

Zum Nachdenken. Reflexion über Konzepte, Material und Befunde  
Online-Supplement

## Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben

Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses  
zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte

**Online-Supplement: Materialien zur Kurseinheit und Begleitforschung**

Melanie Beudels<sup>1,\*</sup>, Yannick Schilling<sup>1</sup> & Angelika Preisfeld<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht*

<sup>2</sup> *Bergische Universität Wuppertal,*

*Lehrstuhl für Zoologie & Didaktik der Biologie,*

*\* Bergische Universität Wuppertal,*

*Fakultät für Human- und Sozialwissenschaften,*

*Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal*

*Kontakt: melanie.beudels@uni-wuppertal.de*

**Zitationshinweis:**

Beudels, M., Schilling, Y. & Preisfeld, A. (2022). Mit Experimenten zu Wasserläufer & Co Kohärenz erleben. Potenziale eines interdisziplinären, experimentellen Kurses zur Professionalisierung angehender Sachunterrichtslehrkräfte [Online-Supplement: Materialien zur Kurseinheit und Begleitforschung]. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 4 (1), 30–72. <https://doi.org/10.11576/dimawe-5425>

Online verfügbar: 20.05.2022

ISSN: 2629–5598



## Verzeichnis der Anhänge

<b>Anhang 1: Beispiele – Feinlernziele der Kurseinheiten 5 und 7 .....</b>	<b>3</b>
<b>Anhang 2: Detaillierte Übersicht über die Inhalte und den Ablauf der Kurseinheiten .....</b>	<b>4</b>
<b>Anhang 3: Beispiel eines Stations-Arbeitsblattes – Kurseinheit 5 .....</b>	<b>9</b>
<b>Anhang 4: Beispiel einer Stations-Sachanalyse – Kurseinheit 6 .....</b>	<b>11</b>
<b>Anhang 5: Bewertungsbogen für die summative Prüfungsleistung .....</b>	<b>13</b>
<b>Anhang 6: Übersicht offener und damit kombinierter geschlossener Fragen im <i>Pre-</i> und <i>Posttest</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>Anhang 7: Übersicht der geschlossenen Konstrukte im <i>Pretest</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>Anhang 8: Explorative Faktorenanalysen .....</b>	<b>16</b>
<b>Anhang 9: Ausgewählte Beispiele für Kategoriensysteme der qualitativen Inhaltsanalyse .....</b>	<b>18</b>
<b>Anhang 10: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Beliebteste und unbeliebteste Kurseinheiten .....</b>	<b>26</b>
<b>Anhang 11: Literaturverzeichnis der Anhänge .....</b>	<b>27</b>

## Anhang 1: Beispiele – Feinlernziele der Kurseinheiten 5 und 7

### A1.1: Feinlernziele der Kurseinheit 5 (Themenblock I)

Die Studierenden sind in der Lage, ...

- eine eigene Forschungsfrage zu *formulieren* und diese zu *beantworten*, indem sie ein geeignetes Experimentiersetting *planen* und während der Durchführung des Experiments die Variablenkontrollstrategie *anwenden*.
- aus den Ergebnissen ihres (teils explorativen) experimentellen Vorgehens *abzuleiten*, wie Oberflächen beschaffen sein müssen, um einen Lotuseffekt aufzuweisen, und welche Faktoren zur Beeinflussung des Effektes führen. Sie können Beispiele für Objekte mit einem Lotuseffekt aus der belebten und unbelebten Natur *nennen* sowie *beschreiben*, welche Vorteile sich durch dieses Charakteristikum (z.B. für Pflanzen) ergeben.
- zu *erläutern*, welche Darstellungsmöglichkeiten es für den Sachunterricht mithilfe von Modellen gibt, um die Mikronoppung von Oberflächen und die daraus resultierende geringe Kontaktfläche mit Wasser etc. zu veranschaulichen.
- die fachspezifischen Arbeitsweisen „Experimentieren“, „Betrachten“ und „Beobachten“ *anzuwenden* und mithilfe der *Ergebnisinterpretation herzu-leiten*, welche Faktoren bei der Wasserleitung in Pflanzen eine Rolle spielen. Sie können die Begriffe „Kohäsion“, „Adhäsion“ und „Kapillareffekt“ *er-läutern* und dabei Beispiele aus der Lebenswelt der Kinder *nennen*.
- basierend auf den durchgeführten Experimenten die Vielperspektivität der Themen „Lotuseffekt“ und „Wasserleitung in Pflanzen“ *abzuleiten* und zu *analysieren*, zu welchen Herausforderungen es bei einer experimentellen Umsetzung im Sachunterricht kommen könnte.

### A1.2: Feinlernziele der Kurseinheit 7 (Themenblock II)

Die Studierenden sind in der Lage, ...

- Schüler\*innenexperimente zum menschlichen Seh-, Geschmacks- und Geruchssinn sowie zu Lichtspektren *durchzuführen*, die Ergebnisse zu *proto-kollieren* und *auszuwerten*.
- anhand der Experimente *abzuleiten*, dass eine Kombination der Sinneseindrücke unterschiedlicher Sinnesorgane die Interpretation erleichtert (hier u.a. „Ausschalten“ des Sehsinns beim Riechen verschiedener Stoffe).
- zu *benennen*, welche Geschmacksqualitäten (salzig, süß etc.) auf welche Weise vom Menschen (wo im Mund?) wahrgenommen werden.
- zu *erläutern*, warum die Rot-Grün-Sehschwäche bei Männern signifikant öfter vorkommt als bei Frauen.
- zu *erklären*, was der Unterschied zwischen einem diskreten und einem indiskreten Farbspektrum ist und wie diese Spektren jeweils entstehen können.
- anhand eines Farbspektrums einer Lichtquelle *abzuleiten/zu ermitteln*, ob es sich um einen thermischen oder nicht-thermischen Strahler handelt.
- auf Basis der durchgeführten Experimente die Vielperspektivität des Themas „Sinne“ zu *erkennen* und *abzuleiten*, zu welchen Herausforderungen es bei einer experimentellen Umsetzung im Sachunterricht kommen könnte, und Gründe *wiedergeben*, warum das Thema „Sinne“ im Sachunterricht behandelt werden sollte.

## Anhang 2: Detaillierte Übersicht über die Inhalte und den Ablauf der Kurseinheiten

Tabelle A2: Detailübersicht des Themas, des groben Ablaufs, der eingesetzten Lehr-/Sozialformen und Methoden sowie der fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalte

<i>Kurseinheit (Themenblock)</i>	<i>Thema</i>	<i>Ablauf und Zeitangaben</i>	<i>Lehr-/Sozialformen, Methoden</i>	<i>Fachwissenschaftliche Inhalte</i>	<i>Fachdidaktische Inhalte</i>
KE1 (I, II)	Einstieg und Einführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg und Organisatorisches: Kennenlernen, Übersicht über Lernziele und Ablauf des Kurses (20 min)</li> <li>• Arbeitsphase 1: Partner*innenarbeit: Erstellung Mind-Maps zu beiden Themenblöcken (32 min)</li> <li>• Kurze Begutachtung der Mind-Maps (an Wänden aufgehängt) (10 min)</li> <li>• Besprechung der Erkenntnisse aus Phase 1 (5 min)</li> <li>• Arbeitsphase 2: Austeilen des Lehrplans SU NRW (MSW NRW, 2008); Bereiche, Schwerpunkte, Kompetenzerwartungen kennzeichnen, die Bezüge zu den Kurs-themen aufweisen (22 min)</li> <li>• Besprechung der Erkenntnisse aus Phase 2 (10 min)</li> <li>• Ausblick auf KE2 (1 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Mind-Mapping in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> <li>• Recherchieren in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die fachwissenschaftlichen Inhalte des Kurses (Themenblöcke I und II)</li> <li>• I: Der Teich und seine Umgebung</li> <li>• II: Der menschliche Körper und seine Leistungsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele des SU (u.a. naturwissenschaftlich-technische Grundbildung)</li> <li>• Charakteristika des SU (u.a. Vielperspektivität, Handlungsorientierung)</li> <li>• Methode des Mind-Mappings</li> <li>• Bezüge der Kursinhalte zu Richtlinien/Empfehlungen: Lehrplan SU NRW (MSW NRW, 2008)</li> </ul>
KE2 (I)	Teil 1, Phase 1: Eigenschaften des Wassers – ins eigenständige Experimentieren hineinfinden und sich ausprobieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: Vorstellung des Themas; Besprechung potenzieller Kinderfragen zu den Fachinhalten (5 min)</li> <li>• Gelenkphase: Vorbesprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase und der Kurseinheit 3 (5 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Experimentieren an 3 Stationen mit mehreren, kleinen Teilaufgaben (90 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Experimentieren an Stationen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Station 1: Schwimmen und Sinken (archimedisches Prinzip, (mittlere) Dichte, Auftriebs- und Gewichtskraft)</li> <li>• Station 2: Aggregatzustände des Wassers; Phasenübergänge; Gefrierpunktniedrigung</li> <li>• Station 3: Anomalie des Wassers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinderfragen im SU</li> <li>• Experimentieren als Medium, fachspezifische Arbeitsweise und Erkenntnismethode im SU</li> </ul>
KE3 (I)	Teil 1, Phase 2: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: Nachbesprechung KE2 und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (30 min)</li> <li>• Gelenkphase: Besprechung des Arbeitsauftrages und des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (10 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Planung eines Experiments zum Thema Schwimmen und Sinken inkl. Erstellen eines Arbeitsblattes und Posters mit didaktisch-methodischen Informationen (s. Spalte Fachdidaktik); Bereitstellung von Hilfsmitteln wie Handreichungen (60 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Planungen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwimmen und Sinken (archimedisches Prinzip, (mittlere) Dichte, Auftriebs- und Gewichtskraft)</li> <li>• Aggregatzustände des Wassers; Phasenübergänge; Gefrierpunktniedrigung</li> <li>• Anomalie des Wassers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg im SU; Phasen des Experimentierens</li> <li>• (Umgang mit) Gefahren beim Experimentieren im SU</li> <li>• Planung eines Experiments für den SU: didaktische Gegenstandsanalyse (Formulierung von Lernzielen, Sachanalyse); Voraussetzungen von Lernenden, Lehrenden und Umfeld (u.a. räumliche Gegebenheiten); Unterrichtsorganisation (u.a. Methode und Sozialform)</li> </ul>

<p>KE4 (I)</p>	<p>Teil 1, Phase 2: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen</p> <p>Teil 2: Einführung in die Bionik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: Wiederholung des Arbeitsauftrages aus KE3 (3 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Fertigstellung der Planung des Experiments zum Thema Schwimmen und Sinken (55 min)</li> <li>• * Dozierende*r gibt Feedback zu allen Planungsprodukten; dieses wird anonymisiert im Moodle-Kurs hochgeladen</li> <li>• Nachbesprechung der Erkenntnisse und aufgetretenen Schwierigkeiten etc. in Teil 1, Phase 2 (20 min)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Teil 2: Theoretischer Input: Experimentieren im SU; Thema Bionik im SU (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (22 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planungen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachbegriffe im Kontext Schwimmen und Sinken: Volumen, Masse, Dichte, Gewichts- und Auftriebskraft</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen: Bionik, <i>Bottom-up</i>- und <i>Top-down</i>-Prozess</li> <li>• Beispiele: Klette/Klettverschluss, Fliegen, Wärmedämmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung eines Experiments für den SU: didaktische Gegenstandsanalyse (Formulierung von Lernzielen, Sachanalyse); Voraussetzungen von Lernenden, Lehrenden und Umfeld (u.a. räumliche Gegebenheiten); Unterrichtsorganisation (u.a. Methode und Sozialform)</li> <li>• Richtlinienbezüge des Themas: Lehrplan SU NRW (MSW NRW, 2008)</li> <li>• Definition: Experiment</li> <li>• Variablenkontrolle bei Experimenten</li> <li>• Protokollieren von Experimenten im SU</li> <li>• Typen des Experimentierens im SU: u.a. Laborieren – Versuch – Experiment – Explorieren (Grygier &amp; Hartinger, 2012)</li> <li>• Potenzielle (Forschungs-)Fragen von Kindern zu den Inhalten aus KE5</li> </ul>
<p>KE5 (I)</p>	<p>Teil 2: Lotuseffekt und Wassertransport in Pflanzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: Vorstellung des Themas (2 min)</li> <li>• Gelenkphase: Vorbesprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (2 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Experimentieren an 2 Stationen (mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben) (76 min)</li> <li>• Nachbesprechung der Erkenntnisse der Erarbeitungsphase (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (20 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Experimentieren an Stationen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Station 1: Lotuseffekt – Definition; Charakteristika von Oberflächen mit Lotuseffekt; Beispiele aus dem Alltag; Faktoren, die zur Beeinflussung/Zerstörung des Lotuseffekts führen</li> <li>• Station 2: Wasserleitung in Pflanzen; Kohäsion; Adhäsion; Kapillareffekt; Transpiration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Typen des Experimentierens im SU: Laborieren – Versuch – Experiment – Explorieren (Grygier &amp; Hartinger, 2012); hier Schwerpunkt Explorieren</li> <li>• Einsatz von Modellen im SU</li> </ul>
<p>KE6 (I)</p>	<p>Teil 3: Der Wasserläufer und das Wasser; Hektor, der Laufroboter</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: Wiederholung: Charakteristika von Wasser, die bisher im Kurs kennengelernt wurden; Vorstellung des Themas (5 min)</li> <li>• Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (2 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Experimentieren an 2 Stationen mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben (63 min)</li> <li>• Nachbesprechung der Erkenntnisse der Erarbeitungsphase inkl. Abschluss des Themenblocks I (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (30 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Experimentieren an Stationen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakteristika von Wasser</li> <li>• Station 1: Oberflächenspannung des Wassers (Wasserstoffbrücken; Entstehung; Einflussungsfaktoren); Wasserläufer (Körperbau Insekten)</li> <li>• Station 2: Bionik (hier: Robotik) am Beispiel Stabschrecken (Körperbau Insekten) als Vorbild für Roboter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentieren und Arbeiten mit lebenden Tieren im SU; Regeln zum Umgang mit Tieren</li> <li>• Sachzeichen im SU</li> <li>• Recherchieren und Steckbriefe anlegen im SU (inkl. Formen der Binnendifferenzierung)</li> <li>• Exkurs: Weitere Ideen für handlungsorientierten SU zum Thema Teich</li> <li>• Vielperspektivität im SU anhand des Themenblocks I</li> <li>• Lerner*innenvoraussetzungen zum Thema Wasser</li> </ul>

KE7 (II)	Einführung  Teil 1: Sinne des Menschen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: Einführung in den Themenblock II; Vorstellung des Themas; kurze Wiederholung Typen von Unterrichtsexperimenten (5 min)</li> <li>• Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (2 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Experimentieren an 2 Stationen mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben (70 min)</li> <li>• Nachbesprechung der Erkenntnisse der Erarbeitungsphase und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (23 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Experimentieren an Stationen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Station 1: Geschmacks- und Geruchssinn des Menschen</li> <li>• Station 2: Farbsehen beim Menschen; (inkl. Rot-Grün-Sehschwäche); Lichtbrechung und -beugung; Aufspaltung von Licht unterschiedlicher Lichtquellen in seine Spektralfarben (mithilfe eines gebastelten CD-Spektrometers)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Typen von Unterrichtsexperimenten (Meyer, 2011)</li> <li>• Lerner*innenvoraussetzungen zum Thema Sinne</li> <li>• Potenzial des Themas Sinne im SU</li> <li>• Exkurs: weitere Ideen für handlungsorientierten SU zum Thema Sinne; Perspektivenbezüge</li> </ul>
KE8 (II)	Teil 2: Energie und Kraft – Gelenke und Hebel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Tage vor Einheit: Info via Moodle: Rechercheaufgabe → Unterrichtsmaterial zum Thema Gelenke und Hebel für den SU suchen und zusammenstellen</li> <li>• Einstieg: Rückbezug auf KE7: Richtlinienbezüge der Themen Sinne und Energie (5–7 min)</li> <li>• Besprechung des Recherche-Auftrags (10 min); * zusammengestelltes Unterrichtsmaterial wird in den Moodle-Kurs hochgeladen</li> <li>• Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase und Austeilen eines Beispiel-Reflexionsbogens für den SU, der ausgefüllt werden soll (3 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Experimentieren/Arbeiten mit Modellen an 2 Stationen mit jeweils mehreren, kleinen Teilaufgaben (65 min)</li> <li>• Nachbesprechung der Erkenntnisse der Arbeitsphase und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (15 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche in Einzelarbeit</li> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Experimentieren an Stationen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen der Energie</li> <li>• Station 1: Gelenk-Typen beim Menschen und in der Technik (u.a. Kugel- und Scharniergelenk); Beispiele für Alltagsgegenstände, die ein Gelenk besitzen</li> <li>• Station 2: einseitige und zweiseitige Hebel; Hebelgesetz; Beispiele für einseitige und zweiseitige Hebel im Alltag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtlinienbezüge (hier: Lehrplan SU NRW (MSW NRW, 2008))</li> <li>• Einsatz von Reflexionsbögen im SU</li> <li>• Herstellen und Einsatz von Modellen im SU</li> <li>• Möglichkeiten der Einbettung der durchgeführten Stationen in SU-Reihen</li> <li>• Schüler*innenfragen und Präkonzepte (zum Thema Hebel)</li> </ul>
KE9 (II)	Teil 3: Energie – Verdauung des Menschen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: theoretischer Input mit Bezug zu KE8 (s. Punkt 1 in Spalte Fachdidaktik); Vorstellung des Themas und Besprechung wichtiger Fachbegriffe für KE9 (10 min)</li> <li>• Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (3 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Experimentieren/Arbeiten mit Modellen an 4 Stationen: Es wird dabei die Reise des Frühstücks durch den Körper nachvollzogen (67 min)</li> <li>• Nachbesprechung der Erkenntnisse der Arbeitsphase und theoretischer Input (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (20 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Experimentieren an Stationen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen der Energie (Schwerpunkt: Chemische Energie)</li> <li>• Kohlenhydrate, Proteine und Lipide als Hauptbestandteile der Nahrung</li> <li>• Verdauungsapparat des Menschen (Organe, ihre Morphologie und Funktionen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Station 1: Mund (u.a. Enzyme)</li> <li>○ Station 2: Speiseröhre (Transportvorgang der Nahrung)</li> <li>○ Station 3: Magen (Enzyme, Säure, Denaturierung)</li> <li>○ Station 4: Dünn- und Dickdarm (Oberflächenvergrößerung, Enzyme)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit Präkonzepten der Schüler*innen; <i>Conceptual change</i></li> <li>• Einsatz von Modellen im SU</li> <li>• Kriteriengerechtes Vergleichen bei Experimenten (inkl. Variablenkontrolle)</li> <li>• Exkurs: weitere Ideen für handlungsorientierten SU zum Thema Nahrung/Verdauung</li> <li>• Vielperspektivität des Themas Ernährung</li> </ul>

<p>KE10 (II)</p>	<p>Teil 4: Energie – Herz-Kreislauf- und Atmungssystem des Menschen: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstieg: kurze Wiederholung KE9; theoretischer Input (s. Spalte Fachdidaktik) (10 min)</li> <li>• Gelenkphase: Besprechung des Ablaufs der folgenden Arbeitsphase (5 min)</li> <li>• Arbeitsphase: Planung eines Experiments für den SU zum Thema A oder B (s. Spalte Fachwissenschaft)             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Phase 1: Gespräche in Kleingruppen: Leitfrage: „Welches Wissen über das Potenzial des Inhaltes/Bildungsziele und Schüler*innenvorstellungen bezüglich der Themen A und B habe ich?“ (15 min)</li> <li>○ Phase 2: Gespräche in Kleingruppen (ohne z.B. im Internet zu recherchieren): Leitfragen: „Was für ein Fachwissen habe ich zu Thema A oder B? Was weiß ich über fachspezifische Vermittlungsstrategien für den SU zum Thema A oder B?“ (20 min)</li> <li>○ Phase 3: Planung eines Experiments zum Thema A oder B inkl. Erstellen eines Arbeitsblattes und Posters mit didaktisch-methodischen Informationen (s. Spalte Fachdidaktik) (50 min)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> <li>• Gespräche und Planungen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppe A: Herz und Blutkreislauf des Menschen (Aufbau und Funktionen)</li> <li>• Gruppe B: Eigenschaften der Luft; Lunge und Atmungssystem des Menschen (Aufbau und Funktionen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Professionswissen von Lehrkräften (mit den Schwerpunkten Fachwissen und fachdidaktisches Wissen)</li> <li>• der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg im SU; Schritte bzw. Phasen eines Experiments: Planung, Durchführung und Auswertung</li> <li>• Planung eines Experiments für den SU: didaktische Gegenstandsanalyse (Formulierung von Lernzielen, Sachanalyse); Voraussetzungen von Lernenden, Lehrenden und Umfeld (u.a. räumliche Gegebenheiten); Unterrichtsorganisation (u.a. Methode und Sozialform)</li> </ul>
<p>KE11 (II)</p>	<p>Teil 4: Energie – Herz-Kreislauf- und Atmungssystem des Menschen: Als angehende Lehrkraft ein Experiment für den SU planen, durchführen und auswerten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung Phase 3: Fertigstellung der in KE10 begonnenen Planungen und Aufbau aller benötigten Experimentiermaterialien auf Tisch (60 min)</li> <li>• Phase 4: Durchführung Experiment einer anderen Kleingruppe (A tauscht mit B und umgekehrt; ein Zettel mit kurzen Hinweisen zum Vorgehen und Feedbackgeben wird durch Hilfskraft vor Beginn ausgeteilt) (20 min)</li> <li>• Phase 5: schriftliche Rückmeldung/Feedback zum Experiment der anderen Gruppe (10 min)</li> <li>• Phase 6: Lesen des Feedbacks durch die Teams, Austausch bei Rückfragen zum Feedback (10 min)</li> <li>• * Dozierende*r gibt Feedback zu allen Planungsprodukten; dieses wird anonymisiert im <i>Moodle</i>-Kurs hochgeladen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planungen in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> <li>• Experimentieren + Feedbackgeben in Partner*innen-/Kleingruppenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppe A: Herz und Blutkreislauf des Menschen (Aufbau und Funktionen)</li> <li>• Gruppe B: Eigenschaften der Luft; Lunge und Atmungssystem des Menschen (Aufbau und Funktionen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenzen zur Planung eines Experiments für den SU/Was gilt es bei der Planung zu beachten? (s. KE10)</li> <li>• der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg im SU; Schritte bzw. Phasen eines Experiments: Planung, Durchführung und Auswertung</li> </ul>

KE12 (I, II)	Abschluss: Nachbesprechung und Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachbesprechung und Reflexion der Erkenntnisse aus Teil 4 in KE10 und 11 (s. Spalten Fachwissenschaft und Fachdidaktik) (25 min)</li> <li>• Reflexion und Zusammenfassung: Rückblick auf die letzten elf Einheiten (Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte) (35 min)</li> <li>• Standardisierte Lehrveranstaltungsbewertung durch Studierende (Paper and Pencil) (10 min)</li> <li>• Besprechung des weiteren Vorgehens (10–30 min)             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Teilnahme an Online-Tests</li> <li>○ Ausstellung der Teilnahmezertifikate für freiwillige Teilnehmer*innen</li> <li>○ detaillierte Besprechung zur summativen Prüfungsleistung bei Pflichtteilnahme (freiwillige Teilnehmer*innen werden vorher verabschiedet)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Gespräch im Plenum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herz und Blutkreislauf des Menschen (Aufbau und Funktionen)</li> <li>• Eigenschaften der Luft</li> <li>• Lunge und Atmungssystem des Menschen (Aufbau und Funktionen)</li> <li>• Zentrale fachwissenschaftliche Inhalte aus allen Kurseinheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentieren und Einsatz von Modellen im SU</li> <li>• Vielperspektivität des Themas Gesundheit</li> <li>• Professionswissen von Lehrkräften (mit den Schwerpunkten Fachwissen und fachdidaktisches Wissen)</li> <li>• Naturwissenschaftliche Grundbildung/<i>Scientific Literacy</i></li> <li>• Alle im Kurs angewandten fachspezifischen Arbeitsweisen/Methoden (Schwerpunkt Experimentieren)</li> </ul>
--------------	--	--	---	---	--

*Anmerkungen und Abkürzungen:* KE = Kurseinheit; SU = Sachunterricht; Markierung mit Sternchen (\*) = Zeitraum nach der betreffenden Kurseinheit bis zur nächsten Sitzung.

Die Liste der je Einheit verwendeten Medien – inkl. Experimentiermaterialien – kann bei Interesse angefragt werden.



### Anhang 3: Beispiel eines Stations-Arbeitsblattes – Kurseinheit 5

<p><b><u>Kurseinheit 5</u></b></p> <p><b><u>Aufgabenblatt: Station 1)</u></b></p> <p><b><u>WAS IST DER LOTUSEFFEKT UND</u></b></p> <p><b><u>WIE FUNKTIONIERT ER?</u></b></p>
<p>Sie haben sicherlich schon einmal von dem Lotuseffekt gehört. Aber wie genau funktioniert er und wo kann man ihn noch finden, außer bei der exotischen Lotuspflanze oder beim Schilfrohr am Teich? Damit beschäftigen Sie sich an dieser Station.</p>
<p><b>Vermutung:</b> Wie, glauben Sie, muss eine <u>Oberfläche beschaffen sein</u>, damit sie den Lotuseffekt aufweist?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p><b><u>Aufgabe 1: Den Lotuseffekt kennenlernen und erleben</u></b></p> <p>Vor sich finden Sie Materialien, mithilfe derer Sie herausfinden sollen, worum es sich bei dem Lotuseffekt genau handelt (was kann man dann beobachten?) und bei welchen Pflanzen er auftritt.</p>
<p><b>Materialien, die zur Verfügung stehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reines Wasser</li><li>• Honig, der etwas mit Wasser gemischt wurde</li><li>• Flüssiger Klebstoff</li><li>• Plastikpipetten</li><li>• Kreidepulver</li><li>• Erde</li><li>• Pfeffer</li><li>• Verschiedene Blätter von Pflanzen (z.B. Kohlrabi, Kapuzinerkresse, Efeu, Kirschlorbeer)</li></ul>
<p><b>Unsere 2 Forschungsfragen sind:</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p><b>Planung &amp; Durchführung:</b> Wie gehen Sie vor, um die Forschungsfragen zu beantworten?</p>
<p><b>Tipps dafür:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fertigen Sie eine <i>Tabelle</i> an, in der die unterschiedlichen Variablen, die sich aus den zur Verfügung gestellten Materialien ergeben, eine Rolle spielen.</li><li>• Denken Sie daran, immer nur <i>eine Variable</i> zu variieren (z.B. immer den gleichen Winkel beim Halten der Pflanzenblätter einhalten; gleiche Menge an Flüssigkeiten verwenden, ...).</li><li>• Bitte die verschiedenen Pflanzenteile <i>so wenig wie möglich anfassen</i>, weil sonst die Oberflächen beschädigt werden können und der Effekt nicht mehr zu sehen ist!</li><li>• Zur Beobachtung: Achten Sie u.a. auf die Form der Wassertropfen und die Benetzbarkeit der Pflanzenoberflächen mit Flüssigkeiten!</li><li>• Bitte Papiertücher bereithalten, um die Flüssigkeiten nachher wieder wegzuwischen; auch Auffangwannen stehen Ihnen zur Verfügung.</li></ul>
<p><b>Auswertung:</b> Was können Sie aus den Ergebnissen im Hinblick auf Ihre Forschungsfragen schließen?</p>

Abbildung A3.1: Arbeitsblatt Lotuseffekt – Seite 1 (eigene Darstellung)

**Aufgabe 2: Den Lotuseffekt nachahmen**

Sie sollen nun versuchen, mithilfe der Erfahrungen aus Aufgabe 1 die folgende **Forschungsfrage** zu beantworten:

**„Wie kann man eine Oberfläche, die den Lotuseffekt aufweist, mithilfe einfacher Materialien selbst herstellen?“**

Für dieses Experiment stehen Ihnen folgende **Materialien** zur Verfügung:

- Flüssigkeiten und Plastikpipetten aus Aufgabe 1
- Objektträger aus Glas
- Glas-Objektträger mit einer Rußschicht (Glas wurde nah über brennende Kerze gehalten)
- Glas-Objektträger mit einer Wachsschicht (flüssiges Wachs aus brennender Kerze auf Objektträger geschüttet und abkühlen lassen)
- Wachsmalstifte
- Papierzettel

**Durchführung:** Wie gehen Sie vor?

.....  
.....  
.....

**Ergebnisse:** Ergänzen Sie die in Aufgabe 1 angefertigte Tabelle um weitere Zeilen, in die Sie die Beobachtungen dieser Aufgabe eintragen!

**Aufgabe 3: Den Lotuseffekt zerstören**

Versuchen Sie mithilfe folgender Methoden, den Lotuseffekt bei den ausgelegten Blättern zu zerstören (bitte nur kleine Pflanzenoberfläche verwenden! Nur reines Wasser nach Anwenden der „Zerstörungs“-Methode auftropfen):

- Starkes Reiben über die Oberfläche (mit einem Finger oder/und Wattestäbchen)
- Seife mithilfe eines Wattestäbchens auf Blattoberfläche auftragen
- Kälte (Pflanzen-Stück aus dem Gefrierschrank holen)

**Auswertung:**

1) Was schließen Sie aus den Beobachtungen?

2) Wie funktioniert der Lotuseffekt auf Mikroebene? (Eine Skizze kann hier auch sinnvoll sein; der Infotext liefert weiterführende Informationen)

3) Welche Vorteile haben wohl Pflanzen, deren Blätter den Lotuseffekt aufweisen?

4) Wie kann der Effekt im Alltag von Menschen verwendet werden? Nennen Sie zwei Beispiele!

Abbildung A3.2: Arbeitsblatt Lotuseffekt – Seite 2 (eigene Darstellung)

**Anhang 4: Beispiel einer Stations-Sachanalyse – Kurseinheit 6**

**Kurseinheit 6**  
**Textmaterial zu Station 1:**  
**DER WASSERLÄUFER UND DAS WASSER**

**Wichtige Stichworte:** Oberflächenspannung, Wasserstoffbrückenbindung, Tenside/Detergenzien

**Wassermoleküle sind Dipole:** Jedes Wassermolekül ( $H_2O$ ) wird von zwei Wasserstoffatomen (H), die mit einem Sauerstoffatom (O) durch je ein gemeinsames Elektronenpaar verbunden sind, gebildet. Da das Sauerstoffatom eine größere Elektronegativität (Fähigkeit eines Atoms, Bindungselektronen anzuziehen) besitzt als die Wasserstoffatome, werden die gemeinsamen Elektronen stärker vom Sauerstoff angezogen. Dadurch ist das Sauerstoffatom teilweise elektrisch negativ und die beiden Wasserstoffatome sind teilweise elektrisch positiv geladen. Moleküle, die wie das Wassermolekül einen negativen und einen positiven Ladungsschwerpunkt besitzen, nennt man **Dipole**. Das Wassermolekül ist somit **polar** (ähnlich wie ein Magnet). Diese Polarität des Wassermoleküls bewirkt, dass sich Wassermoleküle zu Aggregaten zusammenlagern (ungleichnamige Pole ziehen sich an). Es wirken elektrostatische Anziehungskräfte zwischen den positiven und negativen Teilladungen verschiedener Wassermoleküle. Diese "Wasserstoffbrücken" (s. Abb. 1) bewirken den Zusammenhalt der Wassermoleküle. Die Aggregatbildung ist temperaturabhängig. Nahe  $0^\circ C$  assoziieren etwa 65 Wassermoleküle, nahe  $100^\circ C$  nur etwa 12. Wasserstoffbrücken können ständig wieder gelöst und mit anderen verknüpft werden.

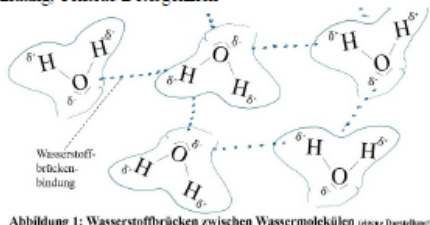


Abbildung 1: Wasserstoffbrücken zwischen Wassermolekülen (eigene Darstellung)

**Oberflächenspannung an Grenzflächen:** Betrachten Sie nun die rechtsstehende Abbildung. Innerhalb der Flüssigkeit (in Abb. 2 Teil A) hat ein Wassermolekül in alle Richtungen Nachbarmoleküle. Die Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen wirken gleichmäßig nach allen Seiten und heben sich daher in ihrer Wirkung gegenseitig auf. Das Molekül ist kräftefrei. An der Oberfläche des Wassers, also an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft (B) fehlen nach oben hin die Wassermoleküle und damit auch die entsprechenden Anziehungskräfte. Nach unten sind jedoch Wassermoleküle vorhanden, welche die an der Wasseroberfläche befindlichen Wassermoleküle anziehen. Deshalb wirkt auf ein Wasser-Oberflächenmolekül eine Kraft (F), die ins Innere der Flüssigkeit gerichtet ist (s. Pfeil nach unten). Bedingt durch diese Kraft nimmt eine Flüssigkeit diejenige Form an, bei der am wenigsten Moleküle an der Oberfläche liegen und die Oberfläche – bezogen auf das Volumen – am kleinsten ist (z.B. kugelige Gestalt bei Wassertropfen; die „potenzielle Energie“ ist so am kleinsten). Die Summe dieser Kräfte tritt als Oberflächenspannung in Erscheinung. Dadurch wirkt die Oberfläche zwischen Wasser und Luft wie eine angespannte, elastische Haut. Die Oberflächenspannung beruht auf Wasserstoffbrückenbindungen und ist Material- sowie temperaturabhängig. Je wärmer das Wasser, desto geringer die Oberflächenspannung (stärkere Molekularbewegung stört die Ausbildung von Wasserstoffbrücken). Die Wirkung der Oberflächenspannung kann man gut beim Wasserläufer beobachten. Die Beine des Tieres sind durch wasserabweisende Behaarung (und Luft zwischen den Härchen) nicht benetzbar, sein Gewicht wird durch den großen Abstand seiner Beine gut auf die Wasseroberfläche verteilt und so kann er sich, dank der Oberflächenspannung, auf dem Wasser fortbewegen. Die Wasseroberfläche darf möglichst nicht durchstoßen werden.

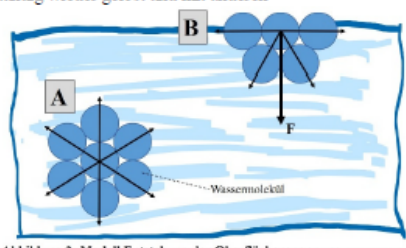


Abbildung 2: Modell Entstehung der Oberflächenspannung (eigene Darstellung)

Oberflächenspannungen sind äußerst empfindlich gegen Verunreinigungen in der Flüssigkeitsoberfläche. Bei Waschvorgängen ist Oberflächenspannung hinderlich. Durch die Verringerung der Oberflächenspannung des Wassers erleichtert Waschmittel bzw. Tenside das Eindringen der Waschlauge ins Gewebe und die Benetzung der Fasern (s. Abb. 3). Tensidmoleküle sind bifunktionelle Verbindungen, d.h. sie bestehen aus einem lipophilen (Fett liebenden) und einem hydrophilen (Wasser liebenden) Teil. Der lipophile Teil lagert sich an fettige Verunreinigungen und unpolare Fasern an und vermindert so die Schmutzhaftung am Gewebe. Da der hydrophile Anteil der Tenside in die Wasserphase ragt, befinden sich außen an den Schmutzpartikeln hydrophile Tensidanteile, die sich gegenseitig abstoßen. Dadurch wird das Zusammenfließen fettiger Verunreinigungen zurückgedrängt und der Schmutz in kleinere Partikel zerlegt.

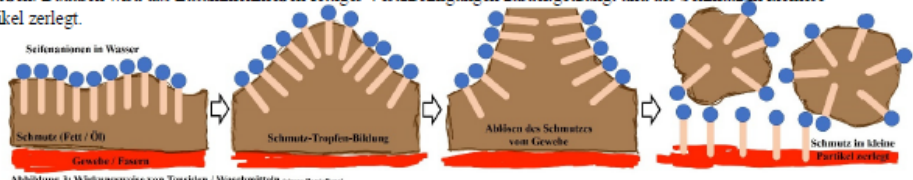


Abbildung 3: Wirkungsweise von Tensiden / Waschmitteln (eigene Darstellung)

Abbildung A4.1: Sachanalyse/Informationstext zum fachwissenschaftlichen Hintergrund der Station „Der Wasserläufer und das Wasser“ – Seite 1 (eigene Darstellung)

**Literaturangaben:**

Bannwarth, Horst; Kremer, Bruno P.; Schulz, Andreas (2013): Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie. Vom Atom bis zur Atmung - für Biologen, Mediziner und Pharmazeuten (3., erw. und aktual. Aufl.). Berlin / Heidelberg: Springer Spektrum.

Bergstedt, Christel (2001): Naturwissenschaften Biologie - Chemie - Physik: Wasser (1. Aufl.). Berlin: Volk-und-Wissen-Verl.

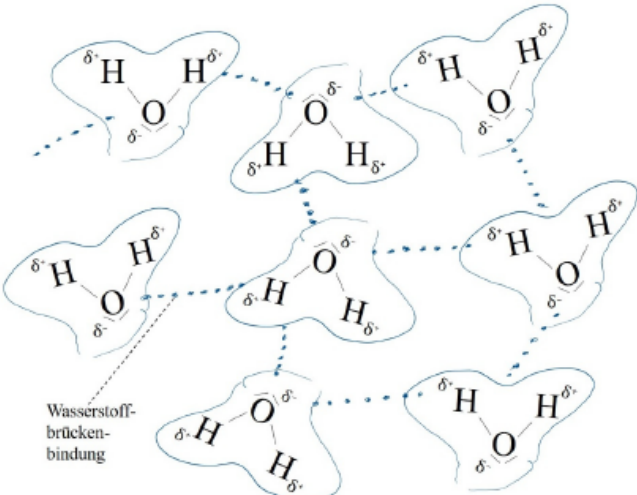
Fischedick, Arno; Grubert, Lutz; Hartmann, Annett; Hennig, Horst; Kaiser, Bernd; Kauschka, Günter et al. (2004): Duden Abiturwissen Chemie. Alle wichtigen Prüfungsinhalte für Grund-und Leistungskurs - kompakt und übersichtlich. Berlin: PAETEC.

Ganz, Günther; Pietrzyk, Uwe; Schneider, Karin; Willmer-Klump, Charlotte (2007): Naturwissenschaften kompakt Gymnasium Sek. I (1. Aufl.). Stuttgart: Ernst Klett.

Kurzweil, Peter (2015): Chemie. Grundlagen, Aufbauwissen, Anwendungen und Experimente (10., überarb. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.

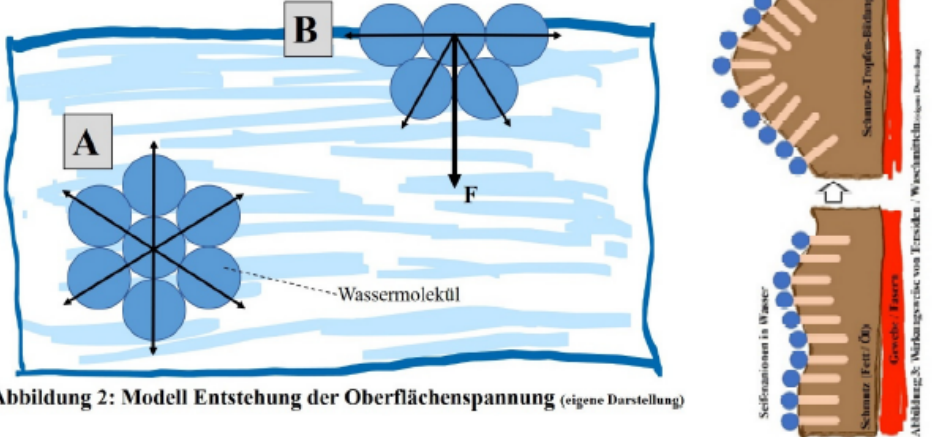
Trautwein, Alfred; Kreibitz, Uwe; Hüttermann, Jürgen (2008): Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten (7., neu bearb. Aufl.). Berlin: de Gruyter.

**Abbildungen vergrößert:**



Wasserstoffbrückenbindung

**Abbildung 1: Wasserstoffbrücken zwischen Wassermolekülen (eigene Darstellung)**



**Abbildung 2: Modell Entstehung der Oberflächenspannung (eigene Darstellung)**

Seifenmoleküle in Wasser  
Schwanz / Fett / Öl  
Köpfe / Zucker / Aminosäuren

Abbildung 2: Wirkungsweise von Tensiden / Waschmitteln in wässriger Lösung

Abbildung A4.2: Sachanalyse/Informationstext zum fachwissenschaftlichen Hintergrund der Station „Der Wasserläufer und das Wasser“ – Seite 2 (eigene Darstellung)

**Anhang 5: Bewertungsbogen für die summative Prüfungsleistung**

Tabelle A5: Bewertungsbogen der summativen Prüfungsleistung

Kriterium	erzielte Punkte	Kommentar
1. <b>Deckblatt:</b> vorhanden und alle geforderten Informationen gegeben (Titel Übung, „Entwurf eines...“, Titel des Experiments, Name(n), Matrikelnummer(n), Studiengang, Semester, Datum der Abgabe) (8 Items x 0,25 P)	/2	
2. <b>Form:</b> Schriftgröße, Schriftart, Ränder, Zeilenabstand, Seitenzahlen (1. Seite nicht nummeriert; wenn nicht, -0,05 P), Umfang (max. 2 Seiten Arbeitsblätter, max. 2 Seiten Begründungen), Gliederung in Kapitel und Absätze (7 Items x 0,25 P)	/1,75	
3. <b>Zitate:</b> ausreichende Einbindung von Quellen, korrekte Nennung der Quellen im Text durch „(Autor*in Erscheinungsdatum)“, indirekte Zitierweise (Harvard-Methode) (3 Items x 1 P)	/3	
4. <b>Literaturverzeichnis:</b> alphabetisch (Autor*innen), Einheitlichkeit, Nennung didaktisch-methodischer (und ggfs. fachwissenschaftlicher) Literatur, Aufführen von Richtlinien, Benutzung zitierwürdiger Quellen (5 Items x 0,5 P)	/2,5	
5. <b>Teil: Arbeitsblatt:</b> Zuordnung zu einem der Kursblöcke gegeben, Handlungsorientierung gegeben (0,5 P + 1 P = 1,5 P) Übersichtlichkeit (auch: nicht zu textlastig, Platz für Notizen/Zeichnungen etc.) und klare Struktur, klare Anweisungen, ansprechende Gestaltung, Abb./Tabellen etc. (6 P), Fachwissenschaftliche Inhalte korrekt, Methodik, Vorgehen logisch und passend (3 P), naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg ersichtlich (2 P)	/12,5	
6. <b>Rahmenbedingungen und Infos zum Experiment (Passung zum Arbeitsblatt gegeben?):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberthema genannt (0,5 P)</li> <li>• Thema/Titel der Reihe (1 P)</li> <li>• Titel des Experiments (1 P)</li> <li>• Perspektiven des SU (1 P)</li> <li>• Zeitaspekt (0,5 P)</li> <li>• Klassenstufe (0,5 P)</li> <li>• Materialliste (1 P)</li> <li>• Vorbereitung Material (0,5 P)</li> <li>• Räumliche Gegebenheiten (0,5 P)</li> <li>• Sozialform (0,5 P)</li> </ul>	/7	
7. <b>Feinlernziele:</b> Operatoren wurden verwendet, Dimensionen wurden angegeben (2 Items x 0,5 P) Feinlernziele passend zum Experiment und konkret genug (Inhalts- und Verhaltenskomponente) (je FLZ 1 P, max. 3 P)	/4	
8. <b>Didaktisch-methodische Überlegungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezug Bildungspläne, Ziele Sachunterricht (2 P)</li> <li>• Legitimation des Experiments (auch: Gegenwarts-/Zukunftsbezug) (2 P)</li> <li>• Einbettung in Reihe mit Begründung (2 P)</li> <li>• Begründung Sozialform (2 P)</li> <li>• Begründung Methode und Vorgehen; welche Kompetenzen gefördert? (2 P + 3 P + 2 P = 7 P)</li> <li>• Welche Schwierigkeiten/Probleme? Umgang damit? (3 P)</li> </ul>	/18	
9. <b>Anhang:</b> Bilder der Experiment-Durchführung und alle Schritte vorhanden (0–3 P); korrekte Beschriftung der Abbildung (= Abbildungsunterschrift; 1 P)	/4	
10. <b>Sonstiges:</b> wissenschaftliche Sprache, Rechtschreibung und Grammatik, Interpunktion (3 Items x 1 P)	/3	
11. <b>Sonstiges:</b> Extrapunkte, z.B. wegen Zusatzmaterial wie Infotext, Musterlösung etc. im Anhang; Kreativität (wird nicht in Gesamtpunktzahl aufgenommen)	/2	
12. <b>Gesamtpunktzahl</b>	157,75	

## Anhang 6: Übersicht offener und damit kombinierter geschlossener Fragen im *Pre-* und *Posttest*

*Tabelle A6:* Übersicht über eingesetzte offene und damit kombinierte geschlossene Fragen im *Pre-* sowie *Posttest*

<i>Konstrukt</i>	<i>Zeitpunkt</i>	<i>Fragentyp</i>	<i>Formulierung Fragestellung</i>
Erwartungen	Pre	offen	Welche Erwartungen verknüpfen Sie mit der Teilnahme am „Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht?“
Wünsche	Pre	offen	Können Sie hier kurz Ihre diesbezüglichen Wünsche spezifisch benennen?
Lernziele	Pre	offen	Bitte formulieren Sie ein ganz persönliches Lernziel für das Tutorium!
spontane Assoziationen	Post	offen	Wenn Sie sich heute an das gesamte Tutorium zurückerinnern, was (Inhalte, Erfahrungen etc.) kommt Ihnen spontan in den Sinn?
Nicht-Erfüllung Erwartungen, Wünsche, Lernziele	Post	offen	* Welche Ihrer Lernziele, Erwartungen und Wünsche an das Seminar wurden nicht erfüllt?
Änderungsvorschläge/-empfehlungen	Post	offen	* Was würden Sie am Tutorium ändern, wenn Sie es selbst durchführen müssten?
Weiterempfehlung Kurs I	Post	geschlossen (Dreifachauswahl)	Würden Sie das Tutorium anderen Grundschullehrants-/Sachunterrichtsstudierenden weiterempfehlen?
Weiterempfehlung Kurs II	Post	geschlossen (Vierfachauswahl)	Würden Sie einen weiteren Kurs, der fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte der Naturwissenschaften und der Technik vertieft, freiwillig besuchen?
Weiterempfehlungsgründe	Post	offen	Aus welchen Gründen würden Sie das Tutorium anderen Grundschullehrants-/Sachunterrichtsstudierenden weiterempfehlen?
beliebteste Kurseinheiten/Lieblingskurseinheiten	Post	geschlossen (dichotom)	Welche 2 Kurseinheiten haben Ihnen am besten gefallen?
Gründe für Auswahl der Lieblingskurseinheiten	Post	offen	* Warum haben Ihnen diese Kurseinheiten am besten gefallen?
unbeliebteste Kurseinheiten	Post	geschlossen (dichotom)	Welche 2 Kurseinheiten haben Ihnen am wenigsten gefallen?
Gründe für Auswahl der unbeliebtesten Kurseinheiten	Post	offen	Warum haben Ihnen diese Kurseinheiten am wenigsten gefallen?
weitere Anmerkungen	Post	offen	* Falls Sie mir noch etwas zum Tutorium mitteilen wollen (Anregungen, Anmerkungen), können Sie dies hier tun:

*Anmerkung:* Bei den mit einem Sternchen (\*) versehenen offenen Fragen wurden im Zuge der qualitativen Inhaltsanalyse die Antworten aller 168 Teilnehmenden ausgewertet; bei den anderen offenen Fragen wurde aus ökonomischen Erwägungen nur die Hälfte aller Antworten – nach einer Kombination aus Quoten- und Zufallsauswahl (s. Kap. 5.2) – analysiert.

## Anhang 7: Übersicht der geschlossenen Konstrukte im *Pretest*

*Tabelle A7:* Konstrukte des quantitativen Erhebungsteils (*Pretest*; Angaben zur persönlichen Relevanz gewisser Kursinhalte), Anzahl und Kürzel der dazugehörigen Items, je ein Beispielitem und Angaben zur internen Konsistenz

<i>Konstrukt</i>	<i>Anzahl Items</i>	<i>Kürzel Items</i>	<i>Beispielitem</i>	<i>Reliabilität (Cronbachs <math>\alpha</math>)</i>
Relevanz fachwissenschaftlicher Inhalte	1	TU21_01	fachwissenschaftliche Inhalte	-
Relevanz fachdidaktischer Inhalte	1	TU21_02	fachdidaktische Inhalte	-
Relevanz pädagogischer Inhalte	1	TU21_03	pädagogische Inhalte	-
Relevanz biologische Perspektive	1	TU22_01	biologische Perspektive	-
Relevanz chemische Perspektive	1	TU22_02	chemische Perspektive	-
Relevanz physikalische Perspektive	1	TU22_03	physikalische Perspektive	-
Relevanz technische Perspektive	1	TU22_04	technische Perspektive	-
Relevanz Handlungsorientierung	2	TU23_01, TU23_06	eigenständiges Ausprobieren von Sachunterrichtsexperimenten	.609
Relevanz Praxisnähe/Grundschulbezug	2	TU23_02, TU23_10	die Anwendbarkeit der Inhalte in der Grundschule	.728
Relevanz Fachwissenschaft – Experimente	2	TU23_03, TU23_07	den fachwissenschaftlichen Hintergrund der Experimente verstehen lernen	.771
Relevanz Fachdidaktik – Experimente	2	TU23_04, TU23_08	fachdidaktische Informationen zu Sachunterrichtsexperimenten erhalten	.716
Relevanz Perspektivenvernetzung	2	TU23_05, TU23_09	die Vernetzung der verschiedenen Perspektiven des Sachunterrichts	.729

*Anmerkungen:* Fragestellung der TU21-Items: „Wie wichtig sind Ihnen fachwissenschaftliche, fachdidaktische und pädagogische Inhalte im ‚Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht‘?“; Fragestellung der TU22-Items: „Wie wichtig ist Ihnen das Behandeln der biologischen, chemischen, physikalischen und technischen Perspektiven des Sachunterrichts im ‚Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht‘?“; Fragestellung der TU23-Items: „Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Aspekte im ‚Interdisziplinären, experimentellen Tutorium Sachunterricht‘?“

## Anhang 8: Explorative Faktorenanalysen

In SPSS 27 wurden zur Überprüfung der Konstruktvaliditäten der in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Konstrukte zwei explorative Faktorenanalysen (vgl. Bühner, 2021, S. 378ff.) durchgeführt, nachdem die Variablen mithilfe des Kaiser-Meyer-Olkin-Prüfverfahrens auf ihre Eignung für die Faktorenanalyse untersucht worden waren. Die Analyse kann mit KMO-Werten von .717 („mittelprächtigt“; Janssen & Laatz, 2017, S. 604) für die Daten in Tab. A8.1 und .895 („recht gut“; Janssen & Laatz, 2017, S. 604) der Daten aus Tab. A8.2 fortgesetzt werden (vgl. Bühner, 2021, S. 420f.).

Es wurde jeweils eine Hauptachsen-Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt und unter Berücksichtigung der theoretischen Vorannahmen (vgl. Bühner, 2021, S. 409) sowie der Anteile der Gesamtvarianzen (vgl. Janssen & Laatz, 2017, S. 586) die Anzahl an Faktoren bestimmt. Für die Variablen aus Tab. A8.1 wurde sich für eine Fünf-Faktor-Lösung entschieden, die 61.59 Prozent der kumulierten Varianz aufklärt; für die Variablen der Tab. A8.2 wurde eine Vier-Faktor-Lösung gewählt, welche 61.31 Prozent der Varianz erklärt.

Im Anschluss erfolgte die Zuordnung der Variablen zu dem Faktor, auf dem sie am höchsten laden. Dabei sollten Faktorenladungen von  $\lambda < .50$  bestenfalls nicht berücksichtigt werden (vgl. Backhaus et al., 2018, S. 399). Die Variable TU23\_08 lädt mit .559 stärker auf Faktor 5, wurde aber aufgrund inhaltlicher Überlegungen und der Tatsache, dass der Ladungswert von .470 auf Faktor 4 nahe .50 liegt, einem anderen Konstrukt zugeordnet. In Tab. A8.1 und A8.2 sind die Ergebnisse der Zuordnungen dargestellt.

*Tabelle A8.1:* Zuordnung der Items/Variablen zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, die zur Zuordnung der Items zu den Faktoren und Konstrukten geführt haben

Konstrukt	Item/Variable	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Relevanz Handlungsorientierung	TU23_01	.716	-.018	.087	.035	-.038
	TU23_06	.633*	-.022	.077	-.012	.529*
Relevanz Praxisnähe/Grundschulbezug	TU23_02	.012	.878	.038	.112	.056
	TU23_10	-.041	.646	-.074	.062	.143
Relevanz Fachwissenschaft – Experimente	TU23_03	.041	-.031	.724	.350	.203
	TU23_07	.146	-.038	.789	-.010	.264
Relevanz Fachdidaktik – Experimente	TU23_04	.045	.189	.170	.576	.374
	TU23_08	.000	.189	.230	.470*	.559*
Relevanz Perspektivenvernetzung	TU23_05	.021	.051	.230	.175	.632
	TU23_09	.113	.222	.217	.200	.715

*Anmerkung:* Markierung mit Sternchen (\*): Querladung; stärkere Ladung auf Faktor 5, allerdings aus inhaltlichen Überlegungen einem anderen Konstrukt zugeordnet.



*Tabelle A8.2:* Zuordnung der Items/Variablen zu den Faktoren (Rotierte Faktorenmatrix). Hellgrau hinterlegt sind jene Ladungen, die zur Zuordnung der Items zu den Faktoren und Konstrukten geführt haben.

<i>Konstrukt</i>	<i>Item/Variable</i>	<i>Faktor 1</i>	<i>Faktor 2</i>	<i>Faktor 3</i>	<i>Faktor 4</i>
Situationales Interesse: Emotionale Komponente	NT12_01	.578	.241	.237	.086
	NT12_10	.757	.227	.185	.233
	NT12_16	.713	.306	.262	.201
	NT12_19	.549	.326	.346	.415
Situationales Interesse: Epistemische Komponente	NT12_02	.287	.663	.176	.183
	NT12_07	.259	.526	.218	.265
	NT12_11	.214	.673	.141	.168
	NT12_22	.119	.727	.114	.253
Situationales Interesse: Wertbezogene Komponente	NT12_06	.283	.141	.692	.263
	NT12_15	.326	.229	.734	.157
	NT12_20*	.290	.471	.179	.229
	NT12_26	.178	.228	.723	.341
Förderung Verständnis von Interdisziplinarität der Naturwissenschaften und Technik	NT12_09	.152	.250	.364	.602
	NT12_17	.154	.156	.229	.736
	NT12_21	.142	.287	.162	.678
	NT12_24	.245	.277	.143	.751

*Anmerkung:* Markierung mit Sternchen (\*): Item nach explorativer Faktorenanalyse und Reliabilitätsprüfung entfernt.

### Anhang 9: Ausgewählte Beispiele für Kategoriensysteme der qualitativen Inhaltsanalyse

Nachfolgend sind beispielhaft für die Auswertung der Studierendenantworten auf drei offene Fragen die induktiv am Material gebildeten Kategoriensysteme (vgl. auch Kap. 5.2 im Artikel) dargestellt.

*Tabelle A9.1:* Kategoriensystem zu der Frage „Bitte formulieren Sie ein ganz persönliches Lernziel für das Tutorium!“. Je Ober- und Unterkategorien sind die Definition, Ankerbeispiele mit Fallnummer sowie absolute und relative Häufigkeiten dargestellt.

<i>Kategorie</i>	<i>Definition</i>	<i>Ankerbeispiele mit Fallnummer</i>	<i>Absolute Häufigkeit</i>	<i>Relative Häufigkeit (%)</i>
<b>1. Professionelle Kompetenz</b>	Alle Lernziele/Aussagen, die die professionelle Kompetenz der angehenden Lehrkräfte betreffen.	„Lehrkompetenzen erlangen“, S156	152* (6)	81.28* (3.21)
1.1 Professionelle Kompetenz – Fokus Vielperspektivität	Lernziele bezüglich professioneller Kompetenz mit Bezügen zur Vielperspektivität des Sachunterrichts/Vernetzung der Bezugsfächer.	„Erweiterung der multiperspektivischen Sicht des Sachunterrichts“, S36; „Biologie, Chemie, Physik und Technik“, S35	9	4.81
1.2 Professionelle Kompetenz – Fokus Naturwissenschaften	Lernziele bezüglich professioneller Kompetenz mit Betonung der naturwissenschaftlichen Perspektive.	„besonders die naturwissenschaftliche Seite“, S11	6	3.21
1.3 Professionelle Kompetenz – Fokus Bilingualer Sachunterricht	Lernziele bezüglich professioneller Kompetenz mit Betonung von Bezügen zum bilingualen Sachunterricht.	„Grundbildung für den bilingualen Sachunterricht“, S71	2	1.07
1.4 Fachdidaktische(s) Wissen/Kompetenzen	Alle Lernziele, die primär das fachdidaktische Wissen bzw. fachdidaktische Kompetenzen betreffen.	„und außerdem nötiges Hintergrundwissen dazu aneignen“, S72	97* (1)	51.87* (0.53)
1.4.1 SU: Wissen/Kompetenz Gestaltung Unterricht/Lernprozesse	Als Lernziel wird der Erwerb von Wissen/Kompetenzen zur Gestaltung/Durchführung von Sachunterricht/sachunterrichtlichen Lernprozessen/Lehrmethoden des Faches (exklusive der fachspezifischen Arbeitsweise Experimentieren!) angegeben.	„viele verschiedene Unterrichtsideen kennenlernen und umsetzen können“, S14	21	11.23
1.4.2 Exp-SU: Wissen/Kompetenz Gestaltung Lernprozess	Als Lernziel wird der Erwerb von Wissen/Kompetenzen zur Gestaltung/Durchführung von Experimenten im Sachunterricht/experimentellen Lernprozessen/der fachspezifischen Arbeitsweise Experimentieren angegeben.	„wie man am besten im SU mit den Kindern zusammen Experimente durchführt“, S137	41* (23)	21.93* (12.30)
1.4.2.1 Kennenlernen/Ideen Experimente	Als Lernziel wird das Kennenlernen von Experimenten/Erhalten von Ideen für Experimente angegeben.	„Ich hoffe, dass ich Experimente kennenlernen“, S46	18	9.63
1.4.3 Wissen über (Umgang mit) Herausforderungen	Das Lernziel ist, Wissen über (Umgang mit) Herausforderungen wie (Lern-) Schwierigkeiten/unterrichtlichen Problemen/Umsetzungsschwierigkeiten (z.B. von Experimenten) zu erlangen.	„auch mit großen Klassen experimentieren“, S3; „und vielleicht auch dadurch die Probleme zu sehen“, S97	4	2.14

1.4.4 Planungskompetenz	Als Lernziel wird das Erlernen/die Erweiterung/Steigerung der Planungskompetenz (Sachunterricht planen/experimentelle Sachunterrichtsstunden/-sequenzen) genannt.	„Unterrichtseinheiten für den Sachunterricht kompetent planen lernen“, S121; „Nach dem Tutorium soll es mir leichter fallen, eine Unterrichtsstunde/-reihe mit experimentellem Inhalt zu planen“, S88	13	6.95
1.4.5 Erklärungswissen	Als Lernziel wird die Aneignung/Erweiterung von Erklärungswissen angegeben.	„Ich möchte lernen, wie ich im Unterricht [...] und sie erkläre.“, S65	2	1.07
1.4.6 Wissen über SuS-Motivierung	Aussagen, die darauf hindeuten, dass die Studierenden Wissen über die Motivierung von Schüler*innen im Unterricht gewinnen möchten.	„weitere Möglichkeiten finden, Kinder für verschiedene Themen zu begeistern.“, S148	9	4.81
1.4.7 Wissen über das Fach Sachunterricht (Bildungsziele etc.)	Als Lernziel wird angestrebt, Wissen über das Fach Sachunterricht (Bildungsziele, Inhalte, etc.) zu erlangen.	„groben Einblick in das Fach Sachunterricht“, S141	4	2.14
1.4.8 Wissen Umgang mit curricularen Vorgaben/Richtlinien/Empfehlungen	Das Lernziel ist, Wissen über curriculare Vorgaben/Richtlinien/Empfehlungen (z.B. Lehrplan Sachunterricht) zu erlangen/den Umgang damit zu erlernen bzw. diese Vorgaben/Empfehlungen zu berücksichtigen.	„Umgang mit dem Lehrplan“, S2	2	1.07
1.5 Fachwissen	Lernziele, die den Erwerb/die Vertiefung von Fachwissen beinhalten bzw. die Formulierung darauf hindeuten.	„Ich hoffe darauf, dass ich mein Schulwissen über Biologie, Chemie, Physik auffrischen kann und gleichzeitig etwas Neues hinzulerne.“, S46	8	4.28
1.6 Experimentelle Kompetenz	Aussagen, die auf den Erwerb von/die Weiterentwicklung experimenteller Kompetenz angeben/andeuten.	„Ich möchte durch das Tutorium kompetenter mit Experimenten und Forschungsfragen umgehen können“, S15	10	5.35
1.7 affektive Lernziele	Aussagen, die auf affektive Lernziele hindeuten, z.B. Steigerung unterrichtsbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen, experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte etc.	„Ich möchte einen sichereren Umgang mit Experimenten lernen, sodass ich es mir zutraue, diese mit einer Grundschulklasse durchzuführen“, S3	14	7.49
<b>2. Praxisorientierung/Anwendbarkeit in Sachunterricht</b>	Alle Aussagen zu Lernzielen, die die Anwendbarkeit der Kursinhalte in der Berufspraxis/die Praxisorientierung betonen.	„die man später auch in der Grundschule anwenden kann“, S75	19	10.16
<b>3. Praxiserfahrungen</b>	Als Lernziel wird das Sammeln/Machen von Praxiserfahrungen/praktischen Erfahrungen genannt.	„praktisch viel zu lernen“, S43; „Praxiserfahrung sammeln“, S156	10	5.35
<b>4. kein Lernziel</b>	Es wird kein Lernziel genannt oder angegeben, dass keines besteht/genannt werden kann/möchte.	„-“, S42	6	3.21
<b>SUMME</b>			187	100.00

Anmerkungen: Mit einem Sternchen (\*) markiert = aus allen zugehörigen Unterkategorien aufsummierte Gesamthäufigkeiten; Häufigkeiten in runden Klammern = Häufigkeiten der Aussagen, die der dargestellten Kategorie – ohne Zuordnung zu einer Unterkategorie – direkt zugeordnet wurden; S = Fallnummer; SU = Sachunterricht; SuS = Schüler\*innen.

Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert.

*Tabelle A9.2:* Kategoriensystem zu der Frage „Wenn Sie sich heute an das gesamte Tutorium zurückerinnern, was (Inhalte, Erfahrungen, etc.) kommt Ihnen spontan in den Sinn?“. Je Ober- und Unterkategorien sind die Definition, Ankerbeispiele mit Fallnummer sowie absolute und relative Häufigkeiten dargestellt

<i>Kategorie</i>	<i>Definition</i>	<i>Ankerbeispiele mit Fallnummer</i>	<i>Absolute Häufigkeit</i>	<i>Relative Häufigkeit (%)</i>
<b>1. Inhalte Themenblock I</b>	Alle Aussagen, die Inhalte des Themenblocks 1 (Teich und seine Umgebung) beinhalten.	„Der Teich und seine Umgebung“, S167	77* (17)	27.70* (6.12)
1.1 Tiere	Bestimmte Tiere oder lebende Tiere im Allgemeinen werden genannt.	„Wasserläufer“, S53; „Stabheuschrecken“, S3	14	5.04
1.2 Bionik	Alle Aussagen und Inhalte, die dem Bereich Bionik zugeordnet werden können.	„Lotus-Effekt“, S182; „Hektor“, S53	13	4.68
1.3 Schwimmen und Sinken	Begrifflichkeiten/Aussagen, die primär das Themengebiet Schwimmen, Sinken, Steigen, Schweben (Archimedisches Prinzip) abdecken (inkl. Dichte von Stoffen).	„Sinken und Steigen“, S109; „Auftriebs-/Gewichtskraft“, S25	12	4.32
1.4 Oberflächenspannung des Wassers	Aussagen/Begrifflichkeiten, die primär die Oberflächenspannung von Wasser thematisieren.	„Oberflächenspannung“, S103	7	2.52
1.5 Wasser allgemein	Thema Wasser/Eigenschaften von Wasser wird ohne weitere Ausführungen genannt.	„Thema Wasser“, S46	4	1.44
1.6 Anomalie des Wassers	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Anomalie des Wassers thematisieren.	„Anomalie des Wassers“, S25	4	1.44
1.7 Aggregatzustände	Begriffe/Aussagen, die primär die Aggregatzustände von Stoffen thematisieren.	„Aggregatzustände“, S20; „Sublimieren“, S136	3	1.08
1.8 Kohäsion, Adhäsion, Kapillareffekt	Alle Aussagen, die Kohäsion, Adhäsion und den Kapillareffekt betreffen.	„Kohäsion und Adhäsion“, S35	2	0.72
1.9 Pflanzen	Das Wort „Pflanzen“ wird ohne nähere Erläuterungen genannt.	„Pflanzen“, S153	1	0.36
<b>2. Inhalte Themenblock II</b>	Alle Aussagen, die Inhalte des Themenblocks 2 (Mensch und seine Leistungsfähigkeit) beinhalten.	„der menschliche Körper“, S92	74* (19)	26.62* (6.83)
2.1 Menschliche Sinne und Licht	Aussagen/Begrifflichkeiten, die den Kontext Sinne des Menschen und Licht (-Spektren) thematisieren.	„Sinne“, S7; „Farbspektren“, S78	14	5.04
2.2 Herz-Blutkreislaufsystem	Begrifflichkeiten/Aussagen, die den Themenkontext menschlicher Blutkreislauf/Herz behandeln.	„systolischer und diastolischer Blutdruck“, S3; „Blutkreislauf“, S145	13	4.68

2.3 Atmungssystem, Lunge, Luft	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Atmung des Menschen/den Atmungsapparat thematisieren.	„die Lunge“, S25; „Atmungsapparat“, S167	11	3.96
2.4 Ernährung und Verdauung	Aussagen/Begrifflichkeiten, die mit der Ernährung/Nährstoffen/einem Nährstoffnachweis/der Verdauung/den Verdauungsorganen des Menschen zu tun haben.	„Reise des Frühstücks“, S20; „Lugol'sche Lösung, Peptidbindungen“, S78	9	3.24
2.5 Gelenke und Knochen	Aussagen/Begriffe, die das Thema Knochen und Gelenke abdecken.	„Gelenke“, S153	5	1.80
2.6 Organe	Die Begrifflichkeit „Organe“ wird ohne nähere/weitere Ausführungen genannt.	„seine Organe“, S189	2	0.72
2.7 Hebel	Das Thema „Hebel“ wird genannt.	„Hebel“, S103	1	0.36
<b>3. Experimentieren</b>	Alle Aussagen/Begrifflichkeiten, die den Schwerpunkt „Experimentieren“/„Experimente“ haben.	-	65*	23.38*
3.1 Experimente/Durchführung Experimente	Aussagen, die Experiment(e)/Experimentieren, das „Durchführen/Durchführung von Experimenten“ (inklusive Auswertung)/die zahlreichen Experimente/experimentelles Lernen thematisieren. Abgrenzung: Die Planung von Experimenten und handlungsorientiertes Arbeiten (ohne Nennung der/Bezug zur Arbeitsweise Experimentieren) werden separat betrachtet.	„Experimente“, S130; „Kennenlernen von Experimenten“, S75	48	17.27
3.2 Planung Experimente/experimentelle Unterrichtsstunde	Aussagen, die die Planung von Experimenten/einer experimentellen Unterrichtsstunde/das Erstellen von Arbeitsaufträgen für Experimente thematisieren.	„die Erstellung der Arbeitsblätter“, S78; „eigene Unterrichtsstunde mit Experiment planen“, S87	9	3.24
3.3 Umgang mit/Prävention von Gefahrenquellen	Der Umgang mit/die Prävention von Gefahrenquellen wird erwähnt.	„Gefahren von Experimenten erkennen“, S169	2	0.72
3.4 Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg	Die Begrifflichkeit „Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg“ wird ohne weitere Erläuterungen genannt.	„naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg“, S78	1	0.36
3.5 Anschaulichkeit	Die Experimente werden als anschaulich bezeichnet.	„anschauliche“, S85	1	0.36
3.6 Relation Aufwendigkeit–Motivation, Interesse	Aussagen dazu, dass Experimente nicht aufwendig sein müssen, um situationales Interesse zu wecken/zu motivieren.	„Experimente müssen gar nicht so aufwendig sein, um Spaß zu machen“, S154	1	0.36
3.7 Überprüfung Experimente vor Unterricht	Die Notwendigkeit, Experimente vor Einsatz im Unterricht auszuprobieren/zu überprüfen, wird genannt.	„die Notwendigkeit, Experimente etc. vorher selbst auszuprobieren“, S16	1	0.36
3.8 Höherer Zeitbedarf	Negativ: Es wird gesagt, dass für das Experimentieren und das Erschließen der Fachinhalte mehr Zeit benötigt wird.	„aber ich hätte beim Experimentieren mehr Zeit gebraucht, um die fachwissenschaftlichen Texte intensiver lesen zu können, um alle Zusammenhänge genau zu verstehen, kann ich aber ja auch jetzt in der Nachbereitung“, S117	1	0.36
3.9 Einbettung in Unterricht	Negativ: Zu wenig darüber gesprochen, wie Experimente in den Unterricht eingebettet werden können.	„wenig Verknüpfung der Experimente mit der didaktischen Vermittlung, wie Vorbereiten und Nachbesprechen“, S40	1	0.36

<b>4. Praktisches/handlungsorientiertes Arbeiten</b>	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Handlungsorientierung des Kurses/selbstständiges Arbeiten der Studierenden hervorheben (exklusive Experimentieren!).	„die praktischen Erfahrungen“, S131; „das handlungsorientierte Arbeiten zu verschiedenen Themen“, S162	14	5.04
<b>5. Interesse/Motivation</b>	Aussagen/Wörter, die darauf hindeuten, dass hohes situationales Interesse vorhanden war bzw. die (intrinsische) Motivation hoch war.	„hat besonders Spaß gemacht“, S42; „spannend“, S117	16	5.76
<b>6. Praxisnähe/Grundschulbezug</b>	Alle Aussagen/Begriffe, die auf eine Nähe der Kursinhalte zur Berufspraxis in der Grundschule verweisen.	„grundschulorientierte“, S114; „praxisnahe Inhalte“, S163	12	4.32
<b>7. Professionswissen</b>	Alle Aussagen, die Fachwissen und fachdidaktisches Wissen betreffen.	„Hintergrundwissen“, S82	12* (1)	4.32* (0.36)
7.1 Neues lernen	Es wird darauf verwiesen, dass neues Wissen/neue Inhalte etc. kennengelernt/erlernt wurden.	„Ich habe vieles Neues dazugelernt“, S42	2	0.72
7.2 Bezüge zu Fachwissenschaften	Es wird – ganz allgemein – auf Bezüge zu fachwissenschaftlichen Inhalten verwiesen.	„mit fachwissenschaftlichem [...] Hintergrund kennengelernt habe“, S107	2	0.72
7.3 (Fach-)Didaktik	Aussagen, die – sehr allgemein – (fach-)didaktische Wissensbereiche betreffen.	„und fachdidaktischen Hintergrund kennengelernt habe“, S107	7* (2)	2.52* (0.72)
7.3.1 Didaktische Reduktion/Adressatengerechte Aufbereitung	Es wird eine adressat*innengerechte Aufbereitung von Inhalten angesprochen.	„didaktische Reduktion“, S23	2	0.72
7.3.2 Fachspezifische Vermittlungsstrategien	Aussagen zu fachspezifischen Vermittlungsstrategien (exklusive Experimentieren) ohne weitere Konkretisierungen.	„verschiedene naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“, S78	2	0.72
7.3.3 Präkonzepte, Conceptual Change	Die Begrifflichkeiten „Präkonzepte“ und „Conceptual Change“ werden ohne weitere Konkretisierungen genannt.	„Präkonzepte + conceptual change“, S33	1	0.36
<b>8. Vielperspektivität</b>	Die Vielperspektivität des Kurses/der behandelten Inhalte/die Vernetzung der Bezugsfächer/die Bedeutsamkeit von Vielperspektivität wird explizit genannt.	„Verknüpfung von Fächern“, S74; „Vielperspektivität“, S143	3	1.08
<b>9. Feedback zur Umsetzung/Vermittlung</b>	Es wird ein Feedback zur gelungenen Umsetzung des Kurses/Vermittlung von Inhalten bzw. Wissen gegeben.	„sehr gut umgesetzt“, S117	2	0.72
<b>10. Stationenlernen</b>	Das Lernen/Arbeiten an den Stationen wird genannt.	„Stationenarbeit“, S92	1	0.36
<b>11. Technik</b>	Nennung des Wortes/der Perspektive „Technik“ ohne weitere Erläuterungen.	„Technik“, S59	1	0.36
<b>12. keine Aussage</b>	Es wird keine Aussage getätigt.	„-“, S99	1	0.36
<b>SUMME</b>			278	100.02 <sup>+</sup>

*Anmerkungen:* Mit einem Sternchen (\*) markiert = aus allen zugehörigen Unterkategorien aufsummierte Gesamthäufigkeiten; Häufigkeiten in runden Klammern = Häufigkeiten der Aussagen, die der dargestellten Kategorie – ohne Zuordnung zu einer Unterkategorie – direkt zugeordnet wurden; mit Pluszeichen (+) markiert = durch Rundung (auf Hauptkategorien bezogen) bedingt; S = Fallnummer.

Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert.

*Tabelle A9.3:* Kategoriensystem zu der Frage „Aus welchen Gründen würden Sie das Tutorium anderen Grundschullehrerinnen-/Sachunterrichtsstudierenden weiterempfehlen?“. Je Ober- und Unterkategorien sind die Definition, Ankerbeispiele mit Fallnummer sowie absolute und relative Häufigkeiten dargestellt.

<i>Kategorie</i>	<i>Definition</i>	<i>Ankerbeispiele mit Fallnummer</i>	<i>Absolute Häufigkeit</i>	<i>Relative Häufigkeit (%)</i>
<b>1. Professionswissen</b>	Alle Aussagen, die etwas mit dem Erlangen von (nicht tragem, anwendungsbezogenem) Professionswissen/der Bereitstellung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Informationen/Theoriewissen/dem Lerneffekt des Kurses zu tun haben.	„wir haben auch viel Theorie gelernt“, S131	66* (3)	32.67* (1.49)
1.1 Fachdidaktisches Wissen	Alle Aussagen, die primär das fachdidaktische Wissen thematisieren.	„guter didaktischer Wissenszuwachs“, S16	44* (4)	21.78* (1.98)
1.1.1 Wissen über fachspezifische Vermittlungsmethoden/Arbeitsweisen	Aussagen, die die Vermittlung/das Erlangen von Wissen über fachspezifische Vermittlungsmethoden/Vermittlungsstrategien/Arbeitsweisen thematisieren.	„man lernt, dieses kindgerecht (auch durch Experimente) zu vermitteln“, S83	20* (8)	9.90* (3.96)
1.1.1.1 Ideen/Anregungen Experimentieren im Sachunterricht	Es wird thematisiert, dass im Kurs viele Ideen/Möglichkeiten/Anregungen/Tipps zu Experimenten/zum Experimentieren eingebunden sind/präsentiert werden.	„Man erhält Experimentideen, die gut anwendbar sind, sowie auch Experimente, die außerhalb des Sachunterrichts mit den Kindern durchgeführt werden können“, S40	12	5.94
1.1.2 Wissen über Gestaltung/Planung Sachunterricht	Aussagen, die das Erlangen/das Vermitteln von Wissen über die Gestaltung von (handlungsorientiertem) Sachunterricht thematisieren.	„Man bekommt Wissen vermittelt [...] auch in Bezug darauf, wie man einen Unterricht gestalten soll“, S99	16* (4)	7.92* (1.98)
1.1.2.1 Ideen/Anregungen für (Planung/Gestaltung) Sachunterricht	Es wird das Bereitstellen/Kennenlernen von Möglichkeiten/Ideen/Tipps/Anregungen zur Planung und/oder Gestaltung von Sachunterricht angesprochen.	„viele Ideenanregungen für SU“, S20	12	5.94
1.1.3 Wissen über Richtlinien/Empfehlungen	Aussagen, in denen die Arbeit mit/Bezüge zu Lehrplänen/zu dem Perspektivrahmen Sachunterricht/das Wissen über Richtlinien bzw. Empfehlungen thematisiert werden.	„Außerdem lernt man darüber hinaus, wie man die Themen in den Lehrplan einordnen kann“, S78	2	0.99
1.1.4 Wissen über Umgang mit Herausforderungen	Das Wissen über den Umgang mit/die Prävention von Schwierigkeiten/Problemen im (experimentellen) Sachunterricht wird thematisiert.	„wo die Schwierigkeiten für die Lehrperson liegen könnten“, S145	2	0.99
1.2 Fachwissen	Aussagen, die den Erwerb/die Vertiefung/die Vermittlung von Fachwissen thematisieren.	„Fachwissen wird aufgefrischt/neu erworben“, S83	6	2.97
1.3 Anwendungswissen	Aussagen, die auf den Erwerb von nicht tragem/in der Praxis anwendbarem Professionswissen hinweisen.	„lernt, womit man auch etwas anfangen kann. Kein reines Zeitabsitzen und Bulimielernen für eine Klausur, wobei das Wissen anwendungslos wäre“, S114	7	3.47

1.4 Lerneffekt/Wissenserwerb	Es wird thematisiert, dass der Kurs nachhaltiges Lernen/tiefes Lernen ermöglicht/einen hohen Lerneffekt hat/man viel mitnimmt oder Aspekte vertiefen kann.	„und man nimmt viel mehr mit“, S130	6	2.97
<b>2. Motivationale Orientierungen</b>	Alle Aussagen, die motivationalen Orientierungen zugeordnet werden können.	-	46*	22.77*
2.1 Interesse, Motivation	Wörter/Aussagen, die auf situationales Interesse/hohe Motivation der Studierenden hinweisen.	„es macht wirklich Spaß“, S119; „interessant“, S53	42* (21)	20.79* (10.40)
2.1.1 Wertbezogene Komponente Interesse	Aussagen/Wörter, die auf situationales wertbezogenes Interesse/extrinsische Motivation (auch: Relevanz für eigene spätere Berufstätigkeit) hinweisen.	„Hilfreich für späteren Beruf“, S20; „Man lernt (im Gegensatz zu manchen anderen Kursen) was Sinnvolles für den Beruf als Lehrer“, S136	21	10.40
2.2 Selbstkonzept, Selbstwirksamkeit	Aussagen, die darauf hinweisen, dass sich (Fähigkeits-)Selbstkonzepte/Selbstwirksamkeitserwartungen/-überzeugungen ändern.	„senkt daher die Hemmschwelle, selber im Unterricht zu experimentieren“, S117	4	1.98
<b>3. Praxisnähe/Grundschulbezug</b>	Aussagen/Wörter, die auf die Nähe der Kursinhalte zur Berufspraxis/Unterrichtspraxis/Anwendbarkeit dieser in der Berufspraxis hinweisen.	„Grundschulbezug und somit eine stetige Parallele zum eigenen Berufsleben“, S25	34	16.83
<b>4. Praktisches Arbeiten/Handlungsorientierung</b>	Aussagen/Begrifflichkeiten, die die Handlungsorientierung/das praktische Arbeiten im Kurs thematisieren.	„sehr viele praktische Übungen“, S61; „man kann selber ausprobieren“, S145	26* (9)	12.87* (4.46)
4.1 Learning by doing/Vernetzung Praxis und Theorie	Aussagen, die auf Lernen durch Handeln (Ausprobieren, Üben, Durchführen etc.) bzw. auf die Vernetzung von Theorie(wissen) und Praxis hinweisen.	„da viele Kleinigkeiten erst auffallen, wenn man sie selbst erlebt hat“, S148; „weil Theoretisches in Praktischem umgesetzt wird“, S109	9	4.46
4.2 Planung Experimente	Die eigenständige Planung von Experimenten/einer experimentellen Stunde wird thematisiert.	„man übt schon einmal, wie man selber Unterricht plant“, S117	3	1.49
4.3 Durchführen Experimente	Das eigenständige Durchführen von Experimenten wird angesprochen.	„Wir haben viele Experimente gemacht“, S131	5	2.48
<b>5. Kursstruktur, -gestaltung, -rahmenbedingungen</b>	Alle Aussagen, die etwas mit den generellen Rahmenbedingungen des Kurses, der Kursstruktur oder der generellen Kursgestaltung zu tun haben.	-	17*	8.42
5.1 Feedback und Austausch	Die Feedbackstrukturen und/oder der Austausch/die Diskussionen im Plenum werden genannt.	„die gemeinsame Diskussion über diese“, S27; „das Feedback hilft“, S88	2	0.99
5.2 Kursgestaltung	Aussagen, die eine anschauliche/ansprechende/abwechslungsreiche Gestaltung des Kurses thematisieren.	„Es ist sehr anschaulich gestaltet“, S67; „ist abwechslungsreich“, S119	9* (6)	4.46* (2.97)
5.2.1 Perspektivenwechsel	Es werden Perspektivenwechsel vorgenommen, indem sowohl die Rolle einer Lehrkraft als auch die Rolle von Lernenden eingenommen wird.	„Man kam sowohl in die Rolle der Lehrkraft als auch des Schülers/der Schülerin“, S162	1	0.50



5.2.2 Medien/Material	Eine verständliche Aufbereitung der eingesetzten Medien/Materialien wird angesprochen.	„die Folien kurz und verständlich waren, sodass man immer reinschauen kann“, S131	1	0.50
5.2.3 Aufbereitung der Inhalte	Die Aufbereitung der Inhalte wird angesprochen.	„Aufbereitung der Themen Bionik, Sinnesorgane, Gewässer“, S2	1	0.50
5.3 Dozierende	Positive Eigenschaften der Lehrpersönlichkeit/der Lehrphilosophie der Dozierenden/der Kursgestaltung durch die*den Dozierende*n werden thematisiert.	„Auch die Dozentin war sehr engagiert, erfahren und super vorbereitet“, S25	2	0.99
5.4 Themenvielfalt	Die Themenvielfalt des Kurses wird genannt.	„wegen der vielfältigen Themen“, S98	1	0.50
5.5 Kursstruktur	Es wird von einer sinnvollen Kursstruktur gesprochen.	„sinnvoll strukturiert“, S153	1	0.50
5.6 keine Klausur	Es wird begrüßt, dass keine Klausur geschrieben wird.	„Vor allem finde ich das toll, dass man keine Klausur schreibt“, S131	1	0.50
5.7 Weiterbildung	Der Begriff „Weiterbildung“ wird genannt, ohne weitere Erläuterungen dazu.	„Weiterbildung“, S72	1	0.50
<b>6. Alleinstellungsmerkmale/Besonderheiten</b>	Aussagen, die darauf hinweisen, dass der Kurs im Vergleich zu anderen Kursen im Studium bestimmte Alleinstellungsmerkmale/Besonderheiten aufweist.	„Das Tutorium deckt einen Bereich des Sachunterrichts ab, der so in keiner anderen Veranstaltung aufgegriffen wird“, S31; „Das war die erste Veranstaltung, in der [...]“, S149	13	6.44
<b>SUMME</b>			202	100.0

*Anmerkungen:* Mit einem Sternchen (\*) markiert = aus allen zugehörigen Unterkategorien aufsummierte Gesamthäufigkeiten; Häufigkeiten in runden Klammern = Häufigkeiten der Aussagen, die der dargestellten Kategorie – ohne Zuordnung zu einer Unterkategorie – direkt zugeordnet wurden; S = Fallnummer; SU = Sachunterricht.

Flüchtigkeits-/Rechtschreib-/Grammatik-/Interpunktionsfehler bei den zitierten schriftlichen Studierendenaussagen wurden zur besseren Lesbarkeit korrigiert.

## Anhang 10: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse – Beliebteste und unbeliebteste Kurseinheiten

*Tabelle A10:* Beliebteste sowie unbeliebteste Kurseinheiten (KE). Die Nennungen sind als absolute und relative Häufigkeiten (in %) dargestellt. In Fettdruck markiert sind jeweils die drei beliebtesten und unbeliebtesten Einheiten

	<i>Beliebteste Kurseinheiten</i>		<i>Unbeliebteste Kurseinheiten</i>	
	Absolute Häufigkeit	Rel. Häufigkeit (%)	Absolute Häufigkeit	Rel. Häufigkeit (%)
KE 1	0	0.0	14	6.1
KE 2	<b>58</b>	17.3	5	2.2
KE 3	31	9.3	12	5.2
KE 4	3	0.9	<b>16</b>	<b>7.0</b>
KE 5	<b>54</b>	<b>16.1</b>	3	1.3
KE 6	31	9.3	7	3.0
KE 7	<b>65</b>	<b>19.4</b>	4	1.7
KE 8	15	4.5	13	5.7
KE 9	26	7.8	15	6.5
KE 10	44	<b>13.1</b>	14	6.1
KE 11	5	1.5	3	1.3
KE 12	3	0.9	<b>33</b>	<b>14.3</b>
keine KE gefallen	0	0.0	<b>91</b> (keine KE nicht gefallen)	<b>39.6</b>
SUMME	335	100.1*	230	100

*Anmerkung:* Markierung mit Sternchen (\*) = durch Rundung bedingter Wert.

### **Anhang 11: Literaturverzeichnis der Anhänge**

- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (15., vollst. überarb. Aufl.). Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8>
- Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (4., korr. u. erw. Aufl.). Pearson.
- Grygier, P. & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen*. Cornelsen Scriptor.
- Janssen, J. & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests* (9., überarb. u. erw. Aufl.). Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9>
- Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Cornelsen.
- MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. Ritterbach.