

# Vom Labor ins Wohnzimmer – KEMIE® in Zeiten von Corona

## Eine vergleichende Untersuchung der Basic Needs in einem außerschulischen Lernarrangement im Präsenz- bzw. Distanzformat

Stefan Zellmer,<sup>\*,[a]</sup> Bert Schlüter,<sup>[b]</sup> Jeannette Blau,<sup>[c]</sup> Doris Lewalter<sup>[d]</sup> und Katrin Sommer<sup>[a]</sup>

**Zusammenfassung:** Die Corona-Pandemie hat mit „Lernen auf Distanz“ eine neue Form des Lernens etabliert. Auch außerschulische Lernorte mussten auf diese Form des Lernens zurückgreifen, was die Frage aufwirft, ob das Erleben der Basic Needs bei einem experimentellen Lernarrangement in Distanz in ähnlicher Weise ausgeprägt ist wie bei einem Präsenzformat. Die Untersuchung wird mit einem Fragebogen in etablierten, experimentellen Lernarrangement KEMIE® durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Distanzeinheiten häufig mit mindestens ebenso hohen Ausprägungen der Basic Needs verbunden sind. Insbesondere bei der erlebten Autonomie mit der Facette Selbstbestimmtheit liegen die Werte der Distanzeinheit über denen der Präsenzeinheit. Es kann geschlussfolgert werden, dass bei der Übertragung eines bestehenden Konzeptes ohne große Änderungen aus dem Labor in das heimische Wohnzimmer unter der Beachtung weniger Grundsätze das Erleben der Basic Needs weiterhin gewährleistet werden kann.

**Stichworte:** Lernen auf Distanz · außerschulisches Lernarrangement · experimentelles Lernarrangement · Basic Needs · KEMIE®

### From the laboratory to the living room – KEMIE® in times of Corona

**Abstract:** The Corona pandemic established a new form of learning with “learning at a distance.” Non-school learning sites have also had to resort to this form of learning. This raises the question of whether the experience of Basic Needs is similarly expressed in an experimental learning arrangement at a distance as in a face-to-face format. The investigation is conducted with a questionnaire in the established experimental learning arrangement KEMIE®. The results show that the distance units are often associated with at least as high expressions of Basic Needs. Especially for the experienced autonomy with the facet self-determination, the values of the distance unit are higher than those of the presence unit. It can be concluded that when an existing concept is transferred from the laboratory to the living room at home without major changes, the experience of the Basic Needs can still be ensured if a few principles are observed.

**Keywords:** distance learning · out-of-school learning arrangement · experimental learning arrangement · basic needs · KEMIE®

[a] S. Zellmer, Prof. Dr. K. Sommer  
Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl für Didaktik der Chemie  
Universitätsstr. 150  
44801 Bochum  
\* E-Mail: stefan.zellmer@rub.de

[b] B. Schlüter  
Franz-Haniel-Gymnasium  
Wilhelmstraße 25  
47198 Duisburg

[c] J. Blau  
Ruhr-Universität Bochum  
Alfried Krupp-Schülerlabor der Wissenschaften  
Universitätsstr. 150  
44801 Bochum

[d] Prof. Dr. D. Lewalter  
Technische Universität München  
Professur für Formelles und Informelles Lernen  
Arcisstraße 21  
80333 München

© 2022 The Authors. CHEMKON published by Wiley-VCH GmbH. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## 1. Einleitung

Kinder und Jugendliche lernen – so unsere bisherige Vorstellung – in überwiegendem Maße in Präsenzformaten, sei es in der Schule, am außerschulischen Lernort Schülerlabor oder im informellen Lernort Museum. Blended-Learning- oder Onlineformate wurden nur in ausgewählten Fällen praktiziert. Diese Vorstellung wurde durch die Corona-Pandemie 2020 grundlegend infrage gestellt. Aufgrund von Kontaktbeschränkungen zur Eindämmung der Pandemie wurde ein neues Format des Lernens etabliert: Lernen auf Distanz (Distance Learning). Es hielt Einzug in Schulen – oder besser gesagt in Kinder-, Wohnzimmer und Küchen. Und G. Hornung & L. Czbatinski stellten 2021 im Editorial die berechtigte Frage: „Nach *Home Office* nun noch *Kitchen Lab*?“ [1]. Sie zeigen auf, dass Chemieunterricht auch in Zeiten der Pandemie nicht auf sein wichtigstes Erkenntnisinstrument – das Experiment – verzichten muss [2].

Auch für außerschulische Lernorte, wie Schülerlabore, stellt sich in Zeiten der Pandemie die Frage nach der Gestaltung von Lernarrangements. Üblicherweise sind die Angebote in naturwissenschaftlichen Schülerlaboren durch eine handlungsorientierte Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen im Labor geprägt. Auf diese Weise

wollen sie Verständnis und Interesse für die Naturwissenschaft Chemie entwickeln. Ließen sich die Konzepte und konkreten Lerneinheiten überhaupt in ein Lernen in Distanz übertragen? Und selbst wenn: Ist das Distanz- so „gut“ wie das Präsenzformat? Vor dem Hintergrund der Zielsetzung, dass durch das Lernarrangement Interesse angebahnt werden soll, rücken die Basic Needs in den Fokus. Sie stellen psychologische Grundbedürfnisse dar, deren Erfüllung Voraussetzung für die Ausbildung des situationalen Interesses ist. Es stellt sich die Frage, ob die Basic Needs bei einem außerschulischen Lernarrangement in Distanz in ähnlicher Weise wie bei einem Präsenzformat erfüllt werden. Diese Fragestellung wird am Beispiel des etablierten, experimentellen Lernarrangements KEMIE® (Kinder Erleben Mit Ihren Eltern Chemie) untersucht.

## 2. Stand der Forschung

### 2.1 Die Basic Needs

Unter Berücksichtigung der Selbstbestimmungstheorie und der Definition der Basic Needs (grundlegende Bedürfnisse) werden nur Bedürfnisse als universell angesehen, die bedeutsam für das persönliche Wachstum, das persönliche Wohlbefinden sowie das Erleben eines optimalen Funktionierens sind und den Prozess der organismischen Integration ermöglichen [3,4]. Werden theoretische Überlegungen und empirische Befunde zugrunde gelegt, lassen sich drei Basic Needs identifizieren: Autonomie, Kompetenz und (soziale) Eingebundenheit [5]. Diese drei Basic Needs stellen nach Krapp ein ganzheitliches emotionales System dar, welches innerhalb bestimmter Situationen kontinuierlich Rückmeldungen über Qualität und Funktion der Person-Umwelt-Interaktion gibt [4,6]. Zunächst steuern diese Rückmeldungen die aktuelle Motivation in der betreffenden Situation. Sie können aber auch zur Ausbildung dispositionaler Tendenzen, bspw. in Form von persönlichem Interesse, beitragen [7,8].

Innerhalb der drei Basic Needs Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit kommt dem Bedürfnis nach Autonomie eine besondere Rolle zu. Das Erleben von Autonomie gilt als notwendige Bedingung für einen positiven Einfluss auf die aktuelle Motivation. Das Erleben von Kompetenz und sozialer Eingebundenheit hat vor allem bei gleichzeitig erlebter Autonomie einen Einfluss auf die aktuelle Motivation [4].

Das Bedürfnis nach **Autonomie** ist erfüllt, wenn sich eine Person als eigenständig handelnd fühlt. Anders ausgedrückt: Das Individuum muss das Gefühl haben, die Handlung sowie die damit verbundenen Ziele und Folgen selbst bestimmen zu können. Für das Zustandekommen motivierten Handelns muss das Individuum sowohl „die eigenen Verhaltensweisen als auch die Handlungsziele selbst wählen und steuern können“ [4, S. 33].

Eine Person, deren Bedürfnis nach **Kompetenz** befriedigt wird, kann Aufgaben aus eigener Kraft bewältigen. Die Person strebt nach dem Erleben von Handlungsfähigkeit und Wirksamkeit [4]. Außerdem möchte sie Handlungsfolgen kontrollieren können und eigene Fähigkeiten in soziale Interaktionen einbringen sowie sich dabei als kompetent wahrnehmen [4].

Das Basic Need der **sozialen Eingebundenheit** drückt sich in dem Wunsch aus, emotional befriedigende Sozialkontakte zu knüpfen, soziale Zugehörigkeit zu erleben und sich mit anderen Personen emotional verbunden zu fühlen [4]. Grundlage ist das Bestreben, ein akzeptiertes Mitglied einer als relevant erachteten Bezugsgruppe zu sein. Das Bedürfnis nach Akzeptanz und Zugehörigkeit kann befriedigt werden, indem Verhaltensweisen und Werte anderer Personen der Bezugsgruppe in eigene Regulationsprozesse übernommen werden [4].

### 2.2 Kenntnisse über die Basic Needs in außerschulischen Lernarrangements

Gerade an nonformalen Lernorten, wie Schülerlaboren, und informellen Lernorten, wie Museen, stellt die Anbahnung und Ausbildung eines situationalen Interesses eine häufig verfolgte



Stefan Zellmer studierte von 2013 bis 2018 Chemie und Mathematik für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen an der Ruhr-Universität Bochum und schloss es 2018 mit dem Master of Education ab. Seit 2018 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie der Ruhr-Universität Bochum und beschäftigt sich im Rahmen seiner Dissertation mit dem Einfluss eines außerschulischen, experimentellen Lernsettings auf die Einstellung zu den Naturwissenschaften.



Bert Schlüter studierte von 2011 bis 2016 Chemie und Geographie für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen an der Ruhr-Universität Bochum und schloss es 2016 mit dem Master of Education ab. Von 2016 bis 2021 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie der Ruhr-Universität Bochum und beschäftigte sich im Rahmen seiner Dissertation mit der Teilnahmemotivation und dem situationalen Interesse in einem außerschulischen, experimentellen Lernsetting. Seit 2021 ist er Referendar am Franz-Haniel-Gymnasium in Duisburg-Homberg.



Jeannette Blau schloss 2004 eine Lehre als Chemikantin ab und ist seit 2008 Chemielaborantin im Alfred Krupp-Schülerlabor der Wissenschaften Bereich MINT an der Ruhr-Universität Bochum.



Doris Lewalter hat die Professur für Formales und Informelles Lernen an der TUM School of Social Sciences and Technology der Technischen Universität München inne. Nach dem Studium der Pädagogik, Psychologie und Kunstgeschichte promovierte sie in Erziehungswissenschaften (1996) und habilitierte sich in empirischer Pädagogik und pädagogischer Psychologie (2003). Forschungsinteressen: Motivationsforschung, Lehren und Lernen mit Medien sowie an formellen und informellen Lernsettings.



Katrin Sommer studierte Biologie und Chemie für das Lehramt an Gymnasien an der Universität Leipzig (1. Staatsexamen 1995; 2. Staatsexamen 1997). Sie promovierte (2000) und habilitierte (2004) an der Universität Erlangen-Nürnberg. 2004 erhielt sie einen Ruf auf die Professur für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum. 2011 lehnte sie einen Ruf an die Universität Oldenburg ab und übernahm den Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum.

Zielsetzung dar. Eine wesentliche Voraussetzung für die Ausbildung von situationalem Interesse ist das Erleben der Basic Needs. Es gibt verschiedene Studien, die der Frage nach dem Erleben der Basic Needs in den Lernarrangements an diesen Lernorten nachgegangen sind.

Beispielsweise konnten Neubauer, Geyer und Lewalter am informellen Lernort Museum zeigen, dass das Ausmaß des Erlebens der drei Basic Needs von der Ausgestaltung verschiedener Instruktionsansätze beeinflusst wird [9].

Schlüter hat das Erleben der Basic Needs am nonformalen Lernort Schülerlabor am experimentellen Lernarrangement KEMIE® untersucht. Er konnte feststellen, dass sowohl Kinder als auch Eltern die Basic Needs erleben und dass deren Ausprägung sowohl von der didaktisch-methodischen als auch der inhaltlichen Gestaltung der Einheiten abhängt [10]. Damit unterstreicht er die Ergebnisse von Neubauer et al., die die Rolle des Instruktionsansatzes als Einflussgröße identifiziert haben [9]. Darüber hinaus macht er die Bedeutung des inhaltlichen Gegenstands für das Erleben der Basic Needs deutlich.

Die vorgestellten Studien eint, dass sie in Präsenzveranstaltungen durchgeführt wurden.

### 2.3 Kenntnisse über die Basic Needs in Distanzveranstaltungen

Es existieren verschiedene Erkenntnisse über die Ausprägung der Basic Needs in Distanzformaten. Die Studien erfolgten vorzugsweise mit Studierenden. Grundsätzlich zeigen die Studien, dass die Basic Needs auch beim onlinebasierten Lernen eine große Rolle spielen. Im Detail wird deutlich, dass zum einen eine angemessene technische Ausstattung und zum anderen eine transparente Kommunikation und Ansprechbarkeit der Betreuungspersonen wichtige Voraussetzungen für die Ausprägung der Basic Needs bei den untersuchten Studierenden darstellen [11]. Eine Studie zum Einfluss von Distanzlernen auf die Ausprägung der Basic Needs und den Zusammenhang zu Frustration und gefühlter Vitalität bei Lehramtsstudierenden [12] untermauert diese Ergebnisse.

Ein hohes Maß an sozialer Eingebundenheit und Interaktion sowie eine klare Kursstruktur und Feedback wurden als besonders förderlich für die Basic Needs und die akademische und persönliche Entwicklung identifiziert. Außerdem konnten Pelikan et al. herausfinden, dass im Distanzlernen die wahrgenommene Kompetenz den größten direkten Einfluss auf die Prokrastination und Persistenz hat und die soziale Eingebundenheit sich insbesondere auf die intrinsische Motivation auswirkt [13].

Für die Zeit des Distanzlernens im schulischen Bereich liegen ebenfalls weitere Erkenntnisse in Bezug auf die Basic Needs vor [14]. So sind die drei Basic Needs mit positiven Emotionen als Teil des psychologischen Wohlbefindens und darüber hinaus das Kompetenz- und Autonomieerleben im speziellen

mit intrinsischer Lernmotivation verknüpft. Den grundlegenden Bedürfnissen wird somit auch in ungewohnten Situationen ohne Alltagsroutine eine besondere Bedeutung für die intrinsische Lernmotivation und positiven Emotionen zu Teil.

Fasst man die Erkenntnisse aus 2.2. und 2.3. zusammen, so lässt sich folgendes feststellen: Es existieren einerseits Befunde über die Ausprägung und mögliche Einflussfaktoren auf die Basic Needs aus dem Bereich des außerschulischen Lernens in Präsenzformaten, die auch den Bereich der Naturwissenschaften einschließen; andererseits liegen Erkenntnisse über die Ausprägung der Basic Needs und möglicher Einflussfaktoren aus dem Bereich des Distanzlernens vor, wobei hier formale Lernsituationen im Fokus standen. Was bisher fehlt, sind vergleichende Analysen zur Ausprägung der Basic Needs bei identischen Lernangeboten, die sich nur hinsichtlich ihres Durchführungsformats Präsenz- vs. Distanzformat unterscheiden. Dieser Frage wird am Beispiel eines außerschulischen Lernangebots nachgegangen, da diese Erkenntnisse auch Impulse für die Weiterentwicklung außerschulischer Formate geben könnten. Hieraus ergibt sich die Forschungsfrage: Inwieweit treten Unterschiede in der Ausprägung der Basic Needs bei einem außerschulischen experimentellen Lernarrangement in Distanz im Vergleich zum entsprechenden Präsenzformat auf?

## 3. Methode

### 3.1 Die Intervention: Die Präsenz- und Distanzeinheiten im Vergleich

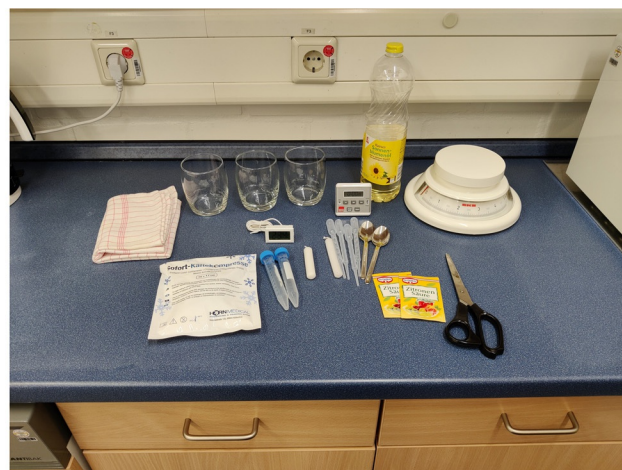
KEMIE® ist ein etabliertes, experimentelles Lernarrangement für Kinder der 3.–6. Jahrgangsstufe und ihre Eltern. Es ist durch drei Merkmale gekennzeichnet: Einbezug der Eltern, Langfristigkeit (schuljahreskonform über neun Monate mit jeweils einer neuen Einheit pro Monat) und die Begegnung mit den naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen an alltagsnahen Phänomenen und Gegenständen [15]. Für die vorliegende Studie sind vier der neun KEMIE®-Einheiten (synonym: Lerneinheit) relevant. Sie sind in Tab. 1 mit dem jeweiligen Leitthema und Untersuchungsgegenstand dargestellt.

Für die inhaltliche Gestaltung der Distanzeinheiten wurden drei Kriterien festgelegt:

- Beibehaltung des Leitthemas für die Vermittlung der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen: Jede der vier Distanzeinheiten folgt einem Leitthema. Konkret handelt es sich um die Einheiten „Messen – quantitatives Beobachten“, „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“, „Hypothesen bilden und überprüfen“ sowie „Vergleichen und Klassifizieren“ (Tab. 1).
- Beibehaltung des Untersuchungsgegenstands: Bei diesen vier Lerneinheiten konnte der Untersuchungsgegenstand vollständig beibehalten werden.

**Tab. 1:** Ausschnitt der für diese Studie relevanten Leitthemen mit den entsprechenden Untersuchungsgegenständen eines KEMIE®-Jahrgangs (Übersicht aller neun KEMIE®-Einheiten siehe [15]).

Leitthema	Untersuchungsgegenstand
Messen – quantitatives Beobachten	Halbquantitative und quantitative Bestimmung des Zuckergehalts in Kinderpunsch; Bestimmung des Alkoholgehalts im Glühwein
Daten sammeln, analysieren und interpretieren	Analyse des Aufbaus und der Funktionsweise einer Sofort-Kältekompressen (basiert auf der Vermischung von Harnstoff und Wasser); Synthese durch Nachbau mit geeigneten Materialien
Hypothesen bilden und überprüfen	Bestimmung von Emulsionsarten von Cremes und anderen Alltagsprodukten mit verschiedenen Methoden
Vergleichen und Klassifizieren	Klassifikation von Stoffen anhand der Struktur-Eigenschafts-Beziehung (am Beispiel von Textilstoffen) sowie Eigenschaft-Anwendungsbeziehung (am Beispiel der Schichtdicken von Aluminiumfolien)



**Abb. 1:** Die Geräte und Materialien für die Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“ für die Präsenzeinheit (links) bzw. für die Distanzeinheit (rechts).

- Beibehaltung der didaktisch-methodischen Umsetzung einschließlich der Experimente: Die Experimente müssen lediglich an die Durchführung im häuslichen Umfeld angepasst werden. Bei einem Großteil der benötigten Experimentiergegenstände und „Chemikalien“ handelt es sich um alltägliche Haushaltsmittel und -gegenstände. (Abb. 1). Die organisatorische Umsetzung der Distanzeinheiten orientiert sich an folgenden Kriterien:
  - identische Dauer der Lerneinheit: Auch die Distanzeinheiten weist eine Dauer von  $3\frac{1}{4}$  Stunden auf.
  - identische Anzahl an Terminen: Pro Einheit bzw. Monat werden sechs Termine angeboten, (an zwei Wochenenden jeweils Freitagnachmittag, Samstagvormittag und Samstagnachmittag). An einem der sechs Termine nehmen die Eltern-Kind-Paare teil.
  - synchrone Distanzeinheit: Zu den Terminen hat sich die Gruppe an Eltern-Kind-Paaren gemeinsam in einer Videokonferenz getroffen, sodass es sich um synchrone Distanzeinheiten handelt.
  - Verlauf der Distanzeinheit: Wie bei KEMIE® üblich, starten auch die Distanzeinheiten mit einer Einführungsbesprechung, woraufhin sich Experimentierphasen und kurze Zwischenbesprechungen abwechseln. Während der Experimentierphasen haben die Eltern-Kind-Paare zu Hause eigenständig in Küche, Wohn- oder Esszimmer experimentiert. Die Zwischenbesprechungen wurden gemeinsam in der gesamten Gruppe im Videokonferenzraum durchgeführt. Zum Ende der Einheit erfolgt eine Abschlussbesprechung, dann ein fester zeitlicher Rahmen für das Ausfüllen von Fragebögen und organisatorische Absprachen.
- Die Arbeitsblätter, Fragebögen sowie wenige, ausgewählte Gegenstände zum Experimentieren wurden den Eltern-Kind-Paaren im Vorfeld der Einheit zugeschickt. Dieses Vorgehen bei der Gestaltung der Distanzeinheit und der organisatorischen Umsetzung ermöglicht einen Vergleich zwischen Präsenz- und Distanzeinheit, da für diese Einheiten außer dem Unterschied zwischen Präsenzeinheit im Labor und Distanzeinheit zu Hause keine Veränderungen vorgenommen wurden. So kann ausgeschlossen werden, dass eine inhaltliche oder organisatorische Veränderung einen Einfluss auf die Ausprägung der Basic Needs hat. Dieses Vorgehen bei der Gestaltung der Distanzeinheit und der organisatorischen Umsetzung ermöglicht einen Vergleich zwischen Präsenz- und Distanzeinheit, da für diese Einheiten außer dem Unterschied zwischen Präsenzeinheit im Labor und Distanzeinheit zu Hause keine Veränderungen vorgenommen wurden. So kann ausgeschlossen werden, dass eine inhaltliche oder organisatorische Veränderung einen Einfluss auf die Ausprägung der Basic Needs hat. Die Umsetzung der inhaltlichen und organisatorischen Kriterien sei am Beispiel der Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“ vorgestellt. Lehr-Lern-Ziel ist das systematische Erfassen, Darstellen (grafisch und tabellarisch) und Auswerten von Daten [16]. Der Untersuchungsgegenstand dieser Lerneinheit ist die Sofort-Kältekompressur. Zunächst wird der Bau und die Funktionsweise der Kältekompressur untersucht, bevor die Flüssigkeit aus der Kältekompressur in den Blickpunkt der Betrachtung rückt. Dabei werden Eigenschaften der Flüssigkeit experimentell ermittelt und eine begründete Vermutung über die chemische Natur der Flüssigkeit (es könnte sich um Wasser handeln) geäußert. Anschließend wird in zwei Kontrollversuchen untersucht, ob es sich tatsächlich um Wasser handelt. Abschließend wird versucht, eine stoffliche Alternative für den verwendeten Harnstoff herauszufinden. Die didaktisch-methodische Umsetzung ist in Tab. 2 dargestellt. Für die Durchführung der Experimente in der Distanzeinheit werden haushaltsübliche Materialien anstelle der Laborgeräte

**Tab. 2:** Didaktisch-methodische Umsetzung der Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“ inklusive Angabe der zugehörigen Arbeitsblätter (AB).

Forschungsfrage	Bemerkung
AB 1: Wie kalt wird die Kältekompressur?	Bestimmung der Minimaltemperatur der Kältekompressur
AB 2: Aus welchen Bestandteilen besteht die Kältekompressur?	Zerlegen der Kältekompressur
AB 3: Wie funktioniert die Kältekompressur?	Granulat (Harnstoff) und Flüssigkeit aus der Kältekompressur zusammengeben
AB 4: Um welchen Stoff handelt es sich bei der Flüssigkeit?	Sammeln der Eigenschaften der Flüssigkeit (Steckbrief)
AB 5: Wie kann ich _____ chemisch nachweisen? (Kontrollversuch 1)	Nachweis von Wasser mittels Kupfersulfat oder Watesmo-Papier
AB 6: Wie verhält sich Wasser mit Harnstoff? (Kontrollversuch 2)	Zweiter Nachweis auf Wasser über den Vergleich mit AB 3
AB 7: Kann man den Harnstoff durch einen anderen Stoff ersetzen?	Austausch des Harnstoffs durch alternative Stoffe

**Tab. 3:** Benötigte Materialien für die Distanzeinheit zum Thema „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“.

Material aus dem eigenen Haushalt	Versandtes Material
Schere	Sofort-Kältekomresse
Mindestens 3 Wassergläser	2 Zentrifugenröhrchen (mit Skala)
(Küchen-)Waage	Digitalthermometer
Teelöffel oder Spatel (aus vorangegangener Distanzeinheit)	4 Stück Watesmo-Papier
Stoppuhr	3 Pipetten
Papiertücher	
(Leitungs-)Wasser	
1 Tropfen Pflanzenöl	
Plastik-Petrischale (aus vorangegangener Distanzeinheit) oder alternative Unterlage	
10g weißes Pulver oder Granulat, z. B.: Backpulver, Kochsalz, Rohrreiniger, Zitronensäure, Haushaltszucker	
Für freie Experimentierphase bspw. Magnet, Feuerzeug, Leitfähigkeitsmesser	

genutzt, wie der Vergleich der Materialien der Präsenz- und der Distanzeinheit zeigt (Abb. 1). Zusätzliche, nicht haushaltsübliche Materialien, die im Vorfeld versandt wurden, sind in Tab. 3 aufgeführt.

### 3.2 Die Stichprobe

Für die Erhebung der Basic Needs wurden drei KEMIE®-Jahrgänge verwendet: 2017/18 (Präsenz, alle vier Einheiten), 2018/19 (Präsenz, alle vier Einheiten), 2019/20 (Präsenz, zwei Einheiten) sowie 2020/21 (Distanz, alle vier Einheiten). Daraus ergaben sich grundsätzliche Unterschiede in der Stichprobengröße. Weitere Unterschiede in der Stichprobengröße innerhalb eines Jahrgangs resultierten aus der Tatsache, dass nicht alle Eltern-Kind-Paare an jeder KEMIE®-Einheit des entsprechenden Jahrgangs teilnahmen. Die konkrete Stichprobengröße ist bei den Abbildungen (2–5) angegeben.

Bei der Auswertung der hier vorliegenden Studie kam der t-Test für unabhängige Stichproben zur Anwendung. Zwar stellen die deutlich unterschiedlich großen Stichproben ( $\approx 1:2,2$  bis  $1:5$ ) eine Verletzung der Testvoraussetzungen des t-Tests dar, jedoch reagiert dieser grundsätzlich auf Verletzungen seiner Voraussetzungen robust [17].

Das Durchschnittsalter und die Verteilung auf die Geschlechter in den Teilstichproben Kinder bzw. Eltern deuten auf eine gute Vergleichbarkeit der Teilnehmenden der Präsenz- und Distanzeinheiten hin (Tab. 4).

### 3.3 Das Instrument und das Untersuchungsdesign

Die Erhebung der Basic Needs erfolgte mit einem etablierten Fragebogen mit 21 geschlossenen Items im Paper-Pencil-Format [4]. Der Fragebogen wurde lediglich hinsichtlich der

Bezugspunkte (KEMIE® statt Unterricht, Betreuer statt Lehrer, Experimentierpartner statt Mitschüler) angepasst [10]. Außerdem wurde der Bezug zur jeweiligen Lerneinheit über die Nennung des Titels der KEMIE®-Einheit im Introtext des Fragebogens hergestellt [10].

Der Fragebogen besteht aus drei Skalen „Autonomie“, „Kompetenz“ und „soziale Eingebundenheit“. Die Skala „Autonomie“ gliedert sich entsprechend der theoretischen Herleitung in die Subskalen „persönliche Wünsche und Ziele“ sowie „Selbstbestimmtheit“ auf. Die Skala „soziale Eingebundenheit“ gliedert sich ebenfalls auf, da bei KEMIE® zwei Bezugsgruppen existieren: Zum einen bezieht sie sich auf den Experimentierpartner, also für die Kinder den Elternteil und für den Elternteil das Kind, und zum anderen bezieht sie sich auf das KEMIE®-Team, also die Betreuer. Für die Antwortmöglichkeiten wird eine fünfstufige Likert-Skala mit den Polen 0 „gar nicht“ und 1 „sehr“ verwendet. In Tab. 5 sind die Skalen mit zugehörigen Abkürzungen, die Anzahl an Items sowie Cronbachs Alpha für beide Teilstichproben abgebildet. Das Instrument zeichnet sich durch gute bis exzellente interne Konsistenzen aus.

Der Fragebogen wurde durch die Teilnehmenden am Ende der jeweiligen KEMIE®-Einheit einzeln schriftlich bearbeitet. Bei den Präsenzeinheiten wurde nach der Abschlussbesprechung der Fragebogen an alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer ausgeteilt, die unabhängig und einzeln den Fragebogen bearbeitet haben. Die Bearbeitung dauerte 5–8 Minuten. Bei den Distanzeinheiten wurde das Vorgehen beibehalten – nach der Abschlussbesprechung verblieben alle Teilnehmenden im Videokonferenz-Raum und füllten unabhängig voneinander den vorab verschickten Fragebogen aus.

**Tab. 4:** Kennwerte der Teilstichproben Eltern bzw. Kinder bei den Präsenz- bzw. Distanzeinheiten.

	Eltern		Kinder	
	Präsenz	Distanz	Präsenz	Distanz
Stichprobenumfang	n = 430	n = 129	n = 241	n = 67
Alter	44,67 (SD = 7,18)	44,72 (SD = 5,00)	9,29 (SD = 0,91)	9,26 (SD = 1,07)
Anteil weiblich	43,9 %	45,7 %	42,3 %	47,0 %

**Tab. 5:** Übersicht über die Skalen des Instruments zur Erhebung der Basic Needs.

Skala	Abkürzung	Anzahl Items	Cronbachs $\alpha$ (Eltern)	Cronbachs $\alpha$ (Kinder)
Autonomie – Selbstbestimmtheit	Aut_Selbst	5	0,624–0,834	0,806–0,828
Autonomie – persönliche Wünsche	Aut_pW	4	0,594–0,810	0,836–0,886
Kompetenz	Komp	4	0,730–0,815	0,830–0,871
Soziale Eingebundenheit – Betreuer	sE_Betr	4	0,575–0,814	0,813–0,858
Soziale Eingebundenheit – Experimentierpartner	sE_Part	4	0,624–0,848	0,851–0,883

Im Anschluss an die Dateneingabe erfolgt eine Datenaufbereitung, um zweifelhafte und fehlende Antworten sowie Mehrfachantworten auszuschließen. Für die Datenauswertung werden technische Verfahren und das Programm IBM SPSS V27.0.0.0 (Statistical Package for the Social Science) genutzt.

#### 4. Ergebnisse und Diskussion

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass für alle psychologischen Grundbedürfnisse in KEMIE® – unabhängig vom Format – mittlere bis sehr hohe Ausprägungen vorliegen. Wie in den Abbildungen 2–5 ersichtlich, liegen alle Werte oberhalb des neutralen Mittelwerts (zwischen 0,5 und 1,0). Die Werte für die Ausprägung der Basic Needs liegen zwischen 0,68 (Einheit Messen, Aut\_Selbst, Eltern Präsenz) und 0,92 (Einheit: Daten sammeln, analysieren und interpretieren, sE\_Betr, Eltern Distanz). Der Vergleich der Werte mit den Ergebnissen anderer Studien (z.B. [9]) zeigt, dass von einem hohen Grad der Ausprägung für die Teilnehmenden gesprochen werden kann. Das trifft für beide Teilstichproben Kinder bzw. Eltern gleichermaßen zu. Für den Mathematikunterricht der Sekundarstufe I konnte Willems die Ausprägung der Basic Needs mit Werten zwischen 0,46 und 0,62 bestimmen [4].

Vor dem Hintergrund der Fragestellung dieser Studie soll im Folgenden der Vergleich von Präsenz- und Distanzeinheiten in den Fokus rücken. Generell kann zwischen zwei Gruppen von Lerneinheiten unterschieden werden: jenen bei denen sich die Ausprägung der Basic Needs lediglich in einer Skala signifikant unterscheidet (Lerneinheit „Messen“, Abb. 2 sowie Lerneinheit „Hypothesen generieren und überprüfen“, Abb. 3) und jenen Lerneinheiten, bei denen sich mehrere Skalen der Basic Needs in ihrer Ausprägung signifikant unterscheiden (Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“, Abb. 4 sowie Lerneinheit „Vergleichen und Klassifizieren“, Abb. 5).

Bei der erstgenannten Gruppe zeigt sich der signifikante Unterschied nur in der Facette Selbstbestimmtheit der Skala Autonomie bei den Eltern in beiden Lerneinheiten („Messen“; Abb. 2 (+0,094,  $t(68) = -3,78$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,604$ ); „Hypothesen bilden und überprüfen“; Abb. 3 (+0,056,  $t(100) = -2,20$ ,  $p = 0,030$ ,  $d = 0,374$ )). In beiden Fällen ist in der Distanzeinheit ein höherer Wert zu verzeichnen mit kleinem bzw. mittlerem Effekt.

Ein möglicher Erklärungsansatz für die stärker erlebte Selbstbestimmtheit könnte in der Wahlfreiheit der zu untersuchenden Proben liegen. Im Präsenzformat der Lerneinheit „Messen“ ist die Untersuchung des Getränks (es handelt sich um Kinderpunsch) vorgegeben und damit für alle Teilnehmenden einheitlich. Im Distanzformat konnten die Eltern-Kind-Paare selbst ein geeignetes Getränk für die Untersuchung wählen. In analoger Weise stellt sich die Situation auch bei der Lerneinheit „Hypothesen bilden und überprüfen“ dar. Während im Präsenzformat die zu untersuchenden Handcremes im Labor vorgegeben waren, konnten im Distanzformat eigene und im Haushalt verfügbare Handcremes für die Untersuchung ausgewählt und genutzt werden.

Interessanterweise hat die Wahlfreiheit offensichtlich nur einen Einfluss auf die Selbstbestimmtheit der Eltern, bei den Kindern spielt diese Wahlfreiheit keine Rolle. Trotzdem bleibt die Frage offen, warum diese Wahlfreiheit keinen Einfluss auf das kindliche Autonomieerleben hat.

Die übrigen Werte für das Erleben der anderen Basic Needs fallen nicht signifikant aus. Ihre Differenz liegt bei der Lerneinheit „Messen in einem Bereich  $< 0,03$  und in der Lerneinheit „Hypothesen bilden und überprüfen“ im Bereich von  $< 0,048$ .

Bei der zweiten Gruppe der Lerneinheiten zeigen sich bei der Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“ in allen drei Skalen höhere Erlebenausprägungen bei den Eltern in der Distanzeinheit im Vergleich zur Präsenzeinheit (Abb. 4). Bei der Lerneinheit „Vergleichen und Klassifizieren“ wurden hingegen in zwei Skalen geringere Werte bei der Distanzeinheit im Vergleich zur Präsenzeinheit ermittelt, die die Eltern bzw. die Kinder betreffen (Abb. 5).

Die Ausprägung der Basic Needs in der Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“ fallen bei den Eltern in allen Skalen in der Distanzeinheit höher aus als in der Präsenzeinheit (Abb. 4). Ein signifikanter Unterschied kann für die Skalen Autonomie mit der Facette Selbstbestimmtheit (+0,056,  $t(70) = -2,23$ ,  $p = 0,029$ ,  $d = 0,359$ ), Kompetenz (+0,055,  $t(76) = -2,85$ ,  $p = 0,006$ ,  $d = 0,465$ ) und soziale Eingebundenheit mit dem Betreuer (+0,039,  $t(249) = -1,975$ ,  $p = 0,049$ ,  $d = 0,322$ ) festgestellt werden. Der signifikante Un-

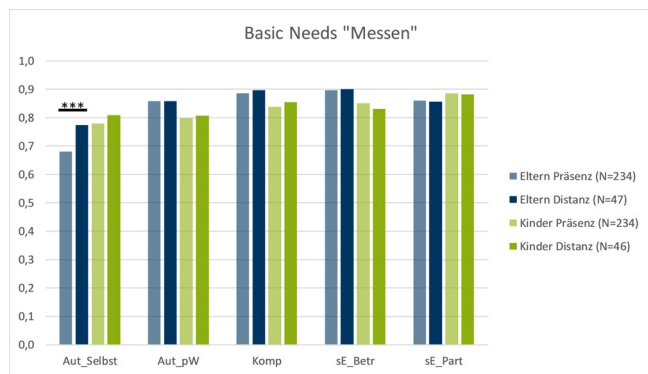


Abb. 2: Ausprägung der Basic Needs für die Eltern bzw. Kinder in der Lerneinheit „Messen“.

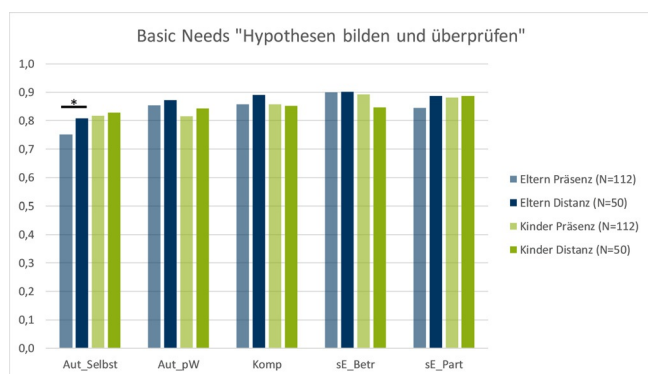


Abb. 3: Ausprägung der Basic Needs für die Eltern bzw. Kinder in der Lerneinheit „Hypothesen bilden und überprüfen“.

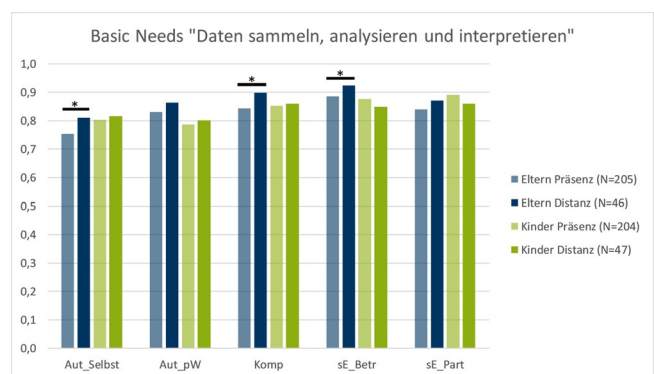
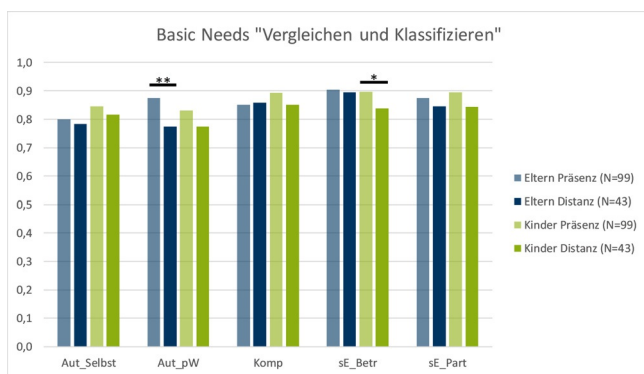


Abb. 4: Ausprägung der Basic Needs für die Eltern bzw. Kinder in der Lerneinheit „Daten sammeln, analysieren und interpretieren“.



**Abb. 5:** Ausprägung der Basic Needs für die Eltern bzw. Kinder in der Lerneinheit „Vergleichen und Klassifizieren“.

terschied der Skala Autonomie mit Facette Selbstbestimmtheit könnte – wie bereits in den Lerneinheiten „Messen“ und „Hypothesen bilden und überprüfen“ auch – mit der Wahlfreiheit von Untersuchungsgegenständen begründet werden. Im konkreten Fall sollen die Teilnehmenden den Austauschstoff für den Harnstoff aus der Kältekompressen auswählen (Tab. 2, AB 7). Während in der Präsenzeinheit die Palette der zu untersuchenden Alltagsstoffe vorgegeben ist, können die Eltern-Kind-Paare in der Distanzeinheit frei wählen – sie entscheiden selbst, welche Stoffe sie aus ihrem Haushalt untersuchen wollen. Das verstärkte Kompetenzerleben ließe sich mit der Bearbeitung einer offenen Aufgabenstellung erklären. Wie in Tab. 2, AB 4 dargestellt, sollen die Teilnehmenden herausfinden, um welchen Stoff es sich bei der Flüssigkeit handelt. Die erfolgreiche Bearbeitung dieser anspruchsvollen Aufgabe ermöglicht den Teilnehmenden ein besonderes Kompetenzerleben. Während in der Präsenzeinheit der Blick zu und ein Abgleich mit den Ergebnissen der Nachbargruppen möglich ist, erfordert das Distanzformat eine wirklich selbstständige Bearbeitung. Insofern wird angenommen, dass das wirklich selbstständige und erfolgreiche Bearbeiten dieser Aufgabe ein besonderes und höheres Kompetenzerleben ermöglicht. Der signifikante Unterschied in der Skala soziale Eingebundenheit mit dem Betreuer könnte auf formatbezogene Änderungen zurückzuführen sein. Während in der Distanzeinheit der Betreuer selbst ein bestimmtes Experiment demonstriert, führen Eltern-Kind-Paare das Experiment in der Präsenzeinheit eigenständig durch. Insofern besteht da auch nicht die Möglichkeit, die soziale Eingebundenheit mit dem Betreuer besonders zu erleben. Die Differenz der übrigen Werte für das Erleben der übrigen Basic Needs liegen bei dieser Lerneinheit in einem Bereich von  $<0,031$ .

Die Basic Needs in der Lerneinheit „Vergleichen und Klassifizieren“ werden von Kindern und Eltern in jeweils einer Skala signifikant unterschiedlich erlebt (Abb. 5). Die Eltern erleben Autonomie mit der Facette persönliche Wünsche in der Distanzeinheit signifikant niedriger ( $-0,100$ ,  $t(140)=3,35$ ,  $p=0,001$ ,  $d=0,612$ ). Die Kinder schätzen die soziale Eingebundenheit mit dem Betreuer in der Distanzeinheit signifikant niedriger als in der Präsenzeinheit ein ( $-0,059$ ,  $t(75)=2,15$ ,  $p=0,035$ ,  $d=0,393$ ). Beide Differenzen zwischen Distanz- und Präsenzeinheit können unter Umständen durch formatbezogene Änderungen erklärt werden. Während in der Präsenzeinheit die Schichtdicke einer Aluminiumfolie in einer Getränkeverpackung unter Verwendung einer Analysenwaage ermittelt wird, wird in der Distanzeinheit diese Frage durch einen haptischen Vergleich mit Vergleichsfolien, die sich in ihrer Schichtdicke unterscheiden und den Teilnehmenden vorab zugesandt wurden, beantwortet. Somit sind die Teilnehmenden in der Freiheit der Bearbeitung eingeschränkt (Abnahme in Skala

Autonomie), und zugleich entfällt die durch den Betreuer durchgeführte Einführung in die Benutzung der Analysenwaage, sodass damit auch die soziale Eingebundenheit mit dem Betreuer geringer ist. Die übrigen Differenzen für das Erleben der Basic Needs liegen für diese Lerneinheit in einem Bereich von  $<0,056$ .

Folgende Limitationen müssen bei der Interpretation der Befunde berücksichtigt werden: Die vorliegenden Daten wurden in der Zeit des zweiten großen Lockdowns erhoben (Dezember 2020 bis April 2021). Die Teilnehmenden kannten also bereits die saisonalen Effekte der Corona-Pandemie, und es bestand die Hoffnung, dass die Distanzeinheiten nur übergangsweise genutzt werden mussten. Ebenso waren sie mit der Situation von Kontaktbeschränkungen und Durchführung von Videokonferenzen vertraut. Zudem bezieht sich die Studie auf lediglich vier Lerneinheiten.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Ausprägung der Basic Needs im Präsenz- und Distanzformat von KEMIE® in weiten Teilen vergleichbar und ohne signifikante Unterschiede war. Traten Unterschiede auf, so waren sie vor allem bei den Eltern erkennbar – bei den Kindern gab es nur sehr vereinzelt Unterschiede.

Drei Unterschiede sollen an dieser Stelle noch einmal zusammengefasst werden. Auffällig ist, dass das **Autonomieerleben mit der Facette Selbstbestimmtheit** in drei von vier Distanzeinheiten größer war als in den Präsenzeinheiten. Es wird angenommen, dass die Wahlfreiheit von Untersuchungsgegenständen hier einen positiven Einfluss hat. Zu Hause können für die Produkte zur Bearbeitung einer bestimmten Fragestellung frei gewählt werden. Dabei wurden Produkte gewählt, die von den Eltern bzw. Kindern üblicherweise genutzt werden. Das erlaubt selbstbestimmt zu agieren, während in der Präsenzeinheit mit den Produkten gearbeitet wird, die durch die Betreuer bereitgestellt werden. Es gilt zu überlegen, ob auch in den Präsenzformaten verschiedene Produkte (darunter evtl. auch jene, die von den Teilnehmenden der Distanzeinheit genutzt wurden) zur Auswahl gestellt werden können, um diese Wahlfreiheit zu ermöglichen.

Auch das **Erleben von Kompetenz** kann im Distanzformat höher ausfallen als im Präsenzformat, wie es sich im Fall der Bearbeitung von offenen Experimentieraufgaben zeigt. Das Ausbleiben der direkten Vergleiche zu und das „Spicken“ bei den Nachbargruppen im Labor führt dazu, dass die Aufgabe als Eltern-Kind-Paar „allein“ bearbeitet werden muss. Eine erfolgreich bearbeitete Aufgabe führt dann zu einer intensiver erlebten Kompetenz. Es gilt zu überlegen, wie auch dieses Kompetenzerleben in Präsenzformaten realisiert werden kann.

Darüber hinaus fällt auf, dass die **soziale Eingebundenheit mit dem Betreuer** auch in der Distanzeinheit gewährleistet werden kann. Voraussetzung ist, dass der Betreuer sozial präsent ist [18]. Es scheint dem Betreuersteam gelungen zu sein, „trotz Distanz eine vertrauensvolle Atmosphäre aufzubauen“ [19]. So erklärt sich, dass in den Distanzeinheiten nur in einem Fall signifikant niedrigere Werte als in den Präsenzeinheiten beobachtbar waren. In einer Einheit fällt sie in der Distanzeinheit sogar höher aus. Beim Distanzlernen könnte der „direkte Blickkontakt“ – der Betreuer schaut in die Kamera und mich damit direkt an – zu dem Eindruck führen, dass der Betreuer nur „für mich“ da ist.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bezogen auf die Basic Needs die Distanzformate den Präsenzformaten mindestens ebenbürtig sind. Für eine umfassende Beurteilung der Distanzformate müssen aber weitere Zielvariablen, wie bei-

spielsweise die wahrgenommene Authentizität des Lernorts Labor [20] oder spezieller Laborgeräte [21], betrachtet werden. Schließlich fehlt dem Distanzformat die Aura Labor. Dass dies ein relevantes Merkmal ist, zeigt sich u. a. an einem stellvertretend für viele persönliche Rückmeldungen aus Gesprächen genannten Wunsch, der auf einem Fragebogen notiert wurde: „[...] es fehlt einfach das Setting des Labors in der Uni. Das Team gibt sich sehr viel Mühe und schickt uns die Materialien zu, aber ohne Kittel und Schutzbrille ist es nicht dasselbe“. Damit eröffnet sich ein weiteres Forschungsfeld, um die Qualität des Distanzformats besser beurteilen zu können.

## Danksagung

Wir danken der Evonik Stiftung, dem Fonds der Chemischen Industrie und dem Arbeitgeberverband Ruhr/Vest für die finanzielle Unterstützung von KEMIE®. Open Access Veröffentlichung ermöglicht und organisiert durch Projekt DEAL.

## Literatur

- [1] Hornung, G., Czubatinski, L. (2021). Nach Home Office nun auch noch Kitchen Lab? CHEMKON 28/3, 95.
- [2] Czubatinski, L., Hornung, G., Resmann, E. (2021). Experimentieren im Chemie-Fernunterricht mit Hilfe videogestützter experimenteller Hausaufgaben – die kolorimetrische Untersuchung von Fruchtsaftschorlen mit dem „Smartphotometer“. CHEMKON 28/3, 122–126.
- [3] Ryan, R. M. (1995). Psychological needs and the facilitation of integrative processes. *Journal of personality*, 63/3, 397–427.
- [4] Willems, A. S. (2011). Bedingungen des situationalen Interesses im Mathematikunterricht: eine mehrbenenanalytische Perspektive. Waxmann, Münster.
- [5] Deci, E. L., Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *ZfPäd* 39/2, 223–238.
- [6] Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivation-al orientations. *Learn. Instr.* 15/5, 381–395.
- [7] Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *PEU* 44/3, 185–201.
- [8] Vallerand, R. J. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. *Advances in experimental social psychology* 29, 271–360.
- [9] Neubauer, K., Geyer, C., Lewalter, D. (2013). Bedeutung der basic needs für das situationale Interesse bei Museumsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns. *PEU* 61/1, 28–41.
- [10] Schlüter, B. (2021). Teilnahmemotivation und situationales Interesse von Kindern und Eltern im experimentellen Lernarrangement KEMIE. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum.
- [11] Martinek, D. et al. (2021). How Can Students Feel More Vital Amidst Severe Restrictions? Psychological Needs Satisfaction, Motivational Regulation and Vitality of Students during the Coronavirus Pandemic Restrictions. *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.* 11, 405–422.
- [12] Carmignola, M., Martinek, D., Hagenauer, G. (2021). ‘At first I was overwhelmed, but then – I have to say – I did almost enjoy it’. Psychological needs satisfaction and vitality of student teachers during the first Covid-19 lockdown. *Soc. Psychol. Educ.* 24, 1607–1641.
- [13] Pelikan, E. R. et al. (2021). Distance learning in higher education during COVID-19: The role of basic psychological needs and intrinsic motivation for persistence and procrastination – a multi-country study. *PLoS ONE* 16/10, e0257346.
- [14] Holzer, J. et al. (2021). Students’ basic needs and well-being during the COVID-19 pandemic: A two-country study of basic psychological need satisfaction, intrinsic learning motivation, positive emotion and the moderating role of self-regulated learning. *Int. J. Psychol.* 56/6, 843–852.
- [15] Sommer, K. et al. (2013). KEMIE – Kinder erleben mit ihren Eltern Chemie. CHEMKON 20/5 (Sonderausgabe).
- [16] Kakoschke, A. (2014). Wahrnehmung intendierter Lehrziele in einer Eltern-Kind-Intervention mit dem Schwerpunkt nature of science. Sierke. Göttingen.
- [17] Borz, J., Schuster, C. (2010). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 7. Aufl. Springer, Berlin.
- [18] Turk, M., Heddy, B. C., Danielson, R. W. (2022). Teaching and social presences supporting basic needs satisfaction in online learning environments: How can presences and basic needs happily meet online? *Computers & Education* 180/3–4.
- [19] Zierer, K. (2021). Herausforderung Homeschooling. 2., erw. Aufl. Schneider, Baltmannsweiler.
- [20] Sommer, K., Wirth, J., Rummel, N. (2018). Authentizität der Wissenschaftsvermittlung im Schülerlabor. *Unterrichtswissenschaft* 46, 253–260.
- [21] Schüttler, T. et al. (2021). Die Wirkung der Authentizität von Lernort und Laborgeräten auf das situationale Interesse und die Relevanzwahrnehmung beim Besuch eines naturwissenschaftlichen Schülerlabors. *ZfDN* 27, 109–125.

Eingegangen am 15. Januar 2022

Angenommen am 19. März 2022