunterricht zu vereinheitlichen (Graf, 1992).

Neben den Forderungen bezüglich der Anzahl von Fachbegriffen werden vielfach auch der unpräzise Gebrauch von Fachbegriffen und die Vermischung unterschiedlicher Sprachebenen beklagt (Rincke, 2008; Bretschneider, 1992; Wellington & Osborne, 2001). So wird für den Biologieunterricht eine durchweg exakte Verwendung der Fachbegriffe gefordert, die mit klaren, eindeutigen Definitionen einhergeht (Bretschneider, 1992; Killermann et al., 2005).

Vor dem dargestellten Hintergrund lässt sich für den Biologieunterricht zusammenfassen: Wenn Schüler kommunikative Kompetenzen erwerben sollen, dann müssen diese im Unterricht auch eingeübt werden. Gleichzeitig besteht die einheitliche Forderung nach einer Reduktion auf zentrale Begriffe und Strukturierungsaspekten. Daraus lässt sich ableiten, dass es pro Lerneinheit eine optimale Anzahl an Fachbegriffen geben sollte, die den Schülern einerseits das Lernen biologischer Inhalte ermöglicht, andererseits aber Überforderung vermeidet. Als zweites Qualitätskriterium steht der korrekte und präzise Gebrauch dieser Begriffe, der sich an exakt eingeführten Definitionen orientieren sollte.

#### **Aktuelles: Studie zum Einsatz von Fachsprache im Biologieunterricht**

Dorfner et al. (2019a) fanden in einer Videostudie zum Einsatz von Fachsprache im Biologieunterricht in einer 9. Klasse ( $N = 43$ ) zum Themenbereich Neurobiologie heraus, dass Lehrkräfte im Vergleich zu den Lernenden mehr Fachbegriffe verwenden. Multilevel-Analysen zeigten, dass die Nutzung vieler Fachbegriffe einen negativen Ef-

fekt sowohl auf den Lernerfolg der Schüler als auch auf deren situationales Interesse hat. Die Autoren schlagen deshalb vor, einen wohlüberlegten, reduzierten Fachbegriffeinsatz im Biologieunterricht neben der Beachtung weiterer Qualitätsmerkmale wie der Verwendung von Basiskonzepten anzustreben, um Lernprozesse positiv zu beeinflussen.

#### **6. Inhaltliche Strukturierung (Sachstruktur) und Vernetzung**

Die Auswahl, Verknüpfung und Strukturierung der durch den Lehrplan vorgegebenen Inhalte wird im Detail von der Lehrperson vorgenommen, die ihren Biologieunterricht plant und gestaltet und somit aktiv eine eigene, unterrichtliche Sachstruktur erschafft (Duit, Häußler & Kircher, 1981; Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005; Brückmann & Duit, 2005). Inhaltliche Kohärenz und Konsistenz finden im Unterricht allerdings oft nur mangelhafte Berücksichtigung (Kesidou & Roseman, 2002; Schmidt, Houang & Cogan, 2002).

Die unterrichtliche Sachstruktur unterscheidet sich wesentlich von der Struktur der Wissenschaft Biologie, indem wichtige, zentrale Inhalte ("Sachen"), als jeweiligen Stundenschwerpunkt inszeniert und dezentrale, nebensächliche Fragestellungen, die aus fachwissenschaftlicher Perspektive in unmittelbarem Zusammenhang stehen, selektiert werden. Die unterrichtliche Sachstruktur ist somit darauf ausgelegt, die als zentral deklarierten Fachinhalte mit Wissen aus dem Alltag, vorangegangener Stunden oder Anwendungsbezügen historischer, medizinischer oder gesellschaftlicher Art zu verknüpfen (vgl. Duit, 2004).

Dabei lässt sich der thematische Gang der Stunde ganz unterschiedlich umsetzen (Meyer, 2003). So kann die inhaltliche Struktur einer Biologiestunde beispielsweise allein durch die Stellung eines kurzen Experimentes innerhalb der Stunde verändert werden: Als Einstiegsexperiment wirft es beispielsweise eine zu erarbeitende Frage auf, unter ständiger Bezugnahme wird es zum zentralen Inhalt, während es am Ende einer Stunde etwa als Anwendungsaufgabe eingesetzt werden kann.

Dass deutsche Schüler in den internationalen Schulleistungsvergleichsstudien wie TIMSS und PISA vergleichsweise geringe Lernzuwächse erzielten, wird unter anderem auf die fehlende Vernetzung von Inhalten im naturwissenschaftlichen Unterricht zurückgeführt (Baumert et al., 1997; 1998a). So wurde inzwischen empirisch belegt,

dass der deutsche Biologieunterricht maßgeblich durch die Vermittlung einzelner Fakten geprägt ist, Zusammenhänge oder übergeordnete Konzepte werden hingegen kaum bearbeitet, was sich messbar in den Wissensstrukturen der Schülern niederschlägt (Wadouh, 2009). Auch Bezüge zu Inhalten anderer Fächer oder zur Lebenswelt finden sich im Biologieunterricht eher selten (Wadouh, 2009).

Was bedeutet dies für den Biologieunterricht? Einerseits sollte die Vermittlung von Fachinhalten einer unterrichtlichen Sachstruktur folgen. Als lernförderlich haben sich hier Fokusfragen (=Fragen, die auf ein in der Unterrichtsstunde zu behandeltes Problem/Phänomen aus der Lebenswelt hinleiten) zu Beginn der Biologiestunde erwiesen. Nawani et al. (2017) konnten zeigen, dass spezifische Fokusfragen, auf die im Stundenverlauf auch wieder Rückbezug genommen wird, Lernenden helfen, ihr Vorwissen zu aktivieren und biologische Phänomene besser zu erklären. Andererseits sollte Biologieunterricht verstärkt Basiskonzepte, d. h. wiederkehrende biologische Prinzipien, berücksichtigen (Neuhaus et al. 2014). Indem Lehrkräfte ihre Schüler dabei unterstützen, diese Prinzipien (z. B. Oberflächenvergrößerung) innerhalb verschiedener Fachinhalte zu erkennen und entsprechend zu verknüpfen, kann das Verständnis der Lernenden für das Fach sowie für Alltagsphänomene gefördert werden (Wadouh et al., 2014). Förtsch et al. (2018) identifizierten zudem fünf Aspekte, die beim Aufbau von Konzeptwissen von Lehrkräften zu berücksichtigen sind:

- der Rückbezug auf bisherige Unterrichtsthemen und die Anknüpfung an das Curriculum,
- das Erheben und der Umgang mit Schülervorstellungen im Biologieunterricht,
- das Aktivieren von Vorwissen der Schüler sowie das Verknüpfen mit neuen Erkenntnissen,
- das Einfordern von Erklärungen für beobachtete Phänomene bzw. formulierte Aussagen und
- die Förderung von angeregten Unterrichtsgesprächen bzw. von kritischen Diskussionen.

Unterricht, der die identifizierten Aspekte umsetzt, wirkt sich sowohl positiv auf den Lernerfolg als auch das situationale Interesse von Lernenden aus.

## M2: Modell zur Planung von Biologiestunde

[Materialquelle: verändert nach Dorfner et al., 2019b; Neuhaus & Spangler, 2018]

### 1. Überblick Schalenmodell

Das Schalenmodell ist ein Modell zur Planung eines konzeptorientierten Biologieunterrichts unter Berücksichtigung allgemeiner und fachspezifischer Unterrichtsqualitätsmerkmale.

Es findet eine Unterteilung in drei Schalen (*Beziehungsschale*, *Verknüpfungsschale* und *Inhaltsschale*) und fünf Unterrichtsphasen statt (Abb. 2), wobei in den einzelnen Unterrichtsphasen die Merkmale der drei Schalen während jeder Unterrichtsphase zu gewissen Anteilen zu berücksichtigen sind. Dabei sind Merkmale der Beziehungsschale (überwiegend allgemeine Unterrichtsqualitätsmerkmale) während des gesamten Unterrichts relevant, Merkmale der Verknüpfungsschale sind während der Unterrichtsphasen Hinführung, Erarbeitung und Sicherung sowie Vertiefung zu beachten. Zusätzlich sind während der Unterrichtsphase Erarbeitung und Sicherung Merkmale der Inhaltsschale anzuwenden. Verknüpfungs- und Inhaltsschale beinhalten dabei vorwiegend fachspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale.

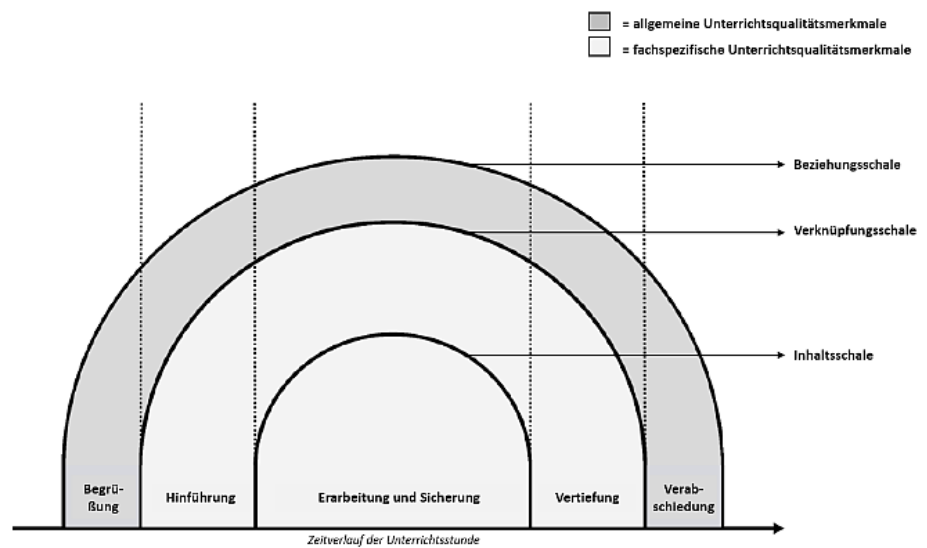


Abb. 2: Aufbau des Schalenmodells mit den drei Schalen *Beziehungsschale*, *Verknüpfungsschale* und *Inhaltsschale* sowie die Unterteilung des Schalenmodells in fünf Unterrichtsphasen (verändert nach Dorfner et al., 2019b). In jeder Unterrichtsphase sind Merkmale der drei Schalen zu unterschiedlichen Anteilen zu berücksichtigen.

### 2.2 Beziehungsschale

Die Beziehungsschale bezieht sich auf die Umsetzung allgemeiner Unterrichtsqualitätsmerkmale, wie Klassenführung (z. B. Lenske et al., 2016) oder Klassenklima (z. B. Lipowsky et al., 2009; Dorfner et al., 2018a), die während der gesamten Unterrichtszeit berücksichtigt werden sollten. Verschiedene Studienergebnisse, u. a. auch aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht, belegen positive Effekte der Klassenführung auf die Schülerleistung (z. B. Evertson & Weinstein, 2006; Hattie, 2009; Seidel & Shavelson, 2007; Wang et al. 1990; Wang et al., 1993). Studien zu Effekten des Klassenklimas zeigen zum Teil inkonsistente Ergebnisse, belegen aber größtenteils positive Effekte auf Schulervariablen (z. B. Ang, 2005; Cornelius-White, 2007; Klieme et al., 2009; Lipowsky et al., 2009; Dorfner et al., 2018a). In einer Metaanalyse konnten Seidel & Shavelson (2007) allerdings auch zeigen, dass fachspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale einen weitaus größeren Effekt auf Schulervariablen haben. Die Umsetzung von fachspezifischen Unterrichtsqualitätsmerkmalen ist aber nur dann möglich, wenn allgemeine Unterrichtsqualitätsmerkmale wie Klassenführung oder Klassenklima etabliert sind. Unter Berücksichtigung dieser Diskussion werden im Schalenmodell die allgemeinen Unterrichtsqualitätsmerkmale als Rahmenbedingungen für Unterricht zusammengefasst. Beispiele für Indikatoren einer guten Beziehungsebene sind pünktliches Beginnen und Beenden des Unterrichts, ein angemessener Umgang mit Störungen sowie ein respektvoller und freundlicher Umgang zwischen allen am Unterricht beteiligten Personen (vgl. Lenske et al., 2016; Dorfner et al., 2018a).

### 3. Die Verknüpfungsschale

Um Wissen verknüpfen und somit nachhaltig gestalten zu können, ist in der Verknüpfungsschale darauf zu achten, kontinuierlich Querbezüge zu passenden übergeordneten Konzepten herzustellen. Eine explizite Herstellung solcher Querbezüge der neuen Fakten und Zusammenhängen, die in der Inhaltsschale erarbeitet werden, erfolgt während der Unterrichtsphase Erarbeitung und Sicherung in der Verknüpfungsschale.

Während der Unterrichtsphase Hinführung steht in der Verknüpfungsschale die Formulierung einer Fokusfrage zum Anregen von Schülerdiskussionen im Zentrum (Krajcik & Mamlok-Naaman, 2006; Forbes & Davis, 2009; Schönborn & Bögeholz, 2009; Schwille, Numedahl et al., 2011; Wadoud et al., 2014; Nawani et al. 2017A). Eine Fokusfrage sollte so konzipiert sein, dass sie

- (1) wesentliche Inhalte der Unterrichtsstunde abdeckt,
- (2) in verständlicher Sprache formuliert und/oder in einem Sinnzusammenhang für die Schüler steht,
- (3) am Ende einer Unterrichtsstunde/Unterrichtseinheit von den Schülern beantwortet werden kann
- (4) Schüler ermutigt das Konzeptuelle eines Inhalts zu entdecken.

Um zu einer Fokusfrage zu gelangen, bietet es sich an, bei den Schülerinnen und Schülern einen kognitiven Konflikt zu erzeugen. Laut Conceptual Change Theorie (Chinn & Brewer, 1993; Özdemir & Clark, 2007; Posner et al., 1982) bewirkt ein kognitiver Konflikt, dass eine Unzufriedenheit mit der eigenen Vorstellung bei den Lernenden erzeugt wird (Nachreiner et al., 2015). Ein kognitiver Konflikt kann z. B. durch das Verfremden eines den Schülern bekannten Phänomens entstehen. Dabei ist stets die Berücksichtigung des Vorwissens der Schüler von zentraler Bedeutung (z. B. Ausubel, 1968; Baumert & Köller, 2000; Förtsch et al., 2016, 2017C; Wittrock, 1990, 2010; Kang et al., 2010). Dafür erfasst man zunächst das Vorwissen der Schüler, in dem man z. B. Ideen und Vorstellungen der Schüler zu einem Thema sammelt („Brainstorming“), und stellt anschließend unter Berücksichtigung dieses Vorwissens ein Phänomen verfremdet dar. In Tabelle 2 ist beispielhaft ein mögliches Vorgehen für die Auslösung eines kognitiven Konflikts und eine daraus abgeleitete Fokusfrage im Allgemeinen und mit zwei Beispielen dargestellt.

Tab. 2: Mögliches Vorgehen für die Auslösung eines kognitiven Konflikts und einer daraus abgeleiteten Fokusfrage. Das mögliche Vorgehen ist allgemein dargestellt und drei Beispiele nach diesem Vorgehen sind beschrieben.

<i>Allgemein</i>	Ein biologisches Thema wird unter einem konzeptuellen Gesichtspunkt erläutert.	Es werden ein oder mehrere „verfremdete“ Bilder zur Auslösung eines kognitiven Konflikts gezeigt. Anschließend wird eine gemeinsame Diskussion über die Bilder geführt. Es können dabei moderierende Fragen gestellt werden, wie z. B. „Ist an den Bildern etwas ungewöhnlich?“ „Fällt etwas auf?“	Eine Fokusfrage wird gestellt.
<i>Beispiel 1</i>	Anpassung von Pflanzen an ihren Lebensraum	a) Eine Kaktuspflanze im Schnee b) Eine Seerose in der Wüste	Wie und warum unterscheiden sich Pflanzen aus der Wüste und verschneiten Regionen?
<i>Beispiel 2</i>	Strukturen einer Pflanze und ihre Funktion	Eine Pflanze mit grünen Wurzeln und braunen Blättern mit einer harten Oberfläche	Welche unterschiedlichen Funktionen haben Pflanzenteile, die zum Überleben der Pflanzen nötig sind?

Nachdem eine Fokusfrage formuliert ist, werden die kognitiven Lernziele einer Unterrichtsstunde erarbeitet (Inhaltsschale), die neben notwendigem Faktenwissen auch Wissen über Konzepte und Prinzipien berücksichtigen. Außerdem werden während der Unterrichtsphase Erarbeitung und Sicherung in der Verknüpfungsschale neben dem Wiederholen und Üben konzeptuellen Wissens gezielt neue Fakten und Zusammenhänge an übergeordnete Konzepte und bekannte Inhalte angebunden und somit kognitiv aktiviert. Die Berücksichtigung der Basisdimension kognitive Aktivierung gewährleistet somit eine bessere Verknüpfung von Lerninhalten (Förtsch et al., 2017C). Wie eine Verknüpfung von Wissen durch Gesprächsführung und Frageverhalten der Lehrkraft aussehen kann, zeigt folgendes Unterrichtsbeispiel:

#### **Unterrichtsbeispiel zum Thema „Immunabwehr des menschlichen Körpers am Beispiel von Typhus“**

Im Verlauf eines Unterrichtsgesprächs wird notiert, dass Menschen, die an Typhus erkranken, keine Antikörper gegen das Bakterium haben. Der Lehrer schreibt weiter an die Tafel: „Menschen ohne Typhus-Erkrankung...“. Auf diesen Impuls antwortet ein Schüler und stellt zudem, unter Herstellung eines inhaltlichen Bezugs zu einem vergangenen Unterrichtsinhalt, eine weiterführende Frage:

Schüler 2: „Ja, die haben da Antikörper gegen. Werden die auch übertragen bei der Geburt oder bekommen sie die erst im Laufe der Entwicklung? Weil wir hatten ja das mit der Plazenta, wenn da Risse drin sind, das da Antikörper übertragen werden...“

Lehrer: „Du stellst jetzt genau die logische Frage, die wir brauchen. Was kann den Unterschied verursacht haben? Vermutungen! Jan, du hattest eine Idee. Sag nochmal!“

Schüler 2: „Ja, also, dass bei der Geburt durch die Risse der Plazenta Antikörper übertragen werden, wie das beim Rhesusfaktor auch so ist, weil da werden ja auch Antikörper übertragen.“

Lehrer: „Ideen muss man diskutieren!“

Ein Schüler bezweifelt die Aussage seines Mitschülers:

Schüler 3: „Ich glaube nicht, dass das über Risse der Plazenta kommt, sondern die Plazenta lässt ja nur die roten Blutkörperchen nicht durch und die Antigene oder Antikörper kommen halt direkt da durch.“

Weitere Aspekte beim Planen und Einsetzen von Aufgaben bzw. Fragen sind das kognitive Prozessniveau und die Komplexität einer Aufgabe (Blumenfeld & Meece, 1988; Nawani et al., 2016; Förtsch et al., 2017D). Durch ein höheres kognitives Prozessniveau der Aufgaben können Schüler angeregt werden, sich vertieft mit Inhalten auseinanderzusetzen. Aufgaben auf einem höheren kognitiven Prozessniveau zeichnen sich durch Operatoren, wie z. B. analysieren, begründen oder interpretieren aus (Nawani et al., 2016; Förtsch et al., 2017D). Eine höhere Komplexität der Aufgaben zeichnet sich dadurch aus, dass zum Lösen der Aufgaben nicht nur Fakten, sondern auch Zusammenhänge und Konzepte nötig sind.

In Tabelle 3 sind drei Aufgabenbeispiele dargestellt, um die Herstellung von Querbezügen im Biologieunterricht beispielhaft zu verdeutlichen.

Tab. 3: Drei Aufgabenbeispiele mit denen Querbezüge bei einer vorliegenden Fokusfrage hergestellt werden können.

Fokusfrage	Aufgabenbeispiele
Warum werden im menschlichen Körper zwei Kreisläufe benötigt und wie funktioniert dieses Herzkreislaufsystem?	<p>1) Vergleiche das Kreislaufsystem des Menschen mit dem Kreislaufsystem eines Fisches.</p> <p>2) Bewerte folgende Aussage: „Die Stammesgeschichte der Wirbeltiere spiegelt sich in den Anpassungen des Herzkreislaufsystems wider.“</p> <p>3) Stelle eine begründete Hypothese zur Überlebensfähigkeit eines Menschen, der das Herz eines Fisches besitzt, auf.</p>

Während der Unterrichtsphase Vertiefung wird in der Verknüpfungsschale ein Rückbezug zu der am Anfang gestellten Fokusfrage hergestellt und diese beantwortet. Des Weiteren wird hier der erarbeitete Inhalt auf neue und/oder bekannte Inhalte übertragen bzw. werden Analogien hergestellt, wodurch ein inhaltlicher Transfer hergestellt werden kann (Scott, Mortimer & Amettler, 2011; Förtsch et al., 2018A; Förtsch et al., 2018B). Mit einem solchen Rückbezug wird der Fragmentierungsansatz der Conceptual Change Theorie berücksichtigt. Nach diesem Ansatz ist nach der Vermittlung einzelner Inhalte ein „Zusammenhang auf der Ebene abstrakter Prinzipien durch Anwendung in passenden Situationen und Aufgaben“ (Nachreiner et al., 2015, S. 173) explizit zu vermitteln (Özdemir & Clark, 2007; Kleickmann et al., 2011).

#### 4. Inhaltsschale

Ein möglicher Weg, neue biologische Fachinhalte und Konzepte zu erarbeiten ist der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg, bei dem Schüler möglichst eigenständig das biologische Wissen erschließen (vgl. Lichtner, 2007, S. 14; Dorfner et al., 2018b). Dabei stellen Schüler Hypothesen zu vorliegenden Problemen oder Phänomenen auf und überprüfen diese Hypothesen unter Nutzung prozessbezogener Kompetenzen (Dorfner et al., 2018b). Aus den gewonnen Erkenntnissen leiten die Schüler dann eine allgemeine Regel (Dorfner et al., 2018b) oder gemäß Lichtner (2007) eine „Theorie“ (S. 14) ab.

Im Schalenmodell stellen die Schüler folglich zur vorher formulierten Fokusfrage Hypothesen auf und verwenden zur Hypothesenüberprüfung möglichst eigenständig und materialgeleitet prozessbezogene Kompetenzen, welche durch eine konsequente Berücksichtigung im Biologieunterricht über die Schuljahre hinweg gefördert werden können. Unter prozessbezogenen Kompetenzen sind z. B. die Verwendung von biologischen Erkenntnismethoden (z. B. Experimentieren, kriteriengeleitetes Vergleichen, Mikroskopieren), Modellen und realen Daten, z. B. aus Diagrammen, zu verstehen. Aufgrund ihrer gewon-

Die wesentlichen Aspekte des Schalenmodells, die eine inhaltliche Vernetzung im Unterricht erwirken können, sind abschließend in einer Gesamtübersicht dargestellt (Abb. 3).

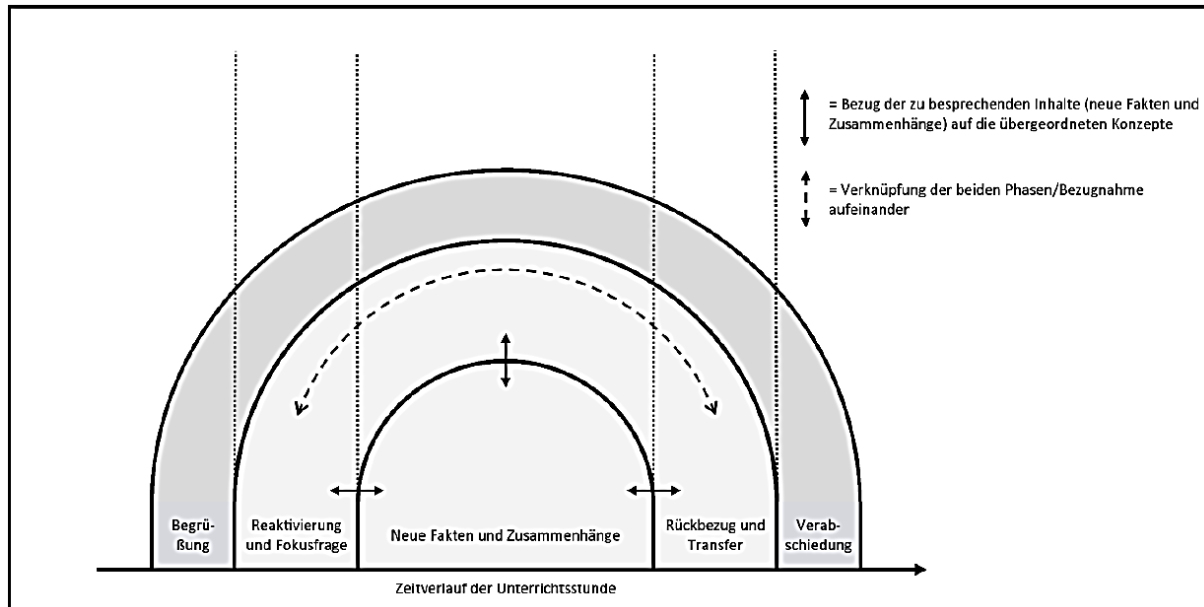


Abb. 3: Schalenmodell (verändert nach Neuhaus & Spangler, 2018)



## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	<p>Zusammenstellung von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (Duit, 2004), ergänzt um fachspezifische Arbeitsweisen der Biologie (kursiv gedruckt)</p> <p>aus: Wüsten, S. (2010): <i>Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie. Eine Video- und Interventionsstudie</i>. Dissertation. Universität Duisburg-Essen; hier S. 32.</p>
Tab. 2	<p>Mögliches Vorgehen für die Auslösung eines kognitiven Konflikts und einer daraus abgeleiteten Fokusfrage. Das mögliche Vorgehen ist allgemein dargestellt und drei Beispiele nach diesem Vorgehen sind beschrieben.</p> <p>aus: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., &amp; Neuhaus, B. J. (2019b). Wie plane ich eine konzeptorientierte Biologiestunde? Ein Planungsmodell für den Biologieunterricht. - Das Schalenmodell - . <i>MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)</i>, 4, 300–306.</p>
Tab. 3	<p>Drei Aufgabenbeispiele mit denen Querbezüge bei einer vorliegenden Fokusfrage hergestellt werden können.</p> <p>aus: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., &amp; Neuhaus, B. J. (2019b). Wie plane ich eine konzeptorientierte Biologiestunde? Ein Planungsmodell für den Biologieunterricht. - Das Schalenmodell - . <i>MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)</i>, 4, 300–306.</p>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	<p>Concept Map, die mit ihren eigenen Mitteln die Eigenschaften und Funktionen einer Concept Map erklärt.</p> <p>aus: Haugwitz, M. (2009): <i>Kontextorientiertes Lernen und Concept Mapping im Fach Biologie. Eine experimentelle Untersuchung zum Einfluss auf Interesse und Leistung unter Berücksichtigung von Moderationseffekten individueller Voraussetzungen beim kooperativen Lernen</i>. Dissertation. Universität Duisburg-Essen; hier S. 28.</p>
Abb. 2	<p>Aufbau des Schalenmodells mit den drei Schalen Beziehungsschale, Verknüpfungsschale und Inhaltsschale sowie die Unterteilung des Schalenmodells in fünf Unterrichtsphasen (verändert nach Dorfner et al., 2019b). In jeder Unterrichtsphase sind Merkmale der drei Schalen zu unterschiedlichen Anteilen zu berücksichtigen.</p> <p>aus: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., &amp; Neuhaus, B. J. (2019b). Wie plane ich eine konzeptorientierte Biologiestunde? Ein Planungsmodell für den Biologieunterricht. - Das Schalenmodell -. <i>MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)</i>, 4, 300–306.</p>
Abb. 3	<p>Schalenmodell (verändert nach Neuhaus &amp; Spangler, 2018)</p> <p>aus: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., &amp; Neuhaus, B. J. (2019b). Wie plane ich eine konzeptorientierte Biologiestunde? Ein Planungsmodell für den Biologieunterricht. - Das Schalenmodell -. <i>MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)</i>, 4, 300–306.</p>



## Referenzen

- Dorfner, T., Förtsch, C., & Neuhaus, B. J. (2018a). Effects of three basic dimensions of instructional quality on students' situational interest in sixth-grade biology instruction. *Learning and Instruction*, 56, 42-53. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2018.03.001
- Dorfner, T., Förtsch, C., Germ, M., & Neuhaus, B. J. (2018b). Biology instruction using a generic framework of scientific reasoning and argumentation. *Teaching and Teacher Education*, 75, 232-243. DOI: 10.1016/j.tate.2018.07.003
- Dorfner, T., Förtsch, C., & Neuhaus, B. J. (2019a). Use of Technical Terms in German Biology Lessons and its Effects on Students' Conceptual Learning. *Research in Science & Technological Education*, 38(2), 227-251. DOI: 10.1080/02635143.2019.1609436
- Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2019b). Wie plane ich eine konzeptorientierte Biologiestunde? Ein Planungsmodell für den Biologieunterricht. - Das Schalenmodell -. *MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)*, 4, 300-306.
- Förtsch, C., Werner, S., Kotzebue, L. von, & Neuhaus, B. J. (2016). Effects of biology teachers' professional knowledge and cognitive activation on students' achievement. *International Journal of Science Education*, 38 (17), 2642-2666. DOI: 10.1080/09500693.2016.1257170.
- Förtsch, Christian; Werner, Sonja; Dorfner, Tobias; Kotzebue, Lena von; Neuhaus, Birgit J. (2017): Effects of Cognitive Activation in Biology Lessons on Students' Situational Interest and Achievement. In *Research in Science Education*, 47 (3), 1-33, 559-578. DOI: 10.1007/s11165-016-9517-y
- Förtsch, C., Dorfner, T., Baumgartner, J., Werner, S., Kotzebue, L. von, & Neuhaus, B. J. (2018). Fostering Students' Conceptual Knowledge in Biology in the Context of German National Education Standards. *Research in Science Education*, 47 (1), DOI: 10.1007/s11165-018-9709-8
- Haugwitz, M. (2009). *Kontextorientiertes Lernen und Concept Mapping im Fach Biologie. Eine experimentelle Untersuchung zum Einfluss auf Interesse und Leistung unter Berücksichtigung von Moderationseffekten individueller Voraussetzungen beim kooperativen Lernen*. Dissertation. Universität Duisburg-Essen.
- Jatzwauk, P., Rumann, S., & Sandmann, A. (2008): Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistung der Schüler – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 14, 263-282.
- Kattmann, U. (2008): Modelle. In Harald Gropengießer, Ute Harms und Ulrich Kattmann (Hrsg.): *Fachdidaktik Biologie* (S. 330-339). 8. Aufl. Köln: Aulis.
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2009). The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janík & T. Seidel (Hrsg.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 137-60). Münster: Waxmann.
- Nawani, J., von Kotzebue, L., Rixius, J., Graml, M., & Neuhaus, B. J. (2017). Teachers' Use of Focus Questions in German Biology Classrooms: a Video-based Naturalistic Study. *Journal of Science and Mathematics Education*, 95(4), 639. DOI: 10.1007/s10763-017-9837-z
- Neuhaus, B. J., Nachreiner, K., Oberbeil, I., & Spangler, M. (2014). Basiskonzepte zur Planung von Biologieunterricht. Ein Gedankenspiel. *MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)*, 67(3), 160-163.

Neuhaus, B. J., & Spangler, M. (2018). Basiskonzepte und kumulatives Lernen im Biologieunterricht. In M. Wilhelm (Ed.), *Unterrichtsqualität: Band 1. Wirksamer Biologieunterricht* (S. 137–146). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Seidel, T., & Schindler, A.-K. (2018). Klassenführung. In Detlef H. Rost, Jörn R. Sparfeldt & Susanne R. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 328-336). 5., überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim: Beltz.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Kultusministerkonferenz, KMK) (2004). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004. Abrufbar unter: [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1989/1989\\_12\\_01-EPA-Biologie.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Biologie.pdf) (zuletzt aufgerufen am 28.08.2018).

Wadouh, J., Liu, N., Sandmann, A., & Neuhaus, B. J. (2014). The Effect of Knowledge linking Levels in Biology Lessons upon Students' Knowledge Structure. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 25-47.

Werner, S. (2016). *Zusammenhänge zwischen dem fachspezifischen Professionswissen einer Lehrkraft, dessen Unterrichtsgestaltung und Schülervariablen am Beispiel eines elaborierten Modelleinsatzes*. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Wüsten, S. (2010): *Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie. Eine Video- und Interventionsstudie*. Dissertation. Universität Duisburg-Essen.

---

Die zugrundeliegenden Hauptreferenzen der einzelnen Materialteile teilen sich wie folgt auf:

**M1 (Fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität):** hauptsächliche Materialquelle: Wüsten, 2010, S. 23-40; außerdem: Dorfner et al., 2018a, 2019b; Förtsch et al., 2016, 2017; Jatzwauk et al., 2008; Kattmann, 2008; Klieme et al., 2009; Nawani et al., 2017; Werner, 2016.

\* Referenzen, die innerhalb von Material M1 aufgeführt sind, sind (insofern nicht anderweitig aufgeführt) in folgender Dissertation nachlesbar: Wüsten, S. (2010): *Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie. Eine Video- und Interventionsstudie*. Dissertation. Universität Duisburg-Essen.

**M2 (Modell zur Planung von Biologiestunde):** Dorfner et al., 2019b; Neuhaus & Spangler, 2018

\* Referenzen, die innerhalb von Material M2 aufgeführt sind, sind (insofern nicht anderweitig aufgeführt) in folgendem Artikel nachzuschauen: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2019b). Wie plane ich eine konzeptorientierte Biologiestunde? Ein Planungsmodell für den Biologieunterricht. - Das Schalenmodell -. *MNU (Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht)*, 4, 300–306.

(Hinweis: In den einzelnen angegebenen Primärquellen der Materialteile M1 und M2 sind zusätzliche Bezüge zu weiteren Quellenangaben enthalten, die in den jeweiligen Primärquellen auffindbar sind.)