

Kombination

Allgemeine und fachspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale

Bearbeitungszeit: 85 min

Identifikationscode

Zur Erinnerung:

Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter sowie deren Geburtsdatum (TTMMJJ).

Beispiel: Vorname der Mutter: Marion
Geburtsdatum der Mutter: 09.10.1960

Dies entspricht dem Code: MA091060

Inhalt:

- Deckblatt
- Arbeitsaufträge
- Beantwortungsbögen
- Zusammenfassung und Material

Arbeitsaufträge:

- (1) Markieren Sie (für a – c) im Material entscheidende fachdidaktische Aspekte erfolgreichen Lehren und Lernens im Biologieunterricht. Fokussieren Sie auf folgende Leitfragen
- a) Beschreiben Sie kurz die drei Basisdimensionen von guter Unterrichtsqualität und ordnen Sie diese in das Schalenmodell ein.
 - b) Beschreiben Sie Möglichkeiten, wie kognitive Aktivierung im Biologieunterricht umgesetzt werden kann und stellen Sie jeweils Bezüge zum Schalenmodell her.
 - c) Erläutern Sie den Zusammenhang von Struktur und Funktion der Haut und ihrer Bestandteile.
 - d) Stellen Sie ausgehend von ihren inhaltlichen Überlegungen unter (c) und in Bezug auf das Schalenmodell dar, welche Aspekte bei der Planung und Durchführung einer Unterrichtsstunde zu Aufbau und Funktion der Haut hinsichtlich einer guten Unterrichtsqualität beachtet werden müssen.
- (2) Vervollständigen Sie das auf Beantwortungsbogen 1 anskizzierte Begriffsnetz. 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) a) Beurteilen Sie die folgende Situation hinsichtlich allgemeiner und fachspezifischer Unterrichtsqualitätsmerkmale.

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 erneut abrufen und den Bluttyp von sechs Patienten eines theoretisch dargestellten Experiments (Landsteiner Experiment) bestimmen.

[Beispiel aus: 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]

- 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 Fachunterricht zu ermöglichen, ist eine Vielzahl von Kriterien guter Unterrichtsqualität bedeutsam, die sowohl allgemeine pädagogische als auch fachdidaktische Aspekte umfassen. Ausgehend von einem fundiertem biologischen Fachwissen über ein unterrichtsrelevantes Thema wie der Haut muss Faktenwissen und konzeptionelles Wissen so von der Lehrkraft arrangiert und fachspezifisch vermittelt werden, dass bei Lernenden kognitive Prozesse angeregt werden, die zu sinnstiftendem Lernen führen. Voraussetzungen für das Gelingen derartiger guter Unterrichtsprozesse sind ein unterstützendes Klassenklima sowie eine effiziente Klassenführung durch die Lehrkraft. Das Zusammenspiel von Kenntnissen zu Pädagogik, Fachinhalten und deren fachdidaktischer Vermittlung ist entscheidend für eine gute Unterrichtsqualität.

M1: Drei Basisdimensionen guter Unterrichtsqualität und das Schalenmodell

[Materialquelle: [Dorfner et al., 2019b](#); außerdem Dorfner et al., 2018a; Seidel & Schindler, 2018; Wüsten, 2010, S. 23-40]

1. Drei Basisdimensionen von Unterricht

Die aktuelle Unterrichtsforschung verfolgt das Ziel, einen fundierten Kenntnisstand darüber aufzubauen, welche Angebote eine Lehrperson im Unterricht macht, die Schüler optimal nutzen können, um möglichst positive Lernergebnisse zu erzielen (Angebots-Nutzungs-Modell; Helmke & Weinert 1997). In diesem Zusammenhang untersucht die Unterrichtsforschung vor allem, welche Lehrweisen besonders effektiv für die Lernergebnisse von Schülern sind (Hattie, 2008; Seidel & Shavelson, 2007). Forschergruppen gelangten zu der Erkenntnis, dass dabei die Strukturierung von Unterricht in Form von drei Dimensionen besonders tragfähig ist: kognitive Aktivierung, Klassenführung und ein unterstützendes Unterrichtsklima (u.a. Trautwein & Kunter, 2013).

Kognitive Aktivierung. Die erste Dimension von Unterrichtsqualität beschreibt, wie die Lehrperson Schüler aktiviert, um sich an Interaktionen zu beteiligen und sich mit dem Lerngegenstand zu beschäftigen. Hierfür sind die Gestaltung von Aufgaben sowie Fragen, welche Schüler anregen, eigene Ideen vorzubringen und darüber in einen Diskurs zu kommen, entscheidende Kriterien (z.B. Oliveira, 2010). Im fragend-entwickelten Unterrichtsgespräch, welches häufig im Biologieunterricht auftritt, hilft ein konstruktivistisch-orientiertes Frageverhalten der Lehrkraft, dass die Schüler selbst zur Problemlösung gelangen. Die erwünschten Lerninhalte werden folglich im Wechselgespräch zwischen Lernenden und der Lehrkraft erarbeitet. Dabei ist darauf zu achten, dass generell eine hohe Schüleraktivität bei der Gesprächsbeteiligung verfolgt wird.

Kognitive Aktivierung kann bereits bei der Formulierung von Lernzielen bedacht werden. Bloom beispielsweise beschreibt in einer Taxonomie kognitive Fähigkeiten, mit denen anspruchsvolle Denkprozesse gefördert werden können (Huser, 2001, S. 58). Er unterscheidet niedere (Wissen, Verständnis, Anwendung) und höhere Lernzielkategorien (Analyse, Synthese, Beurteilung), wobei vor allem den höheren Denkfähigkeiten eine hohe Einflussnahme auf Lernprozesse zugesagt wird (Rothe, 2011).

Unterstützendes Unterrichtsklima. Die zweite Dimension von Unterrichtsqualität beschreibt,

inwiefern im Klassenzimmer unterstützende Strukturen gewährleistet werden, die Schüler in der Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand begleiten. Als besonders wichtig gilt hier, dass die Lehrperson Lernprozesse z.B. durch konstruktives und prozessbezogenes Feedback unterstützt (z.B. Hattie & Timperley). Feedback dient primär dem Ziel zu klären, a) wo genau der Schüler lernmäßig momentan steht und b) welche Richtung der Lernprozess nehmen soll. Dabei sollte die Lehrkraft Bezug auf die konkrete Schüleräußerung bzw. Produkt nehmen (Evidenz- und Verhaltensbasierung) und zeitnah eine Rückmeldung geben (Zeitkontinuum). Feedback wirkt nur dann lernförderlich, wenn transparente und zugleich herausfordernde Ziele zugrunde liegen, wenn es differenziert, klar und eindeutig dosiert ist. Umgekehrt sollte in regelmäßigen Abständen aber auch immer Schülerfeedback zu Unterrichtsaspekten wie z. B. Lehr- und Lernmethoden der Lehrkraft eingeholt und für die weitere Planung berücksichtigt werden (Helmke, 2014).

Klassenführung. Klassenführung als die dritte Dimension von Unterrichtsqualität beschreibt, inwiefern die Lehrperson Störungen vorbeugt oder ggf. diszipliniert, um möglichst viel Qualitätslernzeit für die Schüler bereitzustellen. Dazu legen Lehrkräfte zusammen mit den Schülern Regeln für den gemeinsamen Umgang im Klassenverband fest und einigen sich auf gemeinsame Normen und Werte. Darüber hinaus strukturieren sie die Lernumgebung im Unterricht auf eine Weise, die eine zeitintensive und motivierte Auseinandersetzung mit den Lerninhalten ermöglicht.

Bei diesen drei Unterrichtsdimensionen ist zu beachten, dass sie als integrative Elemente verstanden werden. Darüber hinaus handelt es sich bei den drei Dimensionen um unterschiedlich stabile Aspekte des Unterrichtens. Während die kognitive Aktivierung stärker an den jeweiligen Lerninhalt gebunden ist, handelt es sich beim Unterrichtsklima und der Klassenführung um stabilere Aspekte, die im Klassenverband ausgehandelt werden.

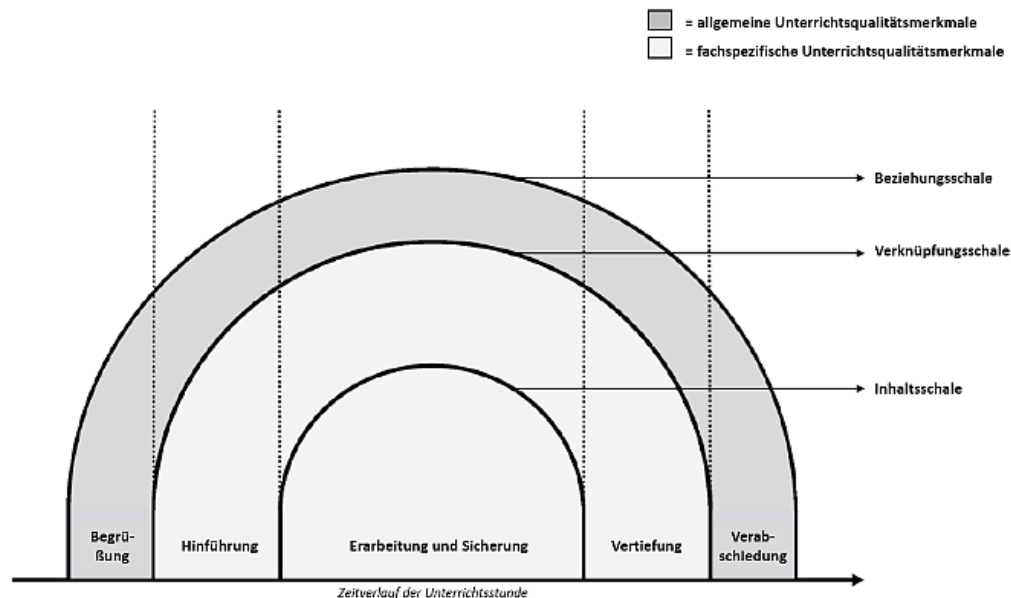


Abb. 1: Aufbau des Schalenmodells mit den drei Schalen *Beziehungsschale*, *Verknüpfungsschale* und *Inhaltsschale* sowie die Unterteilung des Schalenmodells in fünf Unterrichtsphasen (nach Dorfner et al., 2019b). In jeder Unterrichtsphase sind Merkmale der drei Schalen zu unterschiedlichen Anteilen zu berücksichtigen.

2. Das Schalenmodell zur Planung einer Biologiestunde

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*, *Inhaltsschale*) und fünf Unterrichtsphasen statt, wobei in den einzelnen Unterrichtsphasen die Merkmale der drei Schalen während jeder Unterrichtsphase zu gewissen Anteilen zu berücksichtigen sind (Abb. 1). 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 vorwiegend fachspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale. In den weiterführenden Materialien werden die einzelnen Schalen vorgestellt und hinsichtlich ihrer Verortung zu allgemeinen pädagogischen Unterrichtsqualitätsmerkmalen (Basisdimensionen) bzw. fachspezifischen Qualitätsmerkmalen ausdifferenziert.

- Beziehungsschale -

Die Beziehungsschale bezieht sich auf die Umsetzung allgemeiner Unterrichtsqualitätsmerk-

male, wie z. B. 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; Lenske et al., 2016). Studien zu Effekten des Klassenklimas belegen größtenteils positive Effekte auf Schülervariablen (z. B. Ang, 2005; Cornelius-White, 2007; Deci & Ryan, 2004; 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 weit- aus größeren Effekt auf Schülervariablen haben. 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). Unter Berücksichtigung dieser Diskussion werden im Schalenmodell die allgemeinen Unter-

richtsqualitätsmerkmale als Rahmenbedingungen für Unterricht zusammengefasst. Beispiele für Indikatoren einer guten Beziehungsebene sind (vgl. Lenske et al., 2016; Dorfner et al., 2018a):

- pünktliches Beginnen und Beenden des Unterrichts,
- ein angemessener Umgang mit Störungen (Transparenz von Regelsystem, Feedback an Schüler, Adaptivität und Flexibilität)
- ein respektvoller und freundlicher Umgang zwischen aller am Unterricht beteiligten Personen).

Daneben gehört ein Repertoire an unterschiedlichen Unterrichtsformen und -methoden zu den Grundvoraussetzungen erfolgreichen Lehrens und Lernens. Wegen der Vielfalt an Persönlichkeits-, Lernstil-, Fähigkeits-, Motivations-, Verhaltens- und Leistungsunterschieden bei Schülern gibt es kein Lernarrangement, das für alle Lernenden gleich optimal ist. Die Lehrkraft muss ihren Unterrichtsstil (*treatment*) somit jeweils an die Gegebenheiten einer spezifischen Lerngruppe (*aptitude*) anpassen. Man spricht hierbei auch von *Aptitude-Treatment-Interaktion*. Diese Interaktion gilt als wichtiger Teil der Qualität von Unterrichtsprozessen.

Unterrichtsmethoden wie Frontalunterricht, Einzel-/Partner- oder Gruppenarbeit, Gruppenpuzzle, Stationenarbeit, Projektunterricht, Wochenplanarbeit, etc. sind folglich je nach Lerngruppe, Lerninhalt und strukturellen Gegebenheiten anzulegen. Kooperative Lernformen, bei denen Schüler als Gruppe zwar gemeinsam lernen, aber arbeitsteilig Aufträge nach individuellen Fähigkeiten bearbeiten und Ergebnisse anschließend zusammenführen, helfen der Herausbildung von wechselseitiger Verantwortung und sozialer Interaktion. Derartige schülerorientierte Lernarrangements können außerdem die Motivation der Lernenden erhöhen.

Eine systematische Planung und Vorbereitung von Unterricht, die die Klassenvoraussetzung als auch eine inhaltliche und diaktische Analyse beinhaltet, hilft, sich individuelle Gegebenheiten bewusst zu machen und ein entsprechendes, didaktisch begründetes Vorgehen zu verfolgen. Sinnvoll ist beispielsweise die Zusammenführung der Planung in einem Artikulationsschema, das den Unterrichtsverlauf nachzeichnet und in dem auch geplante Arbeitszeiten notiert sowie Lehr- und Lernmethoden explizit zugeordnet werden.

- Verknüpfungsschale -

Die Verknüpfungsschale bezieht sich u. a. auf das Unterrichtsqualitätsmerkmal kognitive Aktivierung. 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, Kruse & Hvidsten, 2011; Wadounh 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 und sie somit kognitiv zu aktivieren. 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 1 ist beispielhaft ein mögliches Vorgehen für die Auslösung eines kognitiven Konflikts und eine daraus abgeleitete Fokusfrage im Allgemeinen und mit Bezug zu einem Unterrichtsbeispiel zum Thema „Haut“ dargestellt

Tab. 1: Mögliches Vorgehen für die Auslösung eines kognitiven Konflikts und einer daraus abgeleiteten Fokusfrage. Das mögliche Vorgehen ist allgemein und an einem Beispiel dargestellt.

	Thema	Kognitiver Konflikt	Fokusfrage
<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 Haut</i>	Strukturen der Haut und ihre Funktion	Mensch mit einer reptilienähnlichen Hautoberfläche wird gezeigt (Krankheit Ichthyose).	Welche Strukturen besitzt die Haut und welche Funktionen können dadurch sichergestellt werden?

Nachdem eine Fokusfrage formuliert ist, werden die kognitiven Lernziele einer Unterrichtsstunde erarbeitet (Inhaltsschale), die neben notwendigem Faktenwissen auch konzeptuelles Wissen 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. Da jeder Schüler einen anderen Wissenshintergrund hat, erfolgt Lernen somit individuell unterschiedlich, aber stets durch aktives Auf- und Umbauen neuer Wissensstrukturen. Die Berücksichtigung der Basisdimension kognitive Aktivierung gewährleistet somit aus Sicht des Konstruktivismus eine bessere Verknüpfung von Lerninhalten (Förtsch et al., 2017C).

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 2 sind drei Aufgabenbeispiele dargestellt, um die Herstellung von Querbezügen im Biologieunterricht beispielhaft zu verdeutlichen. 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).

Tab. 2: Drei Aufgabenbeispiele, mit denen Querbezüge bei einer vorliegenden Fokusfrage hergestellt werden können.

Fokusfrage	Aufgabenbeispiel
Welche Strukturen besitzt die Haut und welche Funktionen können dadurch sichergestellt werden?	<p>1) Vergleiche die Haut des Menschen mit einer Ritterrüstung.</p> <p>2) Beurteile folgende Aussage: „Die Gänsehaut beim Menschen ist ein Überbleibsel von unseren Vorfahren und heutzutage eigentlich nutzlos.“</p> <p>3) Stelle eine begründete Hypothese zur Temperaturregulation bei Ichthyose-Patienten auf.</p>

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).

In Bezug auf den eingangs erwähnten kognitiven Konflikt zur Hinführung auf die Fokusfrage könnte beispielsweise erneut auf den Menschen mit der reptilienähnlichen Haut verwiesen werden, um herauszustellen, welche Strukturen der Haut hier verändert sind, welche Funktionen dadurch beeinträchtigt sind und welche Art der Behandlung sinnvollerweise erfolgen müsste.

- Inhaltsschale -

Den Kern der Inhaltsschale bildet die Vermittlung von Fachwissen ab. 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/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 nach 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), von Modellen und realen Daten (z. B. aus Diagrammen) zu verstehen. Aufgrund ihrer gewonnenen Ergebnisse argumentieren die Schüler für bzw. gegen ihre aufgestellten Hypothesen. Dabei ist auf korrekte Fachsprache zu achten. Gegen Ende der Erarbeitungsphase wird neben den Stundeninhalten, die z. B. in Form eines Hefteintrags oder unter Verwendung eines Arbeitsblattes fixiert werden, eine allgemeine Regel in Form eines Merksatzes schriftlich festgehalten. Dieser beinhaltet konzeptuelles, biologisches Wissen, d. h. eine allgemeingültige Regel oder ein allgemeingültiges Prinzip (Förtsch et al., 2018B).

Die wesentlichen Aspekte des Schalenmodells, die eine inhaltliche Vernetzung im Unterricht erwirken können, sind in Abbildung 2 zusammenfassend dargestellt.

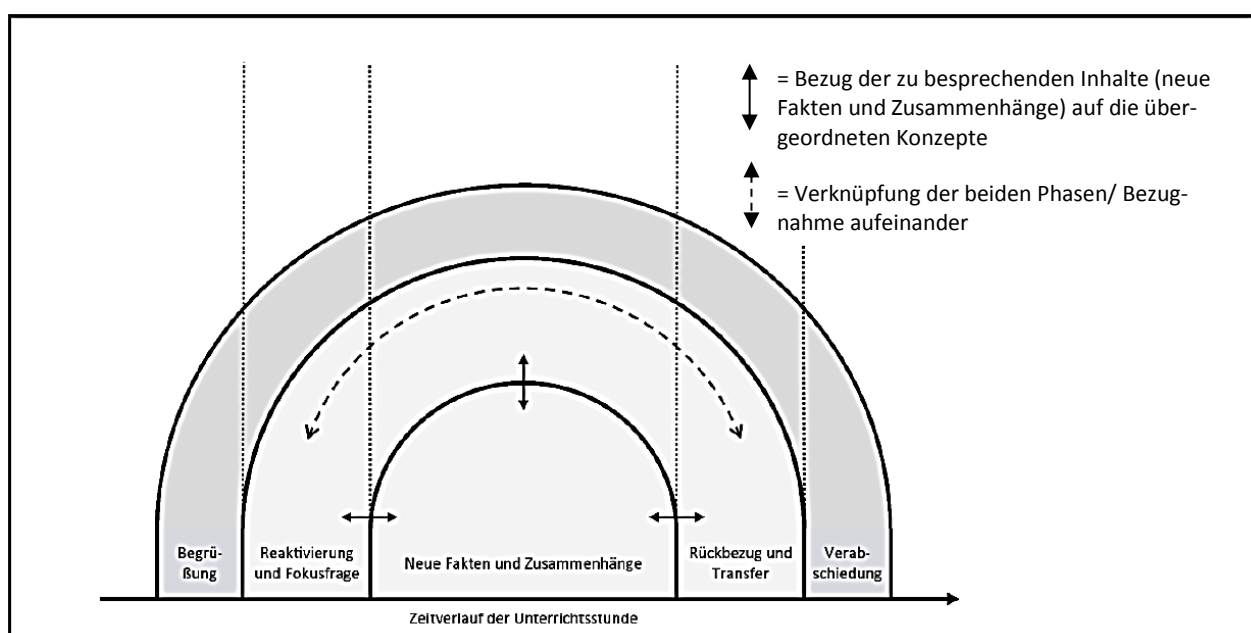


Abb. 2: Schalenmodell [in Dorfner et al., 2019 (angelehnt an Neuhaus & Spangler, 2018)]

Neben dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg, der für die Erarbeitung neuer biologischer Fachinhalte in der Inhaltsschale zu berücksichtigen ist, spielen beim Erschließen neu-

er Fakten und Zusammenhänge noch weitere fachspezifische Merkmale von Unterrichtsqualität eine Rolle, die in Tabelle 3 kurz zusammenfassend dargestellt sind.

Tab. 3: Fachspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale im Biologieunterricht (vgl. Dorfner et al., 2017; Wüsten, 2010, S. 23-40).

fachspezifisches Unterrichtsqualitätsmerkmal	Beschreibung	fachdidaktischer Nutzen, Effekte
naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg	<ul style="list-style-type: none"> - Hypothesenaufstellung zu einem vorgegebenen biologischen Phänomen/Problem sowie Überprüfen der Hypothesen unter Nutzung prozessbezogener Kompetenzen (Verwendung von biologischen Erkenntnismethoden (Experimentieren, kriteriengeleitetes Vergleichen, Mikroskopieren), von Modellen oder von realen Daten (z. B. aus Diagrammen)) - Regelableitung aus Ergebnissen und Rückbezug auf Anfangshypothese(n) 	<ul style="list-style-type: none"> - Erlernen wissenschaftstheoretischer Kompetenzen - Förderung von Lernerfolg und Interesse durch praktische Ausübung von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (z. B. Experimente) - Lernende werden kognitiv aktiviert (nicht nur per Handlungsanweisung „nachkochen“, sondern selbstständig überlegen und umsetzen)
Umgang mit Modellen	<ul style="list-style-type: none"> - Modelle als 1:1 Kopie der Wirklichkeit (Niveaustufe 1 nach Grosslight et al., 1991) - Modelle als Abbild der Realität unter Berücksichtigung eines Modellierungsprozesses und einer Zweckausrichtung des Modells (Niveaustufe 2) - Modelle als Instrument der Erkenntnisgewinnung, die im Sinne der Ideeentwicklung und -testung des Modellierers fungieren (Niveaustufe 3) - Aufbau eines kritischen Modellverständnisses und Einüben von Modellkritik 	<ul style="list-style-type: none"> - Medium zur Veranschaulichung von biologischen Strukturen und Funktionen - aber auch Möglichkeit zur Modellarbeit, mit der das wissenschaftliche Denken angeregt werden soll (z.B. kognitiv aktivierende Arbeit mit dem Modell während hypothesengeleiteten Erkenntniswegs: Testen/Überprüfen von Hypothesen mit einem Modell und ggf. Ändern/Anpassen des Modells) (Werner, 2016) - für Grenzen und Fehler von Modellen sensibilisieren
Umgang mit Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> - Unterscheidung von Fachsprache und Alltagssprache im Unterricht notwendig - hohe Anzahl an biologischen Fachbegriffen erfordert eine Reduktion auf zentrale Begriffe sowie ein korrekter und präziser Gebrauch 	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnis von Fachinhalten und Entwicklung von kommunikativer Kompetenz - Nutzung vieler Fachbegriffe hat einen negativen Effekt auf Lernerfolg der Schüler sowie situationales Interesse (Dorfner et al., 2019a) → wohlüberlegter, reduzierter Fachbegriffeinsatz zur Unterstützung von Schülerleistung und Interessenentwicklung sinnvoll

Im nachfolgenden Material 2 sind nun die wesentlichen Fachinhalte zum Thema ‚Haut‘ aufgeführt.

M2: Inhaltliche Aspekte zum Unterrichtsthema Haut

[Materialquelle: Hickman et al., 2008, S. 904f., 945, 949; Mörike et al., 2007, S. 495-504 und 516-525; Moyes & Schulte, 2008, S. 681-683; Müller & Frings, 2007, S. 422-430; Thews et al., 1980, S. 700-703; Purves et al., 2004, S. 438f., 1074f. und 1080f.]

1. Grundfunktionen der Haut

Die Haut ist ein lebenswichtiges Organ, das die äußere Oberfläche des Organismus und damit die Schranke zwischen Umwelt und innerem Milieu bildet und für die Wahrung der Homöostase sorgt. Die Haut

- schützt die Gewebe gegen mechanische, chemische oder physikalische Schädigungen sowie gegen das Eindringen von Mikroorganismen,
- verhindert eine zu starke Austrocknung, lässt andererseits aber eine gewisse physiologische Wasserverdunstung zu,
- wirkt durch Verengung oder Erweiterung der Hautgefäße sowie durch Verdunstung des Schweißes als Wärmeregulator,
- ist mit ihren Drüsen ein Ausscheidungsorgan,
- vermittelt als Sinnesorgan durch ihre zahlreichen Rezeptoren Druck, Temperatur- und Schmerzreize.

Die Haut (= das Integument) bildet den äußeren Überzug des Körpers – eine schützende Hülle, welche die Haut und alle sich von ihr ableitenden Bildungen wie Haare, Schuppen, Federn, Nägel oder Hörner umfasst. Bei den meisten Tieren ist es widerstandsfähig und biegsam, verleiht eine mechanische Schutzwirkung gegen Abnutzung und Durchlöcherung. Die Haut gewährleistet eine primäre, unspezifische Abwehr von Invasoren. Pilze, Bakterien und Viren durchdringen eine gesunde, unverletzte Haut nur selten. Aber Schädigungen der Haut oder innerer Oberflächengewebe (Schleimhäute) erhöhen stark das Risiko einer Infektion durch Krankheitserreger.

Das Integument kann ebenso eine Abdichtung gegen den Verlust oder das Eindringen von Feuchtigkeit sein. Die Haut hilft dabei, die darunterliegenden Zellen gegen die schädigende Wirkung ultravioletter Sonneneinstrahlung abzusichern.

Über die Funktion als Schutzüberzug hinaus dient die Haut einer Vielzahl wichtiger Regulationsaufgaben. Bei endothermen Tieren ist sie beispielsweise in vitaler Weise an der Temperaturregulation beteiligt, da der größte Anteil des Wärmeverlustes des Körpers über die Hautoberfläche vonstattengeht; sie ist mit Einrichtungen zur Kühlung des Körpers versehen, wenn es zu heiß wird, und sie verringert Wärmeverluste, wenn der Körper zu stark abkühlt. Ein Gaswechsel durch die Haut des Menschen fin-

det allerdings nicht in solchem Maß statt, das man von einer Hautatmung sprechen könnte. Die Haut enthält Sinnesrezeptoren, die wesentliche Informationen über die unmittelbare Umgebung liefern. Zudem besitzt sie exkretorische Funktion. Hautsekrete können ein Tier sexuell anziehend oder abstoßend machen, oder sie können Signale darstellen, die die Verhaltenswechselwirkungen zwischen Individuen beeinflussen.

2. Aufbau der Haut

Die Haut (Abb. 3) besteht aus

- einem ektodermalen Anteil, der *Epidermis* (Oberhaut) mit deren Anhangsgebilden (Drüsen, Haare, Nägel) und
- einem bindegewebigen Anteil, der *Dermis* (Lederhaut).

Epidermis und Dermis werden zusammen als Kutis bezeichnet. Unter der Kutis befindet sich die Subkutis (Unterhaut), welches mit der Bindegewebsumhüllung des Bewegungsapparates verbunden ist.

2.1 Unterhaut (Subkutis)

In der Unterhaut wird bei übermäßiger Ernährung ein Fettdepot angelegt, das wieder verbraucht werden kann. Die Fettschicht ist aber nicht nur überflüssiges Depot, sondern auch ein ausgezeichneter Schutz gegen zu raschen Temperaturengleich zwischen Körper und Umgebung. Sie findet sich dementsprechend vor allem bei den Säugetieren, die wie der Mensch im Lauf ihrer Stammesentwicklung ihr Haarkleid verloren haben (Wale, Robben, Hausschwein).

An wenigen Stellen des Körpers ist das Unterhautfettgewebe aber nicht Depot-, sondern Polsterfett. So ist das Fettgewebe der Fußsohlen und Handflächen durch starke Bindegewebszüge zwischen Haut und Unterhaut in einzelne Kissen unterteilt (abgesteppt), die sich kaum verschieben können. Sie wirken wie Polster und schützen einerseits die Knochenhaut der Fußknochen vor zu starkem Druck vom Boden her, andererseits aber auch die Sohlenhaut gegen den Druck der Fußknochen.

2.2 Lederhaut (Dermis)

Die durchschnittlich 1 mm dicke Lederhaut (Dermis besteht aus einem dichten kollagenen

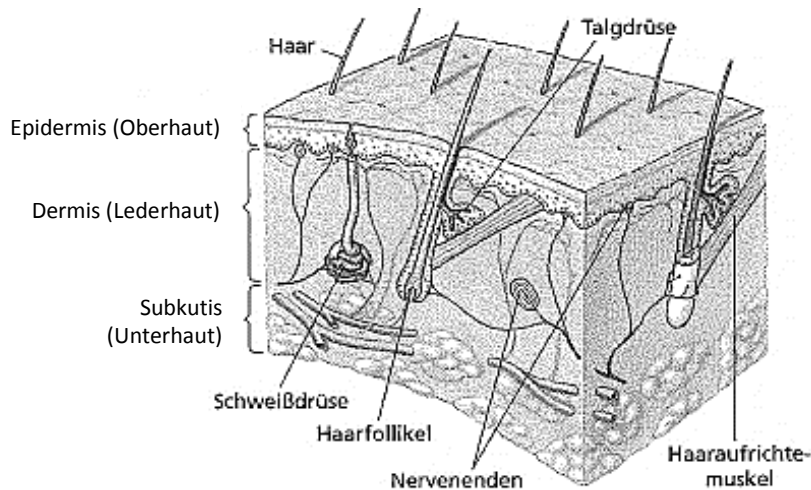


Abb. 3: Anatomischer Bau der menschlichen Haut (Epidermis und Dermis) und der Subkutis mit Darstellung der Haare und Drüsen.

Fasergeflecht ohne Fettzeleinlagerung. Besonders in der Jugend besitzt die Lederhaut eine große Elastizität. Bei der Dehnung werden die gewellten Kollagenfaserbündel umgeordnet, die Rückstellung besorgen die elastischen Fasernetze, die die kollagenen Bündel umspinnen. Auch die glatten Muskelfasern der Haarbälge sowie die vielen feinen Gefäße der Lederhaut erhöhen deren Elastizität. Durch die kollagenen Fasern und ihre Elastizität ist die Haut ziemlich reißfest bei gleichzeitiger Nachgiebigkeit.

Die der Oberhaut zugewandte Seite der Lederhaut ist nicht glatt, sondern trägt zapfenartige Vorsprünge, die der Oberflächenvergrößerung dienen. Hier liegen zahlreiche Blutkapillaren.

2.3 Oberhaut (Epidermis)

Die Oberhaut besteht aus einem mehrschichtigen Plattenepithel, das durch die vermehrte Bildung von Keratin verhornt ist.

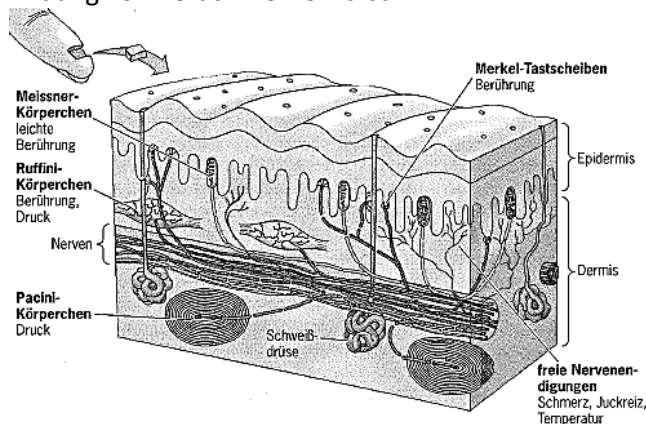


Abb. 4: Wahrnehmung von Sinnesempfindungen über unterschiedliche Sinneszellen in einem kleinen Hautstück

Die Oberhaut besitzt eine Dicke von 0,5-5 mm, wobei sie an den mechanisch besonders beanspruchten Stellen (Handflächen, Fußsohlen) stärker ausgebildet ist.

Im unteren Teil der Oberhaut (Basalschicht) liegen **Pigmentzellen**, die der Haut ihre Färbung verleihen, indem sie mehr oder weniger Pigment bilden und an die übrigen Schichten der Epidermis abgeben.

Die Oberfläche der Haut wird durch Talg, das Sekret der **Talgdrüsen**, eingefettet, wodurch sie wasserabstoßend wirkt. Übermäßige Talgproduktion kann allerdings auch Ausführungsgänge verstopfen. Auf der Oberfläche münden außerdem **Schweißdrüsen**, deren schwach saures Sekret einen Säuremantel bildet; dieser gibt einen gewissen Schutz gegen Infektionen, da die meisten Bakterien in saurem Milieu zugrunde gehen.

3. Die Haut als Sinnesorgan und die Wahrnehmung von Reizen

Die Wahrnehmung ist nicht allein eine Abbildung der Umwelt in unseren Sinnesorganen, sondern auch eine aktive Leistung des Subjekts. Phänomene der Umwelt werden z. B. als Sinnesreize von den Sinnesrezeptoren des Sinnesorgans Haut in Erregung sensorischer Nerven umgewandelt, die im Zentralnervensystem gedanklich verarbeitet wird. Abbildung 4 zeigt beispielsweise einen Ausschnitt der Haut mit verschiedenen Mechanorezeptoren zur Wahrnehmung von Berührungs- und Vibrationsreizen.

Temperaturempfinden

In der Tiefe von 0,1-0,6 mm unter der Hautoberfläche liegen in der Lederhaut ungleichmä-

ßig verteilte, spezifische Thermorezeptoren. Die durch sie vermittelten Empfindungen werden als warm, indifferent oder kalt bezeichnet. Das bedeutet, dass sich die Empfindungen von den physikalischen Wärmequantitäten unterscheiden. Man unterscheidet Kalt- und Warmrezeptoren. Beide Rezeptortypen sind freie Nervenendigungen, d.h. sensorische Neurone, deren verzweigte dendritische Strukturen auf den Abfluss oder Zufluss von Wärme ansprechen, aber in gegensinniger Weise.

- Wärmeentzug aktiviert Kaltrezeptoren
- Wärmezufuhr aktiviert Warmrezeptoren

Bei der Temperaturempfindung spielt neben der absoluten Temperatur die Steilheit der Temperaturänderung während einer bestimmten Zeit und die Größe der thermisch gereizten Hautoberfläche eine Rolle. Neben der Funktion

des Temperatursinns haben die Rezeptoren eine biologische Funktion im Rahmen der Temperaturregelung. Von Kalt- und Warmrezeptoren wird die Temperatur der „Körperschale“ festgestellt und an das Gehirn geleitet, wo die Information bewertet wird. Weicht die festgestellte Ist-Temperatur von der Soll-Körpertemperatur ab, werden entsprechende Ausgleichsmechanismen aktiviert.

Im Bereich Haut unterscheidet man drei Typen von Hautsinneszellen (Tab. 4). Diese sind unterschiedlich dicht in der Haut verteilt, wodurch die Fähigkeit bestimmte Reize wahrzunehmen je nach Körperregion variiert. Die Dichte von Mechanorezeptoren kann z. B. mit der Zweipunktdiskrimination getestet werden.

Tab. 4: Typen von Hautsinneszellen und ihre Funktion

Hautsinneszelle	Zelltypen	Funktion
Mechanorezeptoren	Merkel-Tastscheiben (adaptieren langsam)	Wahrnehmung von Berührungsreizen (fortlaufende Informationslieferung)
	Meissner-Körperchen (empfindlich, adaptieren schnell)	Wahrnehmung leichter Berührungsreize in unbehaarten Hautflächen (liefern Informationen über Veränderung von Objekten)
	Ruffini-Körperchen (adaptieren langsam)	Wahrnehmung niederfrequenter Vibrationsreize
	Pacini-Körperchen (adaptieren schnell)	Wahrnehmung hochfrequenter Vibrationsreize
	Haarfollikelsensoren (Dendriten sensorischer Nervenzellen, die um Haarfollikel gewickelt sind)	Wahrnehmung von Berührung (wenn Haar abgebogen und somit Nervenzelle gereizt wird)
Thermorezeptoren	Kaltrezeptoren	registrieren Verringerung der Temperatur, indem die Frequenz der ausgelösten Aktionspotenziale ansteigt) bei Erhöhung nimmt die Impulsfrequenz ab
	Warmrezeptoren	registrieren Erhöhung der Temperatur, indem die Frequenz der ausgelösten Aktionspotenziale ansteigt) bei Verringerung nimmt die Impulsfrequenz ab
Nozirezeptoren	freie Nervenendigungen	Wahrnehmung von drohender oder erfolgter Gewebeschädigung, die zu einer Serie von Aktionspotenzialen führt

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	<p>Mögliches Vorgehen für die Auslösung eines kognitiven Konflikts und einer daraus abgeleiteten Fokusfrage. Das mögliche Vorgehen ist allgemein und an einem Beispiel dargestellt.</p> <p>verändert nach: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., & 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. 2	<p>Drei Aufgabenbeispiele, mit denen Querbezüge bei einer vorliegenden Fokusfrage hergestellt werden können.</p> <p>eigene Darstellung</p>
Tab. 3	<p>Fachspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale im Biologieunterricht.</p> <p>aus: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., & 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> <p>Wüsten, S. (2010): <i>Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie. Eine Video- und Interventionsstudie</i>. Dissertation. Universität Duisburg-Essen; hier S. 23-40.</p>
Tab. 4	<p>Typen von Hautsinneszellen und ihre Funktion</p> <p>eigene Darstellung</p>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	<p>Aufbau des Schalenmodells mit den drei Schalen Beziehungsschale, Verknüpfungsschale und Inhaltsschale sowie die Unterteilung des Schalenmodells in fünf Unterrichtphasen (verändert nach Dorfner et al., 2019). In jeder Unterrichtsphase sind Merkmale der drei Schalen zu unterschiedlichen Anteilen zu berücksichtigen.</p> <p>verändert nach: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., & 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. 2	<p>Schalenmodell (verändert nach Neuhaus & Spangler, 2018)</p> <p>aus: Dorfner, T., Förtsch, C., Spangler, M., & 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>Anatomischer Bau der menschlichen Haut (Epidermis und Dermis) und der Hypodermis mit Darstellung der Haare und Drüsen.</p> <p>aus: Hickman, C. P., Roberts, L. S., Larson, A., l'Anson, H., & Eisenhour, D. J. (2008).</p>

	<i>Zoologie</i> . 13., aktualisierte Auflage. München: Pearson, hier S. 904.
Abb. 4	Wahrnehmung von Sinnesempfindungen über unterschiedliche Sinneszellen in einem kleinen Hautstück. aus: Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., & Heller, H. C. (2004). <i>Biologie</i> . 7. Auflage. München: Elsevier, hier S. 1080.

Literatur

Dorfner, T., Förtsch, C., & Neuhaus, B. J. (2017). Die methodische und inhaltliche Ausrichtung quantitativer Videostudien zur Unterrichtsqualität im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Ein Review. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 261–285. DOI: 10.1007/s40573-017-0058-3

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.

EPA Biologie (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 (zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).

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.

Hickman, C. P, Roberts, L. S., Larson, A., l'Anson, H., & Eisenhour, D. J. (2008). *Zoologie*. 13., aktualisierte Auflage. München: Pearson.

Mörke, K. D., Betz, E., & Mergenthaler, W. (2007). *Biologie des Menschen*. 15. Auflage. Hamburg: Nikol.

Moyes, C. D., & Schulte, P. M. (2008). *Tierphysiologie*. München: Pearson.

Müller, Werner; & Frings, Stephan (2007). *Tier- und Humanphysiologie. Eine Einführung*. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

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., & 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.

Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., & Heller, H. C. (2004). *Biologie*. 7. Auflage. München: Elsevier.

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.

Thews, G., Mutschler, E., & Vaupel, P. (1980). *Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. Ein Lehrbuch für Pharmazeuten und Biologen*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.

Wadouh, J., Liu, N., Sandmann, A., & Neuhaus, B. J. (2014). The Effect of Knowledge linking Levels in Biology Lessons upon Students' Knowledge Structure. In *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 (Drei Basisdimensionen guter Unterrichtsqualität und das Schalenmodell): hauptsächliche Materialquelle Dorfner et al., 2019b; außerdem Dorfner et al., 2018a; Seidel & Schindler, 2018; Wüsten, 2010, S. 23-40.

* weiterführende Referenzen, die innerhalb von Material M1 aufgeführt sind, sind 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.

M2 (Inhaltliche Aspekte zum Unterrichtsthema Haut): Hickman et al., 2008, S. 904f., 945, 949; Mörike et al., 2007, S. 495-504 und 516-525; Moyes & Schulte, 2008, S. 681-683; Müller & Frings, 2007, S. 422-430; Thews et al., 1980, S. 700-703; Purves et al., 2004, S. 438f., 1074f. und 1080f.

(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.)