

Schriftenreihe der Lernwerkstatt  
des Instituts für Sonderpädagogik

Julius-Maximilians-

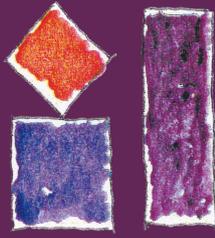
**UNIVERSITÄT  
WÜRZBURG**

Lernwerkstatt  
online

Katja Weirauch,  
Claudia Schenk,  
Christoph Ratz,  
Christiane Reuter

Chemie all-inclusive

Band 2



# Lernwerkstatt online

## Schriftenreihe der Lernwerkstatt des Instituts für Sonderpädagogik

Seit 2008 besteht am Institut für Sonderpädagogik der Universität Würzburg eine sehr lebendige Lernwerkstatt, die eine Fülle von Materialien bereithält und aus der heraus gelehrt und geforscht wird. Die Schriftenreihe publiziert Beiträge, die im Rahmen von Studienarbeiten, Projekten oder Seminaren entstanden sind. Ziel ist es, praxisnahe und -relevante Forschungsarbeiten zu veröffentlichen. Dabei liegen die Schwerpunkte sowohl auf bildungsrelevanten Themen (z.B. auf der Verknüpfung der Fachdidaktiken mit sonderpädagogischen Inhalten) – als auch auf Fördermöglichkeiten im Gemeinsamen Unterricht. Die Schriftenreihe ist ein Angebot an alle Personen, Lehrkräfte, wissenschaftlich Arbeitende, Studierende sowie weitere Zielgruppen, die im Bildungssektor tätig sind. Sie erfüllt eine Brückenfunktion, indem wertvolle wissenschaftliche Auseinandersetzungen aus dem Institut für Sonderpädagogik der Universität Würzburg heraus in die Fachöffentlichkeit transportiert werden.

Herausgeber:  
Institut für Sonderpädagogik

Schriftleitung:  
Dr. Walter Goschler, Petra Vogt

© Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Lernwerkstatt - Institut für Sonderpädagogik  
Wittelsbacherplatz 1  
97074 Würzburg  
Tel.: +49 931 31-84664  
lernwerkstatt.sonderpaedagogik@uni-  
wuerzburg.de  
<http://www.lernwerkstatt.sonderpaedagogik.uni-wuerzburg.de>  
Alle Rechte vorbehalten.  
Würzburg 2020.

Dieses Dokument wird bereitgestellt durch  
den Publikationsservice der Universität  
Würzburg.

Universitätsbibliothek Würzburg  
Am Hubland  
D-97074 Würzburg  
Tel.: +49 931 31-85906  
[opus@bibliothek.uni-wuerzburg.de](mailto:opus@bibliothek.uni-wuerzburg.de)  
<https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de>

ISSN: 2627-4396



Zitiervorschlag:

Weirauch, Katja; Schenk, Claudia; Ratz, Christoph; Reuter, Christiane: Chemie all-inclusive. Ein Kompendium von Methodenwerkzeugen für die Entwicklung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. Lernwerkstatt online, Band 2 (2020). DOI: 10.25972/OPUS-20766

# Chemie all-inclusive

Ein Kompendium von Methodenwerkzeugen für die  
Entwicklung inklusiv angelegter  
naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen



Dr. Katja Weirauch

Claudia Schenk

Prof. Dr. Christoph Ratz

Dr. Christiane Reuter

Universität Würzburg, 2020

Chemie all-inclusive



# Chemie all-inclusive

Ein Kompendium von Methoden-Werkzeugen für die Planung inklusiv angelegter Experimentier-Stationen

## 1. Was Sie hier finden und wie es entstanden ist

Der vorliegende Text ist die Verschriftlichung eines Methoden-Kompendiums, das an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) für ein fakultätsübergreifendes Hochschulseminar entstanden ist und im Rahmen des *Chemie all-inclusive*-Projekts fortentwickelt wurde. In diesem Seminar entwerfen Studierende aller sonderpädagogischen Förderbereiche und aller Lehrämter und Fächer, die an der JMU studiert werden können, Experimentier-Stationen zu Themen aus der Chemie. Die besondere Herausforderung für die Dozentinnen ist es also, die große Bandbreite und sehr unterschiedlich fokussierten Expertisen der Studierenden zielführend zu aktivieren und letztlich zu einem gemeinsamen Verständnis zusammenzuführen. Studierende sollen sich vor dem Hintergrund bereits gelerntem Wissen und Erfahrungen, mit Aspekten von Heterogenität im Chemie-Unterricht auseinandersetzen. Ziel ist auch das Formen ihrer eigenen Haltung in aktiver Auseinandersetzung mit Theorie und Praxis. Hierfür hat sich ein Kompendium von hochschuldidaktischen Methoden bewährt, welches Ansätze aus der Sonderpädagogik und den Naturwissenschaften-Didaktiken zusammenführt. Am Ende soll die Entwicklung einer generisch inklusiv-naturwissenschaftlichen Perspektive für alle Beteiligten erreicht werden.

Bisher entstanden mit dieser Methodik über 70 Experimentier-Stationen, die am Ende des Seminars jeweils mit einer Schulklasse im Lehr-Lern-Labor des MIND-Center erprobt und dann mit Lehrkräften und Dozent\*innen reflektiert wurden. Seit 2016 fanden 14 Halbtags-Lehr-Lern-Labore statt. Bisher nahmen ca. 140 Studierende, ca. 160 Schüler\*innen, ca. 40 Lehrkräfte sowie weitere schulische Betreuungskräfte teil. Die Lernenden kamen aus Klassen mit verschiedenen Förderschwerpunkten, wie beispielsweise aus den Förderschwerpunkten geistige Entwicklung, Lernen und emotional-soziale Entwicklung. Aus unterschiedlichen Jahrgangsstufen (Jgst. 3 bis Berufsschulstufe) sowie aus Kooperationsklassen (mit Lernenden aller Leistungs- und Förderschwerpunkten), aus Regelschulen oder aus Klassen für geflüchtete Schüler\*innen (DaZ). Darüber hinaus wurden ausgewählte Experimentier-Stationen mehrfach iterativ erprobt und erneut überarbeitet. Die Methodenwerkzeuge und die Stationen wurden im Rahmen von Workshops auf Tagungen (KLGH, 2017; GDCh, 2018) sowie in Blockseminaren an weiteren Universitäten in Deutschland vorgestellt und diskutiert.

**Die Stationen der Lehr-Lern-Labors (LLL) sind so gestaltet, dass alle Schüler\*innen – unabhängig davon, welche körperlichen, sozial-emotionalen und intellektuellen Voraussetzungen sie mitbringen – an ihnen handelnd aktiv werden können, idealer Weise gemeinsam (Feuser, 1984a). Ziel ist aber nicht nur die Handlung an sich, sondern für alle Schüler\*innen auch das Erreichen einer Fachlichkeit (Ratz, 2011a, 2011b) im Rahmen der individuellen Zone der nächsten Entwicklung (Wygotskij, 1987).**

Das hier vorgelegte Methoden-Kompendium kann für alle Personen, die inklusive experimentelle Settings pädagogisch gestalten wollen, hilfreich sein – also Lehrkräfte, die naturwissenschaftliche Inhalte in ihren Unterricht integrieren wollen ebenso, wie Lehramtsstudierende oder Universitäts-Dozent\*innen, die Lehr-Lern-Labor-Stationen planen wollen.



## 2. Grundidee: „für Alle“ denken, statt „auch ermöglichen“

Eine besondere Qualität des *Chemie all-inclusive* Projekts liegt darin, dass es konsequent vom Lernenden aus gedacht ist. Die meisten bisher verfügbaren Materialien und Konzepte für den Unterricht oder Lehr-Lern-Labore gehen von einem curricularen Inhalt aus, bieten also zum Beispiel eine didaktische Umsetzung zum Thema „Verbrennung“ oder „Salze“ (z. B. (Baumann, Kieserling, Struckholt, & Melle, 2018; Groß, 2018). Wir gehen vom Alltag der Lernenden aus – das Phänomen ist die Leitlinie durch die Station und nicht der Fachinhalt. Viele Konzepte fokussieren letztlich auf ausgewählte Gruppen, zum Beispiel Lernende mit Migrationshintergrund (Affeld et al., 2016) oder streben eine möglichst starke Differenzierung an (Affeldt, Siol, Markic, & Eilks, 2018; Groß & Schumacher, 2018). Wir wollen die LLL-Stationen so planen, dass sie für alle Lernenden passen – ob Förderbedarf geistige Entwicklung oder hochbegabt. Was jede\*r Lernende dann von der Station „mitnimmt“, wird und darf verschieden sein. Uns sind kaum Beispiele aus der Chemie-Didaktik bekannt, die eine wirkliche Zielverschiedenheit zulassen. **Mit einer Zielgleichheit, und sei sie auch im Sinne eines Minimalkonsenses gedacht, ist aber nach unserem Dafürhalten nur eine eingeschränkte Inklusion möglich.** Wir verfolgen einen Ansatz, den Florian (2015) als „inclusive pedagogical approach“ beschreibt, bei dem nicht im Sinne von „more and some“ gedacht wird, sondern ein „everybody“. Eine inklusive Experimentierstation ist für uns also nicht eine, die besondere Hilfsmittel für bestimmte Lernende vorsieht, sondern eine, die so gestaltet ist, dass sie grundsätzlich für alle Lernenden passend ist!

### Gemeinsam, aber individuell

Grundsätzlich lernen – und das macht das generisch Inklusive an diesem Konzept aus – die Schüler\*innen an und über einen gemeinsamen Gegenstand in gemeinsamen Lernsituationen (Feuser, 1989; Wocken, 1998). Die Zielverschiedenheit wird dabei einerseits durch eine entsprechende didaktische Aufbereitung ermöglicht (schriftliches Material, Sprache, Konzertierung des Experiments, Arbeit mit Modellen, etc.). Andererseits wird in unseren Lehr-Lern-Laboren die für eine Zielverschiedenheit notwendige Flexibilität durch a) eine sehr individuelle Betreuung der Lernenden in Kleingruppen (2-3 Schüler\*innen) und b) dadurch, dass keine zeitlichen Vorgaben für die Bearbeitung der Stationen geschaffen wurden. Auf diesem Weg können – und das halten wir für die Qualität inklusiver Konzepte für essentiell – jedem Lernenden auch exklusive Momente für sein Lernen ermöglicht werden (Markowetz, 2004).

### Fachlicher Anspruch für alle

Im Gegensatz zu üblichen integrativen Ansätzen ist zentrales Ziel unserer Arbeit an inklusiven naturwissenschaftlichen Experimentier-Stationen der Anspruch eines Zugewinns an Fachlichkeit für alle Schüler\*innen (Ratz, 2011a, 2017). Technisch interessierte Berufsschulstufenschüler\*innen aus dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung sollen ebenso neue Erkenntnisse erwerben können, wie hochbegabte Grundschüler\*innen oder Lernende mit Deutsch als Zweitsprache, die neue Phänomene entdecken und Begrifflichkeiten dazu erwerben. Damit arbeiten wir gegen ein (unserer Beobachtung nach) im momentanen Unterrichtsalltag verbreitetes integratives Inklusions-Verständnis, das Lernende zwar sozial einbindet, *aber nicht inhaltlich!* Wir sind überzeugt, dass Lernende mit so genanntem „Förderbedarf“ mehr können, als das Becherglas zu halten oder mit Kugeln und Zahnstochern zu basteln. Allen Lernenden muss im gleichen Maße das Erreichen ihrer individuellen „Zone der nächsten Entwicklung“ möglich sein (Wygotskij, 1987).



### 3. Wie Sie das Kompendium nutzen können

Die unten beschriebenen Methodenwerkzeuge sind alle für sich genommen nicht wirklich neu. Insofern werden Sie sicher das ein oder andere finden, das Sie längst kennen. Neu aber ist die stringente und gezielt aufeinander abgestimmte Kombination der sonderpädagogischen und fachdidaktischen Perspektive. Insofern können erfahrenere Lehrkräfte sicher den ein oder anderen unten beschriebenen Schritt durchlaufen, ohne unsere methodischen Vorschläge zu benötigen. Sonderpädagog\*innen müssen wir nicht erklären, wie man einen Text in Leichter Sprache formuliert und einer Biologie-Didaktikerin oder einem Physik-Lehrer müssen wir nicht nahebringen, welches die Schritte des Naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges sind und wie man sie mit Lernenden thematisiert. Für den oder die Planende\*n mit der jeweils anderen Expertise haben sich die hier dargestellten Methodenwerkzeuge aber als sehr hilfreich erwiesen.

Weiterhin hat sich die hier vorgeschlagene Reihenfolge der Planungsschritte bewährt. Um zum Beispiel sicherzustellen, dass man Lernende wirklich in ihrer Welt „abholt“ und für ein Thema interessiert, ist es nicht hilfreich, vom fachlichen Inhalt auszugehen, diesen zu verstehen und sich dann einen alltagsbezogenen Kontext zu suchen. Nach unserer Erfahrung ist das Ergebnis ein grundlegend anderes, wenn man konsequent vom Kontext aus und an ihm weiter plant. Gleiches gilt für die fachliche Klärung bis ins Prinzipielle und die Berücksichtigung möglicher Zugangsebenen bei der Planung aller Erkenntnisschritte, etc. Insofern empfehlen wir, zumindest anfänglich alle vorgestellten Planungsinstrumente in der angegebenen Reihenfolge zu nutzen, vor allem dann, wenn es weniger erfahrenen Lehrkräften oder Studierenden bei der Planung inklusiver naturwissenschaftlicher Inhalte weiterhelfen soll.

## 4. Planungs-Schritte und Methoden-Werkzeuge

### 4.1. „inklusive Abholen“

Am Anfang der Planung der inklusiven LLL's an der JMU ist in der Regel weder die Jahrgangsstufe noch die Leistungsfähigkeit der Schüler\*innen klar, die am Ende ins LLL kommen werden. Insofern muss so geplant werden, dass die Experimentier-Stationen für alle passen – „egal wer da kommt“. Als zeitliche Orientierung geben wir den Studierenden zunächst 20 Minuten pro Station an (Aufmerksamkeitsspanne eines Lernenden).

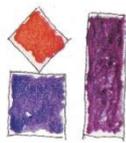
Nicht nur Lernenden fällt der Zugang zur Chemie leichter, wenn sie nicht vom Fach ausgehen – auch (nicht Chemie studierenden) Studierenden. Zu Beginn der Planung inklusiver Experimentier-Stationen steht nach unserem Konzept daher nie der fachliche Inhalt, sondern stets die Findung eines *authentischen Phänomens* aus der Erlebenswelt der Lernenden. Solche oft als „Kontexte“ subsumierten Phänomene bieten den Lernenden einerseits die Möglichkeit, ihr Vorwissen einzubringen und so einen Zugang zum chemischen Inhalt zu finden (Parchmann, Demuth, Ralle, Paschmann, & Huntemann, 2001). Andererseits können sie sinngemäß für diese fachlichen Inhalte wirken (Demuth, Gräsel, Parchmann, & Ralle, 2008). Im Gegensatz zu den üblicherweise im Chemie-Unterricht verwendeten Kontexten (z. B. Kuballa, 2008) suchen wir für die inklusiven Experimentier-Stationen nach einem enger gefassten, näher am Erleben des Lernenden situierten Phänomen (Weirauch, Lohwasser, Fenner, & Geidel, 2019) mit potenzieller emotionaler Wirksamkeit („Grinsen oder Grübeln“). Ein solch wirksames Phänomen zu finden, ist nicht einfach.



## DIM's

Ein „DIM“ ist ein „Das interessiert mich“. Dieses Methodenwerkzeug eignet sich, um zu einer Fokussierung und Verbalisierung der eigenen Interessen zu gelangen. Es wurde ursprünglich entwickelt, um Schüler\*innen in Wissenschaftspropädeutischen Seminaren zu einer individuellen Forschungsfrage für ihre Seminararbeit zu verhelfen (Weirauch, 2017). Es eignet sich aber auch gut, um einen emotional wirksamen, als authentisch empfundenen Kontext bzw. ein hinführendes Phänomen zu entwickeln:

1. Entscheiden Sie in der Gruppe, ob Sie sich für das Lehr-Lern-Labor auf ein Themenfeld (z. B. Lebensmittel) oder eine Altersstufe festlegen wollen (z. B. Primarstufen-Niveau).
2. Finden Sie sich in Planungs-Tandems oder -Teams zusammen und machen Sie ein **WebQuest** mit dem Ziel, (unter o.g. Fokussierung) mindestens ein und maximal drei **DIM's** zu finden.
  - suchen Sie nach etwas, das *Sie selbst* bemerkenswert und interessant finden! Wenn Sie sich selbst für die Sache begeistern, können Sie die Lernenden auch besser mitnehmen!
  - Denken Sie an „G&G“ (grinsen oder grübeln)!  
Wenn Sie selbst bei Begegnung mit dem Phänomen in breites Grinsen ausbrechen und das Gefühl haben, dass das „Teufelchen in Ihnen“ diese Sache gern mal ausprobieren würde, geht es Lernenden meist ähnlich.  
Wenn Sie bei der Begegnung stutzen und erst einmal innerlich ein „Uff“ ausstoßen, gilt Gleiches. Auch negative Emotionen können aktivierend für das Lernen wirken (Pekrun, 2006) – zum Beispiel der Plastik-Ring um eine Schildkröte oder der Sonnenbrand, den Sie im letzten Urlaub hatten.
  - Persönliche Betroffenheit ist wichtig! (Windschitl, Thompson, & Braaten, 2018). Suchen Sie nach einem Phänomen, das so nahe wie möglich an der Interessenwelt der Lernenden liegt!
  - Soziale Netzwerke wie YouTube, tiktok, Instagram, etc. eignen sich bestens, um ungewöhnliche Phänomene zu finden, für die sich Kinder und Jugendliche (und humorvolle Erwachsene) interessieren.
3. Notieren Sie mindestens ein, maximal 3 DIM's.
4. Recherchieren Sie für die DIM's nach möglichen experimentellen oder sonst wie handelnden Zugängen, die es zu diesem Themenfeld gibt. Auch aus „Pfannekuchenbacken“ lässt sich durch Variation der relevanten Variablen ein Experiment machen!
5. Finden Sie sich mit einer anderen Gruppe und/oder Ihrem Dozenten/ Ihrer Dozentin zusammen. Diskutieren Sie, welches der DIM's Ihrer Meinung nach von den Lernenden am stärksten als *authentisch* und *besonders* (van Vorst, 2013; Vorst, Fechner, & Sumfleth, 2017) empfunden wird.
6. Entscheiden Sie sich für ein möglichst *konkretes* Phänomen, das Sie mit den Lernenden an der Station erkunden wollen. Welchem Objekt oder Prozess im Zusammenhang mit Ihrem Phänomen begegnen die Lernenden als erstes, wenn sie an Ihre Station kommen?



Bevor konkrete Fragen formuliert oder passende experimentelle Zugänge zur deren Beantwortung entwickelt werden können, muss zunächst der chemische Hintergrund des gefundenen Phänomens verstanden werden.

## 4.2. Zugrundeliegende Prinzipien offenlegen

Die *Fachliche Klärung* (Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek, 1997) eines solchen authentischen Phänomens muss für heterogene Schülergruppen erfahrungsgemäß weitreichender betrieben werden, als für „üblichen“ Unterricht. Es reicht nicht, wenn Sie verstanden haben, dass Gummibärchen aus Gelatine gemacht werden, dass langkettige Eiweiß-Moleküle beteiligt sind und welche Wechselwirkungen beim Quellen und Gelieren eine Rolle spielen. Sie müssen auf einer Meta-Ebene für sich geklärt haben, welches grundlegende Prinzip eigentlich hier vorliegt und verstanden sein muss, um den konkreten Fall erklären zu können. Soll es darum gehen, dass es nicht nur „fest“ und „flüssig“ gibt, sondern auch etwas dazwischen? Oder darum, dass sich das Volumen ändert, weil Wasser in eine netzartige Struktur eingelagert wird?

Um inklusive Lern-Settings konzipieren zu können, muss die Lehrkraft also ein derart grundsätzliches Verständnis von den Inhalten entwickeln, dass die zugrundeliegenden Prinzipien offengelegt werden, weil ...

... nur so die didaktische Reduktion der Inhalte bis an ihre Grenzen (elementarste Erklärung bei fachlicher Korrektheit) betrieben werden kann.

... vom Fach her der Kompetenzbereich *Fachwissen* nicht nur die Vermittlung von isoliertem Faktenwissen vorsieht, sondern das Erfassen der Inhalte über grundlegende Prinzipien, z. B. als Basiskonzepte (KMK, 2005). Diese müssen daher offengelegt und mitgedacht werden (Weirauch et al., 2019)

... von der Pädagogik her unter dem Gemeinsamen Gegenstand eben nicht das von allen durchzuführende Experiment verstanden wird, sondern der „zentrale Erkenntnisprozess“ (Feuser, 1984b), den sich alle so weit wie ihnen möglich erschließen sollen.

### Fachliche Klärung für authentische Phänomene

- Lesen Sie sich mit für Sie verfügbaren Quellen „so schlau wie möglich“
- Seien Sie misstrauisch, wenn es um Internet-Quellen geht
- Suchen Sie sich naturwissenschaftlich entsprechend ausgebildete Berater\*innen, die Ihnen die Dinge mit einfachen Worten erläutern.

Wir stoßen bei der Erklärung ganz banaler Alltags-Phänomene immer wieder auf Fragen, die selbst gestandene Professor\*innen nicht ohne Weiteres beantworten können. Es ist zum Beispiel gar nicht so einfach zu erklären, warum Tausalz auf der Straße angeblich Eis zum Schmelzen bringt, aber mit Salz und Wasser eine Kältemischung bewirkt. Geben Sie also nicht auf – es ist tatsächlich herausfordernd. Aber es lohnt sich! Gehen Sie davon aus, dass Sie in der Regel während der Entwicklung ihres experimentellen Zugangs und der dazugehörigen Erklärung iterativ eine fachliche Klärung werden betreiben müssen, weil durch die notwendige maximale Vereinfachung immer wieder Fragen auftauchen, die man bei einer üblichen Unterrichtsvorbereitung schlichtweg nicht stellen würde. Triebkraft ist dabei auch die Notwendigkeit, die Dinge mit möglichst einfachen Worten dennoch richtig zu erklären.



### 4.3. Fragestellung und Experiment

Ausgehend vom authentischen Phänomen und seinen fachlichen Hintergründen lassen sich nun konkrete Fragestellungen entwickeln, die an der Station mit dem Experiment beantwortet werden sollen. Auch hier muss unbedingt Wert daraufgelegt werden, dass für die Schüler\*innen wirklich relevante und realistische Fragen gestellt werden. Die im Vorfeld erfolgte fachliche Klärung bis ins Detail hilft beim Finden einer didaktisch sinnvollen Perspektive: Idealerweise lässt sich die relevante Fragestellung so beantworten, dass ein zugrundeliegendes Prinzip verstanden wird.

Je nachdem, ob Labor-Materialien und -Chemikalien benötigt werden oder nicht, arbeiten die Studierenden in dieser Phase im Labor oder zu Hause. Alle im Laden oder über das Internet erwerbten Materialien werden dabei von den Studierenden selbst organisiert und später abgerechnet.

Wir vertreten den Ansatz, dass es grundsätzlich keine Demonstrations-Versuche im LLL geben soll. Die Lernenden sind gekommen, um selbst handelnd tätig zu werden. Potenziell müssen daher alle Experimente so konzipiert sein, dass Schüler\*innen sie grundsätzlich eigenhändig durchführen können. Wichtig ist daher, schon bei der Planung auch über eine möglichst realistische und vereinfachte Praxis nachzudenken:

- Welche Hilfen können selbstständiges Arbeiten ermöglichen?
- Wie kann ungeübten Schüler\*innen dennoch das gefahrlose Durchführen des Experiments ermöglicht werden?
- Welche Handgriffe können wie assistierend unterstützt werden?
- Wie kann durch Nutzung alternativer Versuchsaufbauten die Gefährdung minimiert werden?



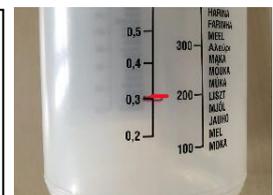
## Gestaltung sicherer Labor-Arbeit



**Beispiel**  
 Unterstützte Handhabung



**Beispiel**  
 Orientierungshilfe am Laborplatz durch farbliche  
 Markierungen oder  
 Markierung der Füllhöhe

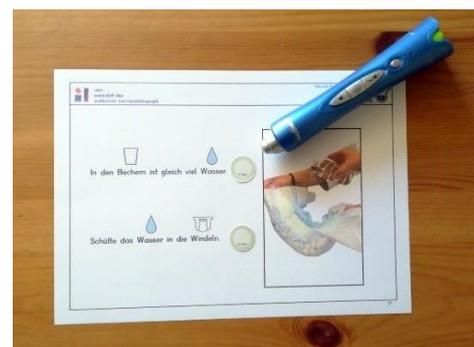


**Beispiel** eines vereinfachten Versuchs-Aufbaus für die  
 Luminol-Reaktion:

Ein kleines Präparate-Gläschen wird in eine größere  
 Flasche fallen gelassen (hier wurde nur für den besseren  
 Kontrast auf dem Foto eine braune Flasche verwendet).  
 Die Glasflasche wird fest verschraubt. Schütteln  
 vermischt die beiden Flüssigkeiten in den Gefäßen, ohne  
 dass der Inhalt herausspritzen kann.

**Beispiele** für technische Hilfsmittel, die die  
 Eigenständigkeit der Lernenden unterstützen können:

- Beim Powerlink handelt es sich um einen  
 Netzschaltadapter, mit dessen Hilfe sich  
 Elektrogeräte (z. B. Fön, Rührgerät) mittels  
 eines großen Schalters ein- bzw. ausschalten  
 lassen. Dieser Schalter kann auch dann gut  
 bedient werden kann, wenn die Koordination  
 wenig gezielt ist.
- Ein so genannter „Anybookreader“ ist ein Stift  
 mit Speicherfunktion. Die Lehrkraft kann  
 Informationen auf ihn aufsprechen. Diese  
 werden durch den Kontakt mit bestimmten  
 Klebepunkten ausgelöst und abgespielt. Durch  
 Aufkleben der Klebepunkte auf Geräte oder  
 Abbildungen kann die Lehrkraft gezielt  
 Informationen zu den Objekten zeitgenau an  
 die Schüler\*innen geben.





#### 4.4. Zugänge für *Alle* schaffen

Mit authentischem Phänomen und fachlicher Klärung sind die Inhalte der Station umrissen. Jetzt muss die didaktische Reduktion und Rekonstruktion folgen (Kattmann et al., 1997; Reinfried, Mathis, & Kattmann, 2009).

Denkt man dabei den oben formulierten Anspruch, dass „alle kommen können und aktiv handelnd tätig werden sollen“ konsequent mit, so müssten stets alle Eventualitäten an möglichen Einschränkungen und Stärken der Lernenden mit bedacht werden. Das wäre wünschenswert, ist aber unrealistisch. Faktisch kommt unserer Erfahrung nach bei jeder Durchführung einer Experimentier-Station mit Lernenden ohnehin wieder eine neue Facette hinzu, die mitberücksichtigt und für die Wege ermöglicht werden sollten – das gilt für jede Art von LLL und Schülerschaft. Ein Weg aus dem Dilemma bietet sich, wenn man dafür sorgt, dass bei jedem Erkenntnisschritt stets verschiedene Zugänge zum Inhalt angeboten werden. Goschler (2018) hat hierfür in Anlehnung an das Lernstrukturgitter von Kutzer (1999) ein Planungsraster mit vier Zugangsebenen entwickelt. Theoretische Überlegungen aus der kulturhistorischen Schule zu den Niveaustufen der geistigen Tätigkeiten nach Leontjev (1980), die verschiedenen Aneignungsmöglichkeiten nach Straßmeier (2000) sowie die Repräsentationsmodi nach Bruner et al. (1971) bilden die Grundlage für diese sogenannten Zugangsebenen. Ziel ist es alle verschiedenen „Zugangstüren“ bei der Planung zu bedenken und für die Schüler\*innen zu öffnen. Folgende Zugänge sind bei der Planung inklusiver Experimentierstationen zu berücksichtigen:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| - Basal-perzeptive Ebene:        | Zugang über Wahrnehmungsprozesse                 |
| - Konkret-gegenständliche Ebene: | Zugang über Gegenständlichkeit und Handlung      |
| - Anschaulich-symbolische Ebene: | Zugang über Veranschaulichung und Symbolisierung |
| - Abstrakt-begriffliche Ebene:   | Zugang über Abstraktion                          |

Das Planungsinstrument selbst (2018) entspricht einer Tabelle, in welchem für jeden Erkenntnisschritt möglichst konkrete Vorhaben bzw. Zugänge zum gemeinsamen Gegenstand notiert werden. Wir benutzen diese Tabelle in verschiedenen Planungs-Stadien wiederholt. Zunächst muss man sich darüber klarwerden, was mit den Zugangsebenen gemeint ist:

Die **basal-perzeptive Ebene** meint das grundlegende Erschließen der Umgebung über die fünf Sinne, z. B. das Erkunden von Farbe, Textur, Geschmack, etc. Für das Beispiel der Herstellung von Quark durch die Denaturierung von Milch-Eiweiß wäre ein basal-perzeptiver Zugang über die Wahrnehmung, dass die Schüler\*innen an Milch, Molke, Quark und Zitronensaft riechen können. Sie sehen das Ausflocken der Milch und das Tropfen der Molke durch das Sieb, weiterhin schmecken sie die Zitronensäure und erkennen den Geschmacksunterschied zwischen Milch, Quark und Molke, sie spüren beim Rühren, wie sich die flüssige Milch anfühlt und dass diese beim Ausflocken dickflüssiger wird.

Zu berücksichtigen ist, dass dieser Zugang keineswegs eine Form der Beschäftigung für Kinder mit Beeinträchtigungen darstellt, sondern konkret und sinnhaft in das fachliche Ziel eingebettet sein muss! Es genügt also nicht, die o. g. Erfahrungen isoliert zu machen! Erst in diesem Zusammenhang können ALLE Schüler\*innen von einem Zugang über die Wahrnehmung profitieren.

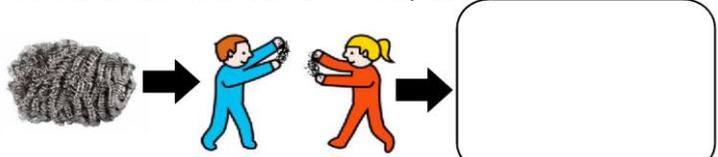


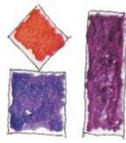
Eine weitere Möglichkeit ist der Zugang über ein konkretes Handeln, die **konkret-gegenständliche Ebene** des Erkundens. Wesentlich ist dabei, dass es sich NICHT um ein bloßes Tun und vordergründiges Hantieren handelt, sondern um eine kognitive Aktivierung, die mit Denkprozessen einhergeht. Dabei kann es verschiedene Möglichkeiten der Kooperation zwischen Lehrenden und Lernenden geben, wenn beispielsweise die Lehrkraft dem Kind bei bestimmten Handlungsschritten assistiert, zur Nachahmung anregt oder Handlungsschritte verbalsprachlich oder durch Visualisierung angeleitet werden. Alle Handlungen im Zusammenhang mit dem Experimentieren sind in der Regel konkret-gegenständlich, aber auch der Umgang mit Realmodellen.

Im Falle unseres Beispiels zur Herstellung von Quark messen die Schüler\*innen Milch ab, pressen die Zitrone, füllen den Saft der Zitrone in die Milch und verrühren die beiden Flüssigkeiten. Anschließend füllen sie das Gemisch in das Sieb durch den zweiten Messbecher. In einem handelnden Umgang mit dem Modell spielen sie die Denaturierung des Eiweißes mit Hilfe von Stahlschwämmen im Sinne eines Teilchen-Theaters (s.u.) nach.

Eine weitere Möglichkeit ist der Zugang über Abbildung und Symbole, also die Visualisierung auf der **anschaulich-symbolische Ebene**. Durchdacht werden sollte hierbei, inwieweit die Verbalsprache durch Realgegenstände, Fotos und symbolische Abbildungen unterstützt werden kann. Die Nähe eines Referenzgegenstandes mit seinem Abbild wird als Ikonizität (geprägt von Peirce) bezeichnet und sollte in jedem Fall bedacht werden. Für manche Schüler\*innen können abstrakte symbolische Darstellungen Ursache für Verständnisschwierigkeiten sein.

Innerhalb der Station zum Thema Quark führen die Schüler\*innen den Versuch z. B. mit Hilfe einer visualisierten Anleitung durch. Gleichzeitig erhalten sie Piktogramme und Grafiken zur Unterstützung (optische Markierung am Messbecher, Kennzeichnung der Bestandteile auf der Milchpackung) sowie eine bildliche Darstellung der Elemente des Modells. Als Sicherung gibt es die Möglichkeit die gewonnenen Erkenntnisse nicht nur schriftlich, sondern auch zeichnerisch oder durch das Aufkleben entsprechender Bild-/ Wortkarten festzuhalten. Weitere Möglichkeiten und Ideen finden Sie unter Punkt 4.6.

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Durchschnittliche Nährwerte in 100 ml:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energie</td> <td>267 kJ / 64 kcal</td> </tr> <tr> <td>Fett</td> <td>3,5 g</td> </tr> <tr> <td>  davon gesättigte Fettsäuren</td> <td>2,3 g</td> </tr> <tr> <td>Kohlenhydrate</td> <td>4,7 g</td> </tr> <tr> <td>  davon Zucker</td> <td>4,7 g</td> </tr> <tr> <td>Eiweiß</td> <td>3,4 g</td> </tr> <tr> <td>Salz</td> <td>0,13 g</td> </tr> <tr> <td>Calcium</td> <td>120 mg</td> </tr> </tbody> </table>	Durchschnittliche Nährwerte in 100 ml:		Energie	267 kJ / 64 kcal	Fett	3,5 g	davon gesättigte Fettsäuren	2,3 g	Kohlenhydrate	4,7 g	davon Zucker	4,7 g	Eiweiß	3,4 g	Salz	0,13 g	Calcium	120 mg	<p>Das ist im Modell:</p> <p>Eiweiß:  Wasser: </p> <p>Fett:  Zucker: </p>	
Durchschnittliche Nährwerte in 100 ml:																				
Energie	267 kJ / 64 kcal																			
Fett	3,5 g																			
davon gesättigte Fettsäuren	2,3 g																			
Kohlenhydrate	4,7 g																			
davon Zucker	4,7 g																			
Eiweiß	3,4 g																			
Salz	0,13 g																			
Calcium	120 mg																			
 <p>1.</p>	 <p>2.</p>	 <p>3.</p>	 <p>4.</p>	 <p>5.</p>	 <p>6.</p>															
	<p>Das macht die Säure mit den Eiweißen.</p> 																			



Schließlich kann über eine **abstrakt-begriffliche Ebene** die Wirklichkeit rein kognitiv erfasst werden. Hierbei erfolgt die Aneignung über Sprache, Gedanken und Schrift ohne direkte Anschauungsmittel. Im Fall von Experimentierstationen findet dies beispielsweise bei der Formulierung von Hypothesen oder Begründungen, bei dem Erwerb von Fachbegriffen oder beim Transfer auf andere Phänomene statt. Innerhalb der Konzeption von Experimentierstationen, die für ALLE Schüler\*innen geeignet sein sollen, sollte deshalb in besonderem Maß darüber nachgedacht werden, welche Fachbegriffe nötig sind und welche man weglassen bzw. vereinfacht formulieren kann oder muss. Auch der Einsatz von Schriftsprache und Verbalsprache sollte wohlüberlegt und gut reflektiert sein. Während die „Differenzierung nach oben“ aufgrund der erfolgten gründlichen fachlichen Klärung den Studierenden in der Regel leicht fällt und erfahrungsgemäß auch spontan geleistet werden kann, gilt dies für die „Differenzierung nach unten“ nicht.

Im Falle unseres Beispiels zum Quark erkennen die Schüler\*innen innerhalb der abstrakt-begrifflichen Ebene den Zusammenhang zwischen Versuch und Modell, sie bilden Hypothesen und finden Begründungen für das Phänomen. An der Station begegnen ihnen Fachbegriffe, wie *Eiweiß*, *Fett* und *Zucker* als Bestandteile der Milch, aber auch die Begriffe *Säure*, *Quark*, *Molke*. Je nach Schwerpunktsetzung und Ziel werden Begriffe wie *Emulsion*, *Filter* bzw. *filtrieren* eingeführt.

Alle vier Zugangsebenen stehen für alle Lernenden offen und es gibt keine Hierarchie unter ihnen. Sie sind nicht streng voneinander abgrenzbar und beeinflussen sich gegenseitig. Welcher Zugang in welcher Situation für welchen Lernenden passt, ist individuell völlig unterschiedlich. Auch Kinder mit Förderbedarf geistige Entwicklung können bei passender Formulierung von der abstrakt-begrifflichen Ebene profitieren wie hochbegabte Kinder von Angeboten auf basal-perzeptiver Ebene. Während für den einen Erkenntnisschritt die eine Ebene passt, hilft vielleicht für die nächste eine andere. Daher müssen für jeden Schritt alle Zugangsebenen stets mit bedacht und ermöglicht werden.

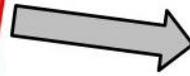
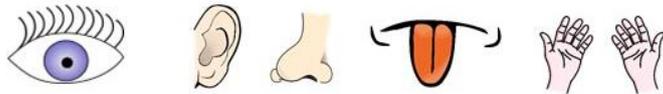


## Zugang über Wahrnehmungsprozesse *Basal-perzeptive Ebene*



Ausgangspunkt der Wahrnehmung = 5 Sinne!

*Aneignung über Wahrnehmung und Bewegung:  
 Fühlen, Schmecken, Sehen, Riechen, Hören, Spüren*



**Nutzen Sie möglichst viele Sinne!!**

Durch aktive Auseinandersetzung  
 Inhalte „erlebbar“ machen

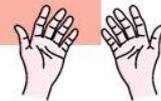


Kinder mit Sinnesbehinderungen  
 und Wahrnehmungsstörungen

## Zugang über Gegenständlichkeit, Handlung *Konkret-gegenständliche Ebene*



Basis ist das konkrete Handeln mit  
 gezielter, aktiv einwirkender Tätigkeit



Nachvollzug am konkreten Gegenstand

Kinder entdecken Zusammenhänge zwischen  
 Ursache und Wirkung

Wiederholbarkeit der Vorgänge erleichtert die  
 Erfassung des Wirkmechanismus



**Nicht nur bloßes Tun!!**  
 Handeln muss mit Denkprozessen verbunden sein!

Quelle: Grafiken entstammen der Sammlung [www.openclipart.org](http://www.openclipart.org) und sind als Open-source-objekte deklariert.



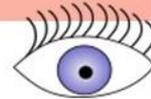
## Zugang über Visualisierung, Symbolisierung *Anschaulich-symbolische Ebene*



Durch das Bild eines Gegenstandes zunehmend eigene Vorstellungen entwickeln

### **Verwenden Sie Bilder!!**

Alles was Sie sagen, sollte irgendwie veranschaulicht werden:  
*durch Originale, Modelle, Fotos, Abbildungen, Schemata*



Ikonizität beachten = Grad der Ähnlichkeit von Bild mit Referenzgegenstand (vgl. Peirce).

Fähigkeiten in den Kulturtechniken berücksichtigen.  
 (vgl. Dechant et al., 2018)

## Zugang über Abstraktion

### *Abstrakt-begriffliche Ebene*



Ausgangspunkt abstrakt-kognitive Ebene.  
 Erkenntnisgewinn durch (rein) kognitive Leistung

*Aneignung über Sprache, Gedanken und Schrift  
 (ohne direkte Anschauung)*

Zum Beispiel: Hypothesen formulieren, Begründungen finden,  
 Fachbegriffe kennen, Transfer auf andere Phänomene

- Welche Fachbegriffe sind nötig?
- Welche Fachbegriffe lasse ich weg?
- Was muss vereinfacht werden?  
 (Leichte Sprache, Länge des Textes)



→ Fähigkeiten in den Kulturtechniken berücksichtigen  
 (vgl. Dechant et al., 2018)



## Planungsraster I

Wenn man den Anspruch verfolgt, inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu gestalten, muss man konsequenter Weise sicherstellen, dass wirklich alle Lernenden den Zugang zum Gegenstand finden können. Realistisch ist es unmöglich, für jeden individuellen Lernenden einen eigenen Zugang zu planen. Bewährt hat sich aber, für jeden Erkenntnis-Schritt an der LLL-Station stets vier Zugangsebenen mitzudenken und die jeweiligen Zugänge zur Verfügung zu stellen.

1. Machen Sie sich mit den vier Zugangsebenen vertraut
2. Nutzen Sie das Planungsraster, indem Sie sich für Ihr Phänomen und den angedachten experimentellen Zugang Zugangs-Möglichkeiten überlegen und in untenstehende Tabelle eintragen! Notieren Sie also, was die Lernenden konkret tun könnten!

	basal-perzeptiv	
	konkret-gegenständlich	
	anschaulich-symbolisch	
	abstrakt-begrifflich	
	Zugangsebenen	Thema 1

Abb. 1: Planungsraster nach Goschler, 2018

3. Bedenken Sie die gefundenen Zugangsebenen bei der Planung jedes einzelnen Erkenntnisschrittes Ihrer Station immer wieder neu!
4. Wenn der Ablauf der Station in groben Zügen geklärt ist, und die zum Einsatz kommenden Modelle und Experimente gestaltet werden sollen, nutzen Sie bitte die nachfolgende zweite Version des Rasters für die weitere Planung!



*Planungsraster II*

<b>Zugangsebenen</b>	basal-perzeptiv	 wahr- nehmen	 handeln	  Abbild	 kognitiv	<b>Dimensionen von Fachlichkeit</b>
	konkret- gegenständlich					
	anschaulich- symbolisch					
	abstrakt- begrifflich					
						Begriff
						Experiment/ Versuch
						Modell



#### 4.5. Coaching-Termin

Innerhalb eines Semesters eine komplette LLL-Station zu entwickeln und zu erproben, ist zeitlich und inhaltlich herausfordernd. Um einerseits sicherzustellen, dass die Lernenden im LLL eine fachlich korrekte und zielführende Station angeboten bekommen, und andererseits Frustration bei den Studierenden zu vermeiden, sehen wir individuelle Coaching-Termine für die Tandems vor. Die Studierenden-Gruppen und die Dozent\*innen besprechen an diesen Terminen die bisher geplanten Stationen in 2+2-Gesprächen. Ziel ist dabei, bestehende Probleme zu klären und sicherzustellen, dass ein gutes Phänomen mit passender Fragestellung und funktionierendem experimentellen Zugang existiert, an dem die Studierenden weiterarbeiten können. Eventuelle fachliche Fragen werden gemeinsam geklärt. Außerdem sollen die Studierenden aufzeigen, welche Zugangsebenen sie für welche Situation eingeplant haben.

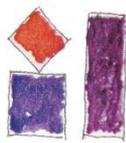
#### 4.6. Sprache bedenken, Sprache unterstützen

Zur Konzeption einer Experimentier-Station für unbekannte Nutzer ist auch ein breites Angebot an kommunikativen Herangehensweisen notwendig. Allerdings muss dabei die fachliche Korrektheit bewahrt werden. Dieser „Spagat“ erweist sich immer wieder als sehr herausfordernd.

Die beiden folgenden Abschnitte, die Gestaltung des Materials einerseits und die wörtliche Formulierung, der für die Erklärung zentralen Sätze andererseits finden in gegenseitigem Wechsel statt.

#### **Schrittweise Formulierung der zentralen Erkenntnisse**

Wenn die Klärung der fachlichen Hintergründe bis zur Ebene zugrundeliegender Prinzipien erfolgt ist, muss die elementare Erkenntnis für die Lernenden in Worte gefasst werden. Essentiell ist hierfür eine realistische Einschätzung der Vorkenntnisse, Erfahrungen und subjektive Befindlichkeiten der Lernenden. Falls diese Einschätzung durch einen ersten persönlichen Kontakt hergestellt werden kann, ist dies sehr empfehlenswert. Falls nicht, hat sich hierbei das diskursive Arbeiten in Gruppen als hilfreich erwiesen – vorzugsweise unter Einbezug erfahrener Expert\*innen. Möglicher Rahmen hierfür kann ein „Begriffe-Tabu“ sein.



## „Begriffe-Tabu“

Analog zu dem Spiel „Tabu“, bei dem bestimmte Worte nicht zum Erklären benutzt werden dürfen, können zum Gewinnen eines geeigneten Begriffs oder einer geeigneten Formulierung über einen fachlichen Inhalt notwendige und ersetzbare Wörter wie folgt identifiziert werden:

1. Formulieren Sie zunächst mit Ihrer\*m Partner\*in für jeden Erkenntnisschritt an Ihrer Station einen kurzen Erklärungssatz!
2. Finden Sie sich in größeren Gruppen zusammen. Spielen Sie gemeinsam „Begriffe-Tabu“ in folgenden Schritten:
  - Vorlesen des Satzes bzw. der Erklärungs-Sätze. Der/die Satz/Sätze werden nun gemeinsam DETAILLIERT überdacht:
  - Welche Begriffe sind nicht bekannt („tabu“) und müssen ersetzt werden?
  - Durch welche Formulierungen kann man sie ersetzen?
  - Ist diese Formulierung fachlich richtig?
  - Auf welche Begriffe kann nicht verzichtet werden, sodass sie eingeführt werden müssen?
  - Welche Worte kann man ersatzlos streichen?

Folgende Hinweise können dabei beachtet werden:

- Vorzugsweise bekannte oder im Alltag weit verbreitete Begriffe nutzen (z. B. „Sprudelwasser“ statt „Kohlenstoffdioxid“)
  - Wortbedeutung aus bekannten Worten herleiten (z. B. „Glimmspanprobe“ zerlegen in „glimmen“ = glühen, Span = langes Holzstück, Probe = Test)
  - Mit Analogien arbeiten („das ist wie, wenn“ .... „nur kleiner/nur größer/nur ...“)
  - Ersatz-Begriffe schaffen (z. B. „Anzeige-Stoff“ statt „Indikator“)
3. Fachbegriffe nur einführen, wenn sie
    - a) unvermeidbar sind (z. B. „Reagenzglas“), oder
    - b) im Alltag vorkommen und den Lernenden dort weiterhelfen (z. B. „filtrieren“ oder „Gas“ oder „rosten“)



## Gestaltung der Materialien

Neben der schrittweisen Einigung auf eine komplexitätsreduzierte, aber sachlich noch korrekte Erklärung umfasst die didaktische Strukturierung in Bezug auf Sprache insbesondere auch die Gestaltung der Arbeitsmaterialien. Bei einer unbekanntenen Nutzergruppe ist dies nicht einfach und die Materialien sollten in Anlehnung an Ideen des Universal-Design-for-Learning (UDL) (Meyer, Rose & Gordon, 2014; Schlüter, Melle & Wember, 2016) sowohl mit als auch ohne Lese- oder Schreibkompetenz und bei gegebenenfalls eingeschränkter motorischer Koordination nutzbar und einfach zu handhaben sein. Zur Reduktion der kognitiven Belastung (Cognitive Load Theory, Sweller, Mayres, & Kalyuga, 2011) finden folgende Strategien zur Vermeidung von Lese- und Sprachbarrieren Anwendung (Scholz, Dönges, Risch & Roth, 2016):

- In Bezug auf die **Vereinfachung der Texte auf Wort- und Satzebene** erweist sich die Veröffentlichungen des Dudens (Bredel & Maas, 2016) und des Netzwerks für Leichte Sprache (Lebenshilfe Bremen, 2013) als gewinnbringend. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat gemeinsam mit dem Netzwerk Leichte Sprache einen Ratgeber herausgebracht, welcher die zentralen Regeln und Tipps zusammenfasst<sup>1</sup> (BMAS, 2014). Auf Wortebene findet man Regeln, wie die Verwendung konstanter, sowie einfacher und bekannter Wörter und den Verzicht auf Fachbegriffe. Auf Satzebene wird eine einfache Syntax und die Längenbegrenzung der Sätze betont und auf Textebene gilt die Maßgabe, zusammen zu schreiben, was zusammengehört und unwichtige Informationen wegzulassen. Ebenfalls findet man dort Hinweise zur schriftlichen Gestaltung, z. B. durch leicht lesbare Schriftarten, Schriftgröße, Absätze und Bilder.
- Zur Unterstützung der Sprache und des Leseverständnisses sollte eine **Verknüpfung von (Bild-)Symbolen und Text** angestrebt werden. Dabei ist es notwendig zu berücksichtigen, dass die Bedeutung piktographischer Symbole nicht einfach vorausgesetzt werden kann, sondern erlernt werden muss (Poncelas & Murphy, 2007). Dennoch konnten Jones, Long und Finlay (2007) nachweisen, dass das Leseverständnis von Texten mit Symbolen höher ist als in reiner Textform besonders bei Personen mit geringeren Lesekompetenzen. Scholz et al. (2016) stellen folgende Möglichkeiten der Verknüpfung von Text und Symbol dar:
  - Nur tätigkeitsbeschreibende Wörter (Verben) werden mit einem Symbol versehen
  - Alle für das Verständnis wichtigen Schlüsselwörter werden mit Symbol versehen
  - Jedes Wort wird mit Symbol versehen

In den meisten Fällen bietet es sich im Sinne der Cognitive Load Theory an, lediglich wichtige Schlüsselwörter mit einem Symbol zu versehen.



METACOM Symbole © Annette Kitzinger

<sup>1</sup> Online abrufbar unter: [https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a752-ratgeber-leichte-sprache.pdf;jsessionid=AEB68C108FBE61AC3F48802754E1BF40?\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a752-ratgeber-leichte-sprache.pdf;jsessionid=AEB68C108FBE61AC3F48802754E1BF40?_blob=publicationFile&v=5)

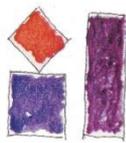


Im Rahmen der Durchführung mit einer DaZ-Klasse hat sich eine Übersichtskarte mit Übersetzung der häufig verwendeten Piktogramme, z. B. zum Verständnis der Arbeitsaufträge in verschiedene Sprachen (wie Arabisch oder Englisch) als hilfreich erwiesen.



METACOM Symbole © Annette Kitzinger

- Neben einer Verknüpfung von Text und Bild gibt es auch die Möglichkeit, die Schriftsprache komplett durch **Symbole oder Bilder** zu ersetzen. Wesentlich ist dabei die Loslösung von der schriftsprachlichen Syntax (Scholz, Dönges, Dechant & Endres, 2016). Jedoch gilt auch hier gemäß des Erweiterten Lesebegriffs (Euker, Koch, & Kuhl, 2017), dass die Bedeutung piktographischer Zeichen geklärt werden muss und nicht einfach vorausgesetzt werden kann. Die Studierenden haben deshalb die Möglichkeiten sowohl realitätsnahe Fotografien zu nutzen, als auch Piktogramme. Im Hinblick auf die Gestaltung und das Layout gilt es gestaltpsychologische Grundsätze (Pfeifer et al., 2002) zu beachten und auch die Zahl der dargebotenen Informationen kritisch zu reflektieren.  
Fotographien oder Piktogramme sind jedoch statisch und bilden Handlungen nicht dynamisch ab. Aus diesem Grund kann es für manche Experimente oder auch für einzelne Teilschritte innerhalb eines Experiments sinnvoll sein den Handlungsablauf in Form eines Videos sichtbar zu machen (Scholz et al. 2016).
- Besonders hilfreich bei der Minimierung von Barrieren erweisen sich Ideen, aus der **Unterstützten Kommunikation**. Die verwendeten Bildsymbole METACOM von Annette Kitzinger stammen ebenfalls primär aus dem Bereich der Unterstützten Kommunikation. Außerdem könnte man Schüler\*innen anbieten, sich Anleitungen oder weitere Schritte durch einen Anybookreader oder andere technische Ausgabegeräte vorlesen zu lassen (siehe auch 4.3).



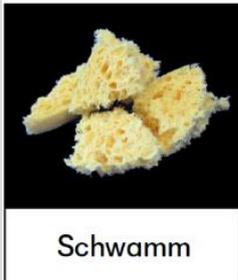
## *Gestaltung von Arbeitsmaterial*

Die Schüler\*innen sollten an ihrer Station möglichst selbst aktiv werden. Ermöglichen Sie dies durch visualisierte Versuchsanleitungen mit Hilfe von Bildkarten, Tisch-Flipcharts und Videos. Durchdenken Sie, wann und wie Sie (Schrift-)Sprache ergänzen, ersetzen oder mit Fotos und Abbildungen kombinieren können.

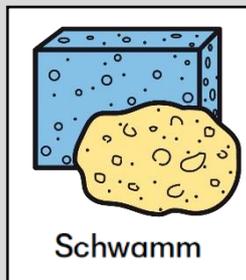
Bei der Gestaltung von Arbeitsmaterial gilt es folgendes zu berücksichtigen:

- Nicht zu viele Informationen auf einmal! Die Schüler\*innen haben nur begrenzte Aufmerksamkeitsleistungen und Gedächtniskapazitäten. → Zahl an Informationen sollte auf das Notwendige reduziert werden,
- Verwendete Symbole sollten möglichst exakte Beschreibungen für die jeweilige Handlung sein.
- Beachten Sie beim Einsatz von Fotos und Piktogrammen auch gestaltpsychologische Aspekte, wie z. B. Figur-Grund-Kontrast, Gesetz der Nähe, Gesetz der Ähnlichkeit.
- Lassen Sie zwischen Textzeilen eine Leerzeile Abstand zur nächsten Anweisung.
- Versehen Sie zusammengehörige Inhalte mit einem Rahmen (Material, Versuchsanleitung, einzelne Aufgaben),

## Beispiele



Schwamm

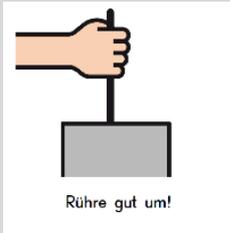


Schwamm

Verknüpfung von Bild und Wort  
 durch fotografische Abbildung oder Piktogramm



Gegenüberstellung bei der Unterscheidung von Begriffen, wie  
 „grob“ und „fein“, inkl. haptischer Unterscheidung



Rühre gut um!



Spritze 3 Pipetten mit Essig  
 in die warme Milch.

Piktographische Darstellung von einfachen Handlungsschritten  
 oder komplexeren Handlungsabläufen.

### Superabsorber – ein weißes Pulver mit Saugkraft

Superabsorber:  
 Super = besonders gut 👍👍

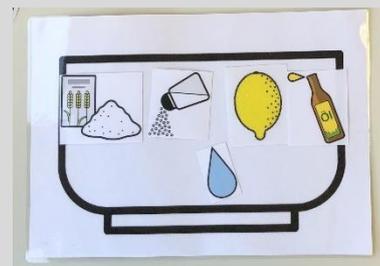
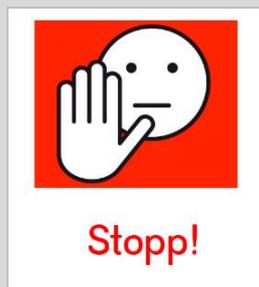
absorbieren = aufsaugen 🧪



Wichtige Merksätze können mit Bildern und Symbolen  
 unterstützt werden. Die Markierung von Silben kann beim  
 Lesen schwieriger und langer Wörter helfen.



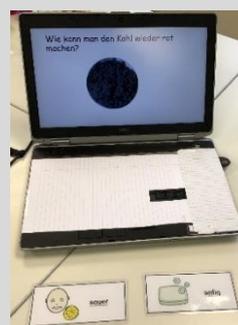
Kennzeichnung von Gefahrenquellen



Einsatz von Bildmaterial ohne die Verwendung von Schrift,  
 im Sinne „Das muss in die Schüssel...“



Tisch-Flipcharts oder Klappkarten  
 als Schritt-für-Schritt Anleitungen



Einsatz von Tablet oder PC  
 z. B. sequenzierte Videoanleitung  
 z. B. Anleitung in Form einer  
 PowerPoint Präsentation zum  
 Weiterklicken (nur Bilder, oder auch  
 in Kombination mit kurzen Videos)



#### 4.7. „Nature of Science“ mitdenken

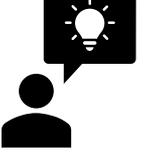
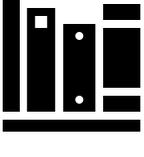
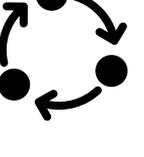
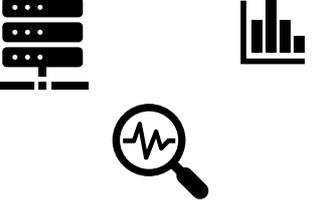
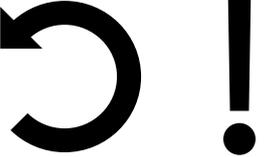
Für Studierende aus nicht-naturwissenschaftlichen Fachbereichen ist es wichtig zu verstehen, wie Naturwissenschaftler Wissen generieren und sie müssen ein gewisses Verständnis der Wesenheit der Naturwissenschaften, also von der „Nature of Science“ (NOS) haben (N. G. Lederman, 2007; Norman G. Lederman & Lederman, 2012). Entsprechende Studien belegen, dass Fachwissenschaftler selbst in der Regel auch kein gutes Verständnis diesbezüglich besitzen (Abd-El-Khalick et al., 2004; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Insofern hat es sich bewährt, dass alle Studierenden sich die typischen Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ins Gedächtnis rufen. Wir schlagen eine kurze Gruppenarbeit vor, bei der Karten mit den entsprechenden Schritten in eine korrekte Reihenfolge gebracht werden müssen (Kopiervorlage siehe nächste Seite). Der Aspekt, ob bzw. in welchen Ausnahmefällen Forschung in Deutschland genehmigt werden muss, ergänzt die an sich banale Reihenfolge um einen kleinen Diskussions-Punkt.

Nach Bewusstwerden der Schritte kann mit der *Forscher-Scheibe* (verändert durch C. Schenk nach Weirauch, Geidel, Hörnig, & Seefried, 2015) ein Weg vorgestellt werden, wie sich Lernenden auf Meta-Ebene der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg nahe bringen lässt. Während ihres Experimentierens an der LLL-Station können die Schüler\*innen vor dem jeweils nächsten dazu aufgefordert werden, auf ihrer Forscher-Scheibe nachzusehen, welches der nächste Schritt ist – oder vorauszusagen, welcher folgen muss.

Die Kopiervorlage kann gedruckt, laminiert und ausgeschnitten und mithilfe einer handelsüblichen Klammer zum Verschließen von Briefumschlägen zusammengeheftet werden. Durch Drehen der hinteren Scheiben tauchen die verschiedenen Felder im Sichtfenster auf.

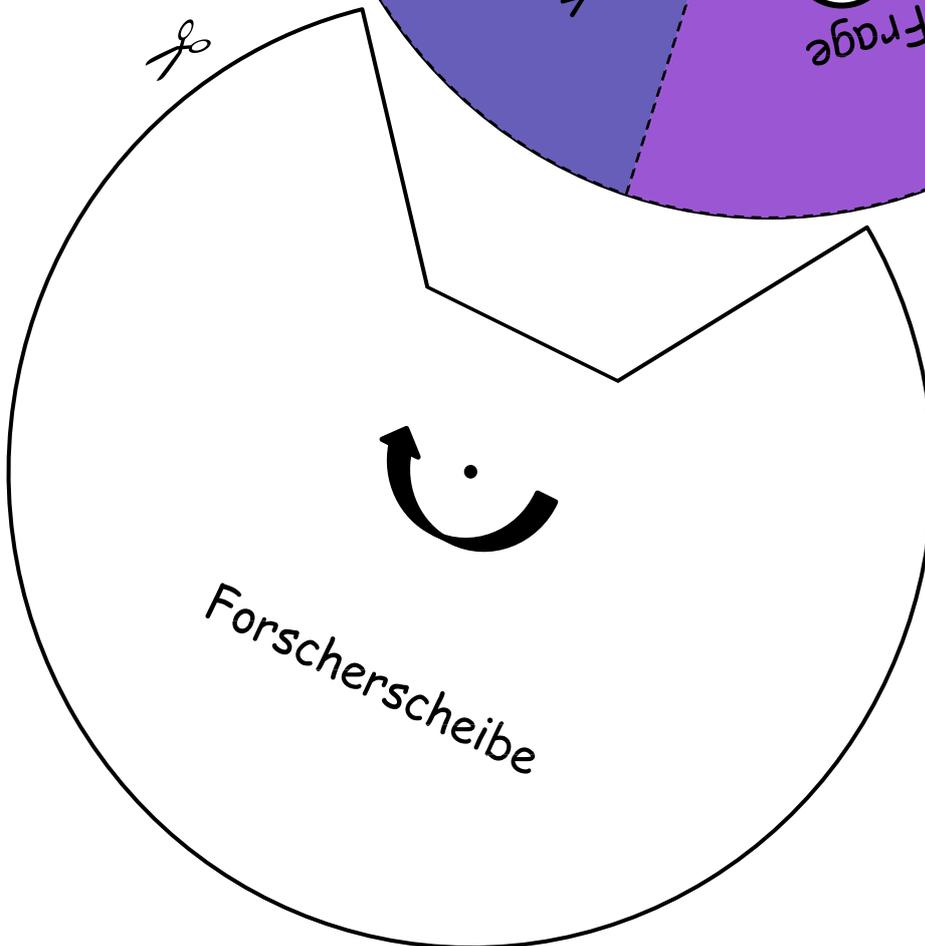
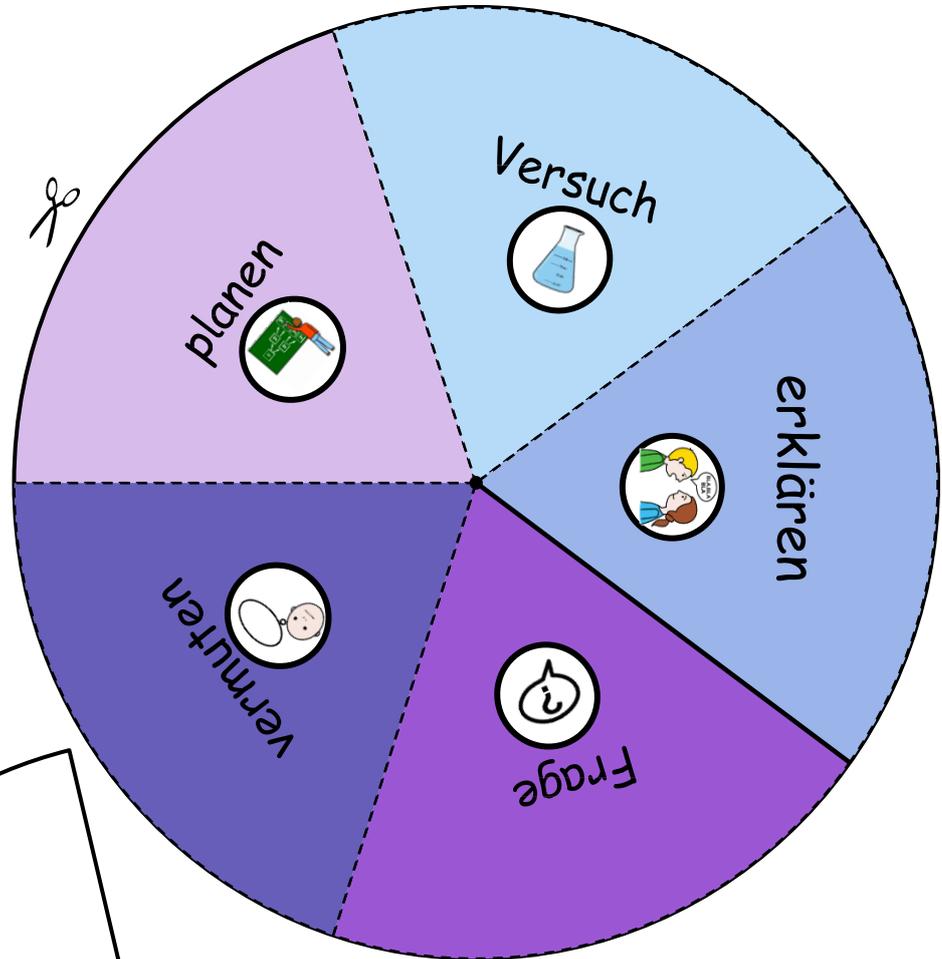
Das Bewusstmachen der Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges gibt den Studierenden eine Leitlinie an die Hand, wie die von Ihnen bisher angedachten Tätigkeiten und Erkenntnisse in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht werden können bzw. sollten.



 Fragestellung	 Brainstorming	 Recherche
 Hypothese	 Methodik entwickeln	 Genehmigung einholen
 Experiment	 Ergebnisse interpretieren	 Ergebnisse kommunizieren
 neue Hypothese	<p><i>Der Naturwissenschaftliche Erkenntnisweg</i></p>	



Forscher-Scheibe



Verändert durch Schenk nach Weirauch et al. (2015)  
 Die verwendeten Piktogramme sind Eigentum von Aragon  
 Gobeerment und wurden von Sergio Palao an ARASAAC  
 gegeben (<http://arasac.org>) Lizenz: Creative Commons  
 License (BY-NC-SA) Verfügbar mit dem kostenlosen  
 Programm: <https://www.pictoselector.eu/>



## 4.8. Modelle und Modellieren

Neben dem Experiment gilt das Modellieren als weitere zentrale Möglichkeit des Erkenntnisgewinns in den Naturwissenschaften. Für das Fach Chemie sind Modelle und die Arbeit mit ihnen unausweichlich, denn was auf Realebene beobachtet werden kann, lässt sich chemisch immer nur mit dem Geschehen auf der Ebene kleinster, submikroskopischer Teilchen erklären. Insofern greifen Chemie-Didaktiker für die Erklärung von Phänomenen geradezu instinktiv auf Teilchen-Modelle zu. **Will man aber für maximal heterogene Lerngruppen planen, so muss man davon ausgehen, dass die Mehrzahl der Lernenden sich nicht-Sichtbares bzw. noch nie Gesehenes auch nicht vorstellen kann.** Schlussfolgernd muss man für inklusive Settings grundsätzlich erst einmal Erklärungen auf konkreter Ebene suchen. Kurz gesagt: Eine Erklärung auf Teilchenebene darf nur wohlüberlegt und dosiert und nie nur sprachlich erfolgen. Sehr viele grundlegend chemische Erkenntnisse kommen auf den zweiten Blick durchaus ohne eine Erläuterung der Teilchenebene aus! Für Chemiker\*innen und chemische Prozesse erfordert dieser Paradigmenwechsel erfahrungsgemäß ein gewisses Maß an bewusster Eigendisziplin und ist in der Regel herausfordernd. Dennoch – er ist zwingend notwendig und sollte konsequent versucht werden.

Wenn am Ende die Schlussfolgerung steht, dass die Argumentation mit kleinsten Teilchen unvermeidlich ist (und bitte nur dann!), gilt: Wenn die Teilchenebene genutzt werden soll, dann muss sie IMMER visualisiert werden, und zwar nicht nur ikonisch, sondern IMMER auch konkret begreifbar! Für die Arbeit mit Modellen fordern wir für inklusive Settings daher stets ein so genanntes *Teilchen-Theater* ein: Es werden Modelle entwickelt, die so manipuliert werden können, dass die Schüler\*innen das Geschehen auf Teilchenebene aktiv handelnd simulieren können. Hierfür haben sich nach unserer Erfahrung zwei Möglichkeiten bewährt: Analogie-Modelle und Funktions-Modelle.

### Analogie-Modelle

Ziel muss es sein, ein inneres Bild zu finden, das als Analogie für die Erklärung herhalten kann (Johnson-Laird, 2010), sodass der an der Station zu tätige Erkenntnis-schritt klein genug ist, um von den Schüler\*innen geleistet zu werden. Bei den untenstehenden Beispielen wäre dies bei der Erklärung des Filtrierens die Kombination aus „ist wie sieben im Sandkasten“ und „nur viel kleiner“. Bei der Erklärung der Sprudelwasserflasche ist dies die Assoziation des Erlebnisses eines nachlassenden Drucks beim Verlassen des vollgestopften Busses mit dem Zischenden Entweichen des unsichtbaren Gases, etc. Das Nachvollziehen des Geschehens durch Übernahme einer Rolle im „Rollenspiel-Teilchen-Theater“ ermöglicht Lernenden, ihr Verständnis von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen darzustellen und es hilft ihnen auch dabei, das Phänomen zu verstehen (McSharry & Jones, 2000). Und auch wenn dieses Verständnis nicht gleich erreicht wird, kann das Rollenspiel Assoziationen vermitteln, die ein späteres Verständnis unterstützen können (Aubusson, Fogwill, Barr, & Perkovic, 1993).



## Funktionsmodelle

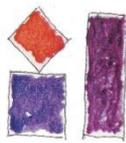
Falls sich keine tragfähige Analogie aus der bisherigen Erfahrungswelt der Lernenden finden lässt, die man als Modell nutzen könnte, weichen wir auf den Bau von Funktionsmodellen aus. Diese bilden die zentralen Aspekte, die für das Verständnis des Geschehens auf Teilchenebene elementar sind, ab. Wichtig ist, dass sie so manipulierbar sind, dass die Schüler\*innen an ihnen schrittweise und eigentätig die Veränderungen nachstellen können. Beispielsweise können Bindungen durch Klettverschlüsse symbolisiert werden, die gelöst oder verbunden werden, als Eiweißmoleküle nutzen wir Stahlschwämme, deren Form verändert wird, oder eine gelb bemalte, mit einem nassen Stärkeschwamm gefüllte und aus zwei Hälften bestehende Metallkugel symbolisiert das Mais Korn, das bei Erhitzen durch den Wasserdampf zum Aufplatzen gebracht wird und damit das Poppen des Popcorns nachstellt.

## Weg von der Stoff- zur Teilchenebene und zurück

Das Erwecken von tragfähigen Assoziationen über ein Teilchen-Theater kann innere Bilder liefern, die den Lernenden dabei helfen, Erklärmodelle zu finden. Dies stellt aber nicht zwangswise sicher, dass diese Erklärungen auch auf die Stoffebene übertragen werden. Es muss daher sichergestellt werden, dass eine entsprechende Verknüpfung erfolgt. Hierfür gibt es – je nach individueller Logik der Station – verschiedene Möglichkeiten:

Naheliegender ist natürlich, die Artikulation, die am Modell erarbeitet wurde, auf die Realebene zu übertragen. Die Erklärung, dass Eiweiß durch Zitronensäure seine Form so ändert, dass letztlich ein großer Klumpen aus den ganzen Eiweiß-Teilchen entsteht, muss am sichtbaren Geschehen wiederholt werden: Welcher beobachtbare Schritt auf Stoffebene entspricht welchem gedanklichen auf Modellebene. Wie immer gilt: Die Nähe von Stoffebene, Modellebene, Wort und Symbol hilft beim Lernen. Diese Vorgehensweise stellt hohe kognitive Anforderungen an die Lernenden, weshalb wir weitere Möglichkeiten entwickelt haben.

Das schrittweise Hinführen von der Stoffebene zur Modellebene über mehrere, immer abstrakter werdende Modelle (Beispiel: siehe Spiegelei-Modelle) ist eine Möglichkeit. Eine andere sind so genannte Zoom-Booklets. Mit einer Lupe wird das Prinzip der Vergrößerung demonstriert – vorzugsweise an dem Real-Objekt, dessen innerer Aufbau verstanden werden soll (im untenstehenden Beispiel ein rotes Gummibärchen). Mit dem Zoom-Booklet wird Seite für Seite die immer stärkere Vergrößerung thematisiert. Das Booklet endet bei einer Abbildung der Teilchenebene, auf der die chemischen Vorgänge besprochen werden sollen und leitet zum möglichst ähnlich aussehenden Funktions-Modell über.



## Teilchen-Theater

Sie haben für Ihre Station ein Phänomen, Fragestellungen und experimentelle Zugänge entwickelt. Sie haben zudem darüber nachgedacht, welche Begriffe unvermeidlich sind und wie Sie die wichtigen Erkenntnissätze formulieren wollen. Jetzt geht es als nächstes darum, sich zu überlegen, wie Sie die fachlichen Hintergründe Ihres Phänomens auf welchem Weg erklären wollen.

Im Fach Chemie werden die auf Stoffebene sichtbaren Phänomene in der Regel mithilfe von kleinsten Teilchen erklärt, die man nicht sehen (und nur bedingt sichtbar machen) kann. Wenn Sie für maximal heterogene Lerngruppen planen, dann müssen Sie davon ausgehen, **dass die Mehrzahl der Lernenden sich nicht-Sichtbares bzw. noch nie Gesehenes auch nicht vorstellen kann!** Damit ist eine abstrakte Erklärung über kleinste Teilchen für diese Schüler\*innen nicht lernförderlich!

Für die Erklärung an Ihrer Station gilt daher:

1. „Atome“, „Moleküle“ und „Ionen“ sind tabu – es sei denn, die Begriffe und die dahinterliegende Vorstellung ist den Lernenden, für die Sie planen ausdrücklich vertraut!
2. Vermeiden Sie grundsätzlich jedes Erklären mithilfe von „kleinsten Teilchen“, wenn es irgendwie vermeidbar ist!
3. Falls Sie es nicht vermeidbar ist, nutzen Sie **IMMER** konkret begreifbare Modelle. Spielen Sie „Teilchen-Theater“, das heißt, entwerfen Sie ein Modell, an dem man die Vorgänge auf Teilchenebene so überzeugend wie möglich handelnd nachspielen kann!
4. Die Modelle, die Sie verwenden, müssen ebenfalls an der Lebenswelt der Lernenden anknüpfen. Dafür haben sich zwei Wege bewährt:
  - a. Die Verwendung von Analogie-Modellen
  - b. Die Verwendung von Funktions-Modellen



## Analogie-Modelle

Damit sind Modelle gemeint, mit denen man analoge Situationen oder Prinzipien aufgreift, die den Schüler\*innen aus dem Alltag vertraut sind. Die Erklärungen können dann häufig als „das ist wie, wenn ...“ formuliert werden.

IMMER muss eine Visualisierung die Modelle begleiten, sei es als Bild, Modell oder als Rollenspiel.

Beispiele:

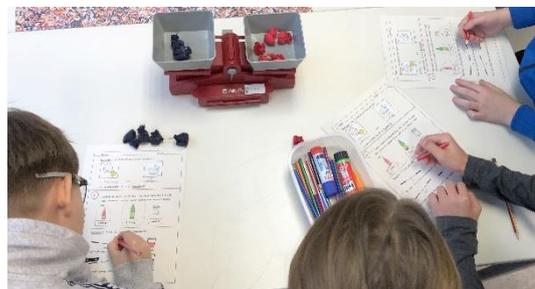


*Wenn man eine Sprudelflasche aufmacht, dann zischt das Gas heraus. Das ist wie, wenn man einen vollgestopften Schulbus hat und die Türen aufgehen. Dann kommen die Kinder auch ganz schnell heraus, weil es drinnen so eng ist. Und wenn der erste Schwung draußen ist, dann kommen noch ein paar Kinder mehr heraus, die vorher im Bus auf Sitzen gesessen haben. Beim Sprudelgas in der Wasserflasche ist das ähnlich.*

Abbildung: promotional image acc. to fair use under US law; [https://fishhooks.fandom.com/wiki/Good\\_Times\\_at\\_Pupu\\_Goodtimes](https://fishhooks.fandom.com/wiki/Good_Times_at_Pupu_Goodtimes)

*Filtern ist wie Sand-sieben im Sandkasten: Was zu groß ist und nicht durch die Löcher passt, bleibt hängen. Beim Filtern ist das genauso, nur sind die Löcher so klein, dass wir sie nicht mehr sehen können.*

*Säure und Lauge können sich gegenseitig ausgleichen. Das ist wie mit einer Waage: Wenn immer mehr blaue Teilchen dazu kommen, dann ändert sich das Gleichgewicht irgendwann hin zu Blau. Gibt man wieder mehr rote Teilchen dazu, dann kippt es irgendwann wieder ins Rote. So können sich Säure und Base ausgleichen. An der Farbe sieht man, was gerade überwiegt.*



Oder auch Rollenspiele:



*Einige Kinder spielen „Kalk“ und halten sich paarweise an beiden Händen fest. Sie sind so fest beieinander, dass man sie nicht einzeln wegschieben kann. Ein Kind spielt Säure und wirft einen Ball (Proton). Der Ball kann nur gefangen werden, wenn die Kinder ihre Hände loslassen. Dann kann der Ball gefangen werden, dann sind die Kinder aber auch nicht mehr*

*zusammen, sondern einzeln und können leichter bewegt werden. Das ist wie beim Kalk: Wenn die Säure auf ihn eingewirkt hat, ist er nicht mehr fest und kann weggespült werden.*



## Funktions-Modelle

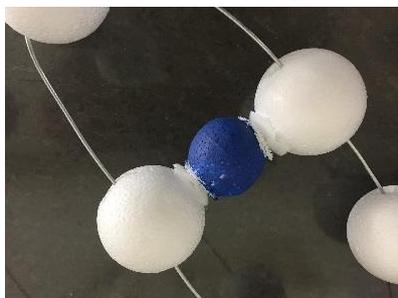
Wenn sich kein Analogie-Modell finden lässt, das das zugrundeliegende Prinzip oder Geschehen versinnbildlichen kann, dann sollten passende Realmodelle gebaut werden. Das alleinige Nachbauen der Teilchenebene ist aber nicht ausreichend. Die Modelle müssen so angelegt werden, dass an ihnen das Geschehen auf Teilchenebene simuliert werden kann.

Beispiele:

Spiral-Schwämme aus Metall können als Modell für Eiweiße erhalten. Die Kinder spielen die Einwirkung der Säure auf die Eiweiße bei der Herstellung von Quark nach, indem sie sie zunächst verformen und dann einander so annähern, dass sie sich ineinander verhaken. Es entsteht ein „Klumpen“ aus ineinander verschlungenen Spiral-Schwämmen, der das denaturierte Eiweiß darstellt.



Das Abfiltrieren des Eiweiß wird nun mit dem Modell nachgestellt und es wird sichtbar, dass der Eiweißklumpen und einige Fett-Teilchen hängen bleiben, wohingegen Wasser- und Zuckerteilchen durch das (hier hellgrüne) Sieb fallen und die Molke bilden.



Das Brechen von Bindungen lässt sich zum Beispiel durch das Auftrennen von Klett-Verschlüssen nachvollziehen.

Analog zur unterschiedlichen Retention der Farbstoff-Moleküle durch das Filterpapier bei der Papierchromatographie werden die Lego-Teilchen mit mehr Ausbuchtungen stärker im Netz hängen bleiben als solche mit weniger Ausbuchtungen.



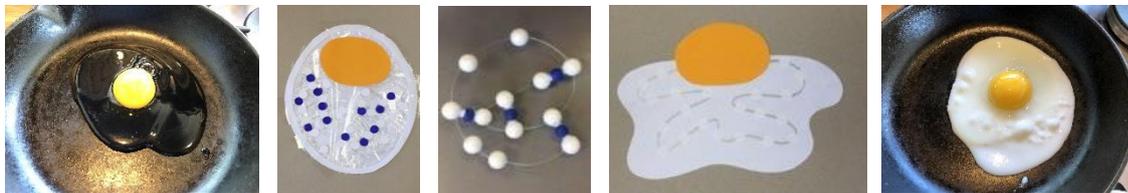


## Der Weg von der Stoff- zur Teilchen-Ebene und zurück

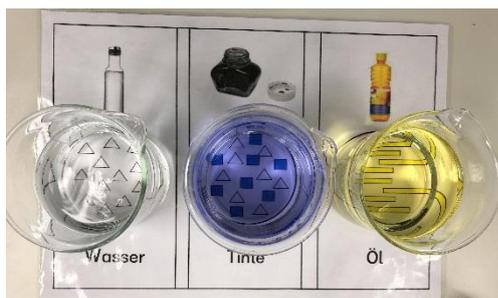
Um zu vermeiden, dass die Logik eines Modells zwar verstanden wird, diese aber nicht auf die Realebene übertragen wird, und isoliert für sich behalten wird, muss der gedankliche Weg von der Stoff- zur Teilchenebene mit den Lernenden immer wieder thematisiert werden. Hierfür haben wir verschiedene Ansätze entwickelt.

Beispiele:

Mit **verschiedenen Modellen** nach und nach von der Stoff-Ebene zur Teilchenebene hinführen: Spiegelei => Modell des rohen Spiegeleis => dreidimensionales Modell des gequollenen Eiweiß-Moleküls => Brechen der (Klett-) Bindungen und Entfernen der blauen „Wasser-Kugeln“ => Modell des gebratenen Spiegeleis ohne Wasser => Stoffebene



Mit einer Lupe wird das Prinzip der Vergrößerung durch eine Linse verdeutlicht. Dann wird mit **Zoom-booklets** von der Makro-Ebene über die Mikro-Ebene zur Submikroskopischen Ebene hingeleitet, indem mit jeder Seite des Booklets eine stärkere Vergrößerung visualisiert wird.



Neben der Visualisierung des Geschehens auf Teilchenebene und der schrittweisen Überleitung zwischen den gedanklichen Ebenen ist es wichtig, die mentale **Verknüpfung der gedanklichen Ebenen** zu unterstützen. Möglich ist dies zum Beispiel durch Visualisierungen, die mit einer Nähe von Realobjekt, Abbildung, Wort und Modell arbeiten.

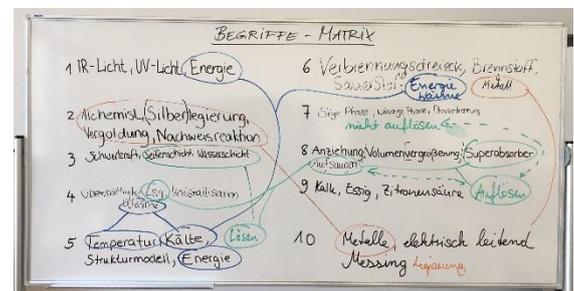


## 4.9. Von der Einzelstation zum LLL - Gegencheck

Bisher haben die Studierenden vor allem eine Idee von ihrer eigenen Station. Gelegentlich fordern wir schon während der Planungsphase einzelne Gruppen auf, sich auszutauschen, um Doppelungen zu vermeiden.

Damit die Studierenden auch die anderen Stationen kennenlernen und um die Vielzahl der Begriffe, die die Lernenden an den Stationen des LLL insgesamt zu bewältigen haben, bewusst zu machen, werden an einem Seminar-Termin alle Stationen gegenseitig vorgestellt. Die Tandems erhalten die Aufgabe, sich auf einen 5-Minuten-Vortrag vorzubereiten und gegebenenfalls schon erstelltes Material oder Modelle mitzubringen. Ihnen wird eine Dokumenten-Kamera zur Verfügung gestellt. An einer Tafel wird eine Tabelle für die zu erstellende Matrix vorbereitet.

Für jede Station werden darin die zentralen behandelten Begriffe aufgelistet. In einem zweiten Schritt werden dann Querbezüge und Dopplungen eingezeichnet. Die entsprechenden Stationen werden dann in der Herleitung, Benutzung und Visualisierung der Begriffe didaktisch abgeglichen und eine einheitliche Herangehensweise angestrebt.



### Begriffe-Matrix

1. Bereiten Sie eine 5-minütige Präsentation Ihrer Station vor! Folgende Inhalte sollen enthalten sein:
  - a. Einstiegs-Phänomen und Zielsetzung
  - b. Grober Ablauf mit knapper Erläuterung von Experiment und ggf. Modellen und Materialien (Dokumenten-Kamera)
  - c. Erläuterung der Zugangs-Ebenen
  - d. Zentrale Begriffe, die an Ihrer Station erarbeitet bzw. benutzt werden
2. Präsentieren Sie Ihre Stationen reihum.
3. Notieren Sie jeweils die zentralen Begriffe Ihrer Station in der vorbereiteten Matrix an der Tafel.
4. Geben Sie nach jeder präsentierten Station ein Feedback und/oder stellen Sie Fragen!
5. Nachdem alle Stationen präsentiert wurden:
  - a. Markieren Sie gleiche oder ähnliche Begriffe
  - b. Zeigen Sie Querbezüge auf
  - c. Überlegen Sie, welche Begriffe und Formulierungen ggf. angeglichen werden müssen!
  - d. Überlegen Sie, wie Sie damit umgehen, wenn Lernende Begriffe an einer vorherigen Station schon gehört haben, oder an Ihrer Station zuerst hören.
6. Machen Sie den Umfang des im LLL neu zu Erlernenden aus der Perspektive der Schüler\*innen bewusst!



## 5. Labortag, Generalprobe, Lehr-Lern-Labor und Reflexion

Für den Aufbau des LLL und das Zusammensuchen der Materialien planen wir in der Regel einen Labortermin im M!ND-Center ein. Trotz allem vorherigen Überlegen braucht man immer noch eine Mehrfachsteckdose hier, drei Tiegelzangen dort, die Klebe-Stifte und Stab-Feuerzeuge funktionieren auch nie alle und bei bis zu 14 Experimentierstationen, die aufzubauen sind, entsteht ziemlich viel Entropie.

Unserer Erfahrung nach ist es unabdingbar, vor dem eigentlichen LLL-Termin zudem eine **Generalprobe** einzuschieben. Und man muss damit rechnen, dass die Studierenden danach noch diverse Veränderungen an ihren Materialien und gegebenenfalls sogar an ihrem Ablauf vornehmen müssen! Es empfiehlt sich also, die Materialien erst nach dieser Generalprobe endgültig auszudrucken und zu laminieren. Für die Generalprobe teilen sich die Tandems auf: Ein Studierender spielt an einer anderen Station Schüler\*in, während der/die andere Studierende die eigene Station mit einem oder mehreren „Schüler\*innen“ durchgeht. Wir erleben immer wieder, wie wichtig es dabei ist, wirklich **JEDEN** Schritt tatsächlich auch zu vollziehen! Die Experimente sollten wirklich durchgeführt werden, die geplanten Fragen wörtlich (!) gestellt und von den „Schüler\*innen“ so beantwortet werden, wie Lernende dies vermutlich täten. Auch die Arbeitsblätter werden ausgefüllt. Erst jetzt entsteht bei den Studierenden eine realistische Einschätzung davon, wie lange ihre Station benötigt.

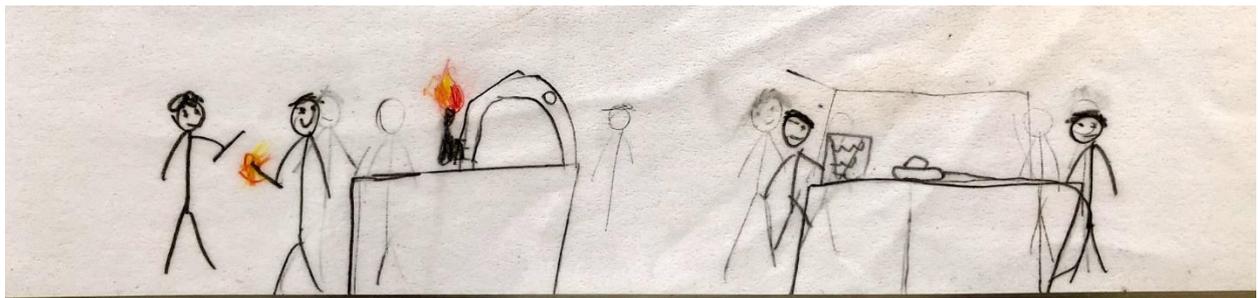
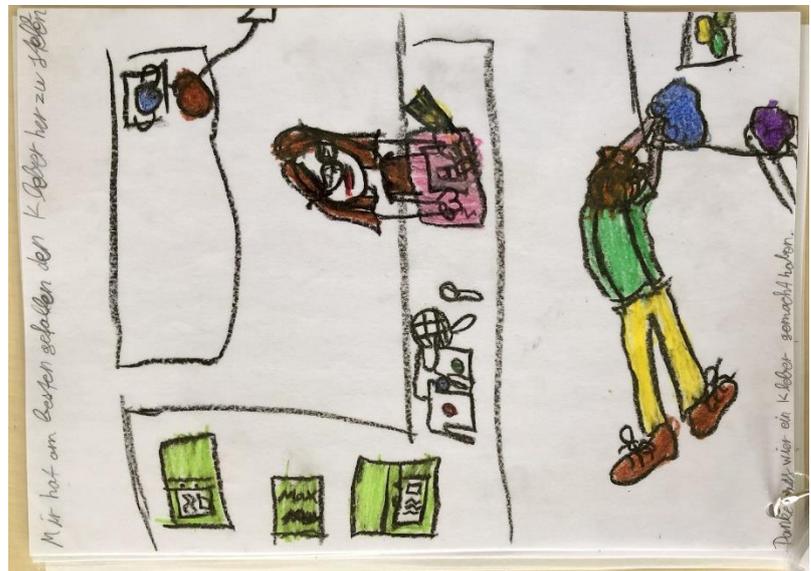
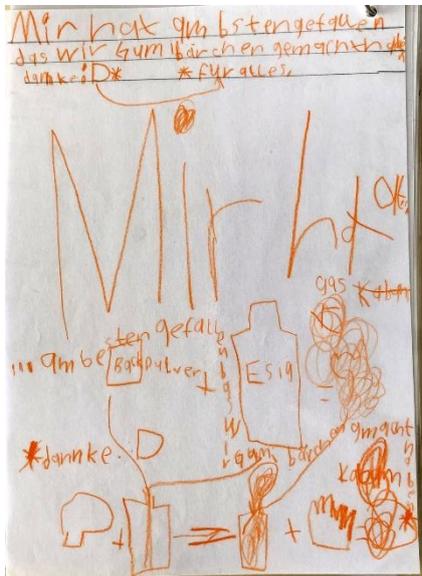
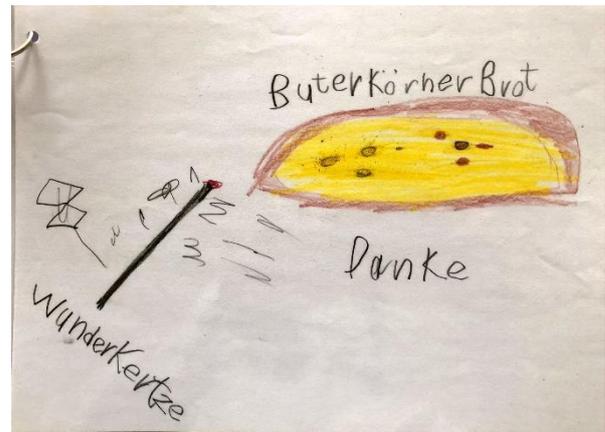
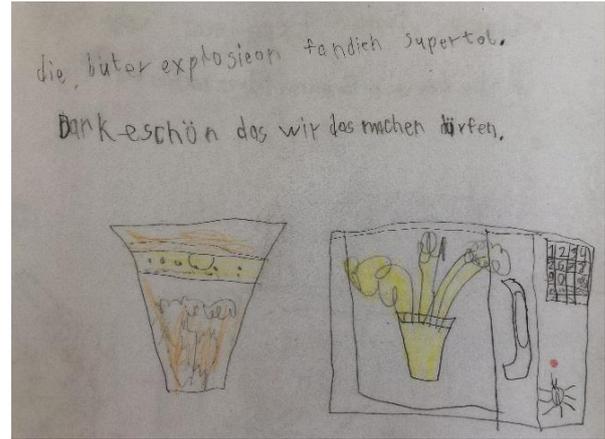
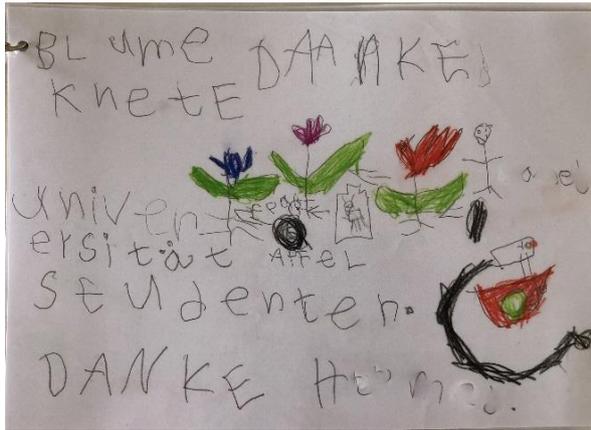
Nach der ersten Durchführung werden die Studierenden, die die Rolle der Lernenden eingenommen haben, angehalten, ein kritisches, aber konstruktives **Feedback** an die Leiter\*innen der Station zu geben. Auch hier kommen oft noch wichtige Ideen auf, die vor dem eigentlichen LLL umgesetzt werden können.

Da bei unseren inklusiven LLL's die Dauer der Stationen nicht festgelegt ist, sondern jede Gruppe verschieden lange brauchen darf, planen wir stets mehrere Puffer-Stationen ein. Das hat den Effekt, dass einige der Stationen während des LLL phasenweise ohne Kinder sind. Sehr selten kommt es aber zu längeren Leerläufen bei den Studierenden. In der Regel ist die Pause willkommen für Organisatorisches. Pro LLL benötigen wir daher – je nach Anzahl der besuchenden Schüler\*innen – zwischen 9 und 14 LLL-Stationen.

Und dann kommt der „große Tag“ – bzw. in unserem Fall die zwei Vormittage, an denen die Schüler\*innen und ihre Betreuenden kommen. Jedes Kind erhält ein **Laborheft** mit einem Übersichtsplan, auf dem die Stationen mit Namen und dazugehörigem Bild aufgelistet sind. Die Kinder können hier ankreuzen, welche Stationen sie bereits absolviert haben, und welche nicht. Die an den Stationen erhaltenen Arbeitsblätter werden nach und nach im Laborheft abgelegt. Wie viele der angebotenen Stationen jede\*r Schüler\*in absolviert, variiert. Die Lernenden entscheiden selbst, wann sie wie viele Pausen einlegen. Nur sehr selten müssen wir Schüler\*innen dazu auffordern, ihre Pause zu beenden und weiter zu arbeiten.

Nach den LLL's erfolgt am gleichen Tag eine kurze erste **Feedback-Runde** mit den Studierenden und möglichst auch mit den beteiligten Lehrkräften und Betreuer\*innen. Am auf die LLL's folgenden Seminartermin folgt eine ausführliche **Reflexion**: Welches Feedback kam von den Lehrkräften? Was war besonders beeindruckend? Was ist besonders schwergefallen? Welches Fazit nehmen die Studierenden für sich aus dem LLL und aus dem Seminar insgesamt für ihre spätere Arbeit als Lehrkraft mit?

Und fast immer können wir uns außerdem über ein Feedback von den Schüler\*innen freuen:





## 6. Wer alles mitgemacht hat und was es sonst noch von uns gibt und geben wird



Das Chemie all-inclusive-Projekt geht auf ein Seminar zurück, das Dr. Walter Goschler (Leitung der Lernwerkstatt des Instituts für Sonderpädagogik der Julius-Maximilians-Universität Würzburg) über Jahre angeboten hat – zunächst vor allem für Studierende der Sonderpädagogik und zu Themen aus der Mathematik und Physik. Im Rahmen seiner Dissertation entwickelte er das Planungsraster mit vier Zugangsebenen. Ab 2016 fand dann in Zusammenarbeit mit Dr. Katja Weirauch, Didaktik der Chemie eine verstärkte Erweiterung auf Studierende aller Lehrämter und Fächer statt und eine Fokussierung der Experimente auf Themen aus der Chemie. Die Idee der Kontext-Orientierung fand verstärkt Eingang in die Konzeption der Seminare. Claudia Schenk stieß 2018 hinzu und brachte vor allem Impulse zum Thema Sprache und zur Gestaltung der Materialien an der Station ein. Die nach und nach entwickelten Methodenwerkzeuge wurden erstmals als Gesamt-Kompodium auf der GDCh in Karlsruhe einem breiten Publikum im Rahmen eines Workshops präsentiert. In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Christoph Ratz wurde begonnen, einen Ansatz zur begleitenden Beforschung des Projekts zu entwickeln. Im Wintersemester 19/20 stieß Dr. Christiane Reuter zum Team hinzu und brachte insbesondere ihre methodische Expertise in Seminar und Forschung ein. Im Wintersemester 19/20 erfolgte die erste Pilotstudie mit der Videographie der Lernenden im Lehr-Lern-Labor an zwei Stationen. Weitere Forschungsschritte sollen sowohl die Entwicklung der Lernenden als auch die der Lehramts-Studierenden in den Fokus nehmen.

Von den über 70 Experimentier-Stationen, die im Laufe der Seminare entstanden sind und von denen einige für Lehrerfortbildungen mehrfach überarbeitet wurden, werden ausgewählte in Form eines Buches im Persen-Verlag veröffentlicht und so für Lehrkräfte zugänglich gemacht werden. Die theoretische Fundierung der vorgestellten Methoden-Werkzeuge wurde im vorliegenden Text nur punktuell durch Quellen angedeutet. Für eine ausführlichere Diskussion verweisen wir auf eine in Arbeit befindliche Veröffentlichung (Weirauch, Schenk, Reuter & Ratz, voraussichtlich 2021).

**Wir bedanken uns an dieser Stelle bei Lernort Labor sehr herzlich für die Auszeichnung, die diese Veröffentlichung möglich gemacht und unser Projekt mit dem Preisgeld deutlich weitergebracht hat!**



Wir hoffen, dass dieses Kompodium dazu beitragen kann, dass mehr Lernende besseren und motivierenden Zugang zu naturwissenschaftlichen Inhalten erhalten. Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Erfolg bei der Planung inklusiver naturwissenschaftlicher Lernangebote und viel Freude beim Experimentieren mit den Lernenden!

Ihre



Claudia Schenk    Dr. Christiane Reuter    Prof. Dr. Christoph Ratz  
Lehrstuhl für Pädagogik bei Geistiger Behinderung

Dr. Katja Weirauch  
Didaktik der Chemie

Universität Würzburg im April 2020



## Literatur

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H.-L. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science education*, 88(3).
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teacher's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Affeld, F., Markic, S., Siol, A., Fey, S., Huwer, J., hempelmann, R., . . . Eilks, I. (2016). Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit im Schülerlabor - Lernangebote für alle Schülerinnen und Schüler. *LeLa-Magazin*, 14, 12-13.
- Affeldt, F., Siol, A., Markic, S., & Eilks, I. (2018). Neue Ansätze zur Differenzierung im Schülerlabor. *CHEMKON*, 25(7), 255-262.
- Aubusson, P., Fogwill, S., Barr, R., & Perkovic, L. (1993). What Happens When Students Do Simulation-role-play in Science? *Research in Science Education*, 27(4), 565-579.
- Baumann, T., Kieserling, M., Struckholt, S., & Melle, I. (2018). Verbrennungen - Eine Unterrichtseinheit für inklusiven Unterricht. *CHEMKON*, 25(4), 160-170.
- Bredel, U. & Maaß, C. (2016). Leichte Sprache. Theoretische Grundlagen. Orientierung für die Praxis. Berlin: Duden.
- Bruner, J. s., Olver, R. R., & Greenfield, P. M. (1971). *Studien zur kognitiven Entwicklung. eine kooperative untersuchung am "Center for Cognitive Studies" der Harvard-Universität.*
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales, BMAS (2014). Leichte Sprache. Ein Ratgeber. Online abrufbar unter: [https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a752-ratgeber-leichte-sprache.pdf;jsessionid=AEB68C108FBE61AC3F48802754E1BF40?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a752-ratgeber-leichte-sprache.pdf;jsessionid=AEB68C108FBE61AC3F48802754E1BF40?__blob=publicationFile&v=5)
- Dechant, C., Scholz, M., Dönges, C., Kaltenbach, R., Risch, B. & Köppen, K. (2018). Lebensgrundlage Boden. Eine Handreichung mit differenzierten Lernmaterialien für den Unterricht in inklusiven Gruppen. Universität Koblenz-Landau und Pädagogische Hochschule Ludwigsburg.
- Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I., & Ralle, B. (2008). *Chemie im Kontext - Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzeptes.* Münster: Waxmann.
- Euker, N., Koch, A., & Kuhl, J. (2017). Lesen mit Downsyndrom? Retrieved 17.09.2018 <https://www.hogrefe.de/themen/schule-und-entwicklung/lesen-lernen>
- Feuser, G. (1984a). *Gemeinsame Erziehung behinderter und nichtbehinderter Kinder im Kindertagesheim.* Bremen: Diakonisches Werk.
- Feuser, G. (1984b). Thesen zu: Gemeinsame Erziehung, Bildung und Unterrichtung behinderter und nichtbehinderter Kinder und Jugendlicher im Kindergarten und Schule Retrieved 01.09.2019 <https://www.georg-feuser.com/wp-content/uploads/2019/04/Feuser-Thesen-zur-Integration-Inklusion-i.S.-Allgemeiner-P%C3%A4dagogik-Orig-1984-10-2018.pdf>
- Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. *Behindertenpädagogik*, 28(1), 4-48.
- Florian, L. (2015). Conceptualising inclusive pedagogy: The inclusive pedagogical approach in Action, Inclusive Pedagogy Across the Curriculum. *International Perspectives on Inclusive Education*, Vol 7, 11-24.
- Goschler, W. (2018). *Inklusive Didaktik in Theorie und Praxis. Lernwerkstattarbeit und mathematische Muster am gemeinsamen Gegenstand.* Würzburg: Würzburg University Press.



- Groß, K. (2018). Elektrochemie lernstorientiert differenziert - Eine Möglichkeit zur Förderung des fachlichen Lernens in heterogenen Lerngruppen. In K. Groß & A. Schumacher (Eds.), *Einblicke in die chemiedidaktische forschung zu den Schwerpunkten individuelle Förderung und naturwissenschaftliches Arbeiten* (Vol. Band 12, pp. 149-172). Köln: Elektronische Schriftenreihe der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln.
- Groß, K., & Schumacher, A. (2018). Der außerschulische Lernort ELKE als Möglichkeit der Verbindung von individuellem Lernen und naturwissenschaftlicher Erkenntnis für Schüler\*innen In K. Groß & A. Schumacher (Eds.), *Einblicke in die chemiedidaktische Forschung zu den Schwerpunkten individuelle Förderung und naturwissenschaftliches Arbeiten* (Vol. Band 12, pp. 1-15). KälN: elektronische Schriftenreihe der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln.
- Johnson-Laird, P. N. (2010). Mental models and human reasoning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 18243–18250.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- KMK, K. (2005). *Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz*. München: Luchterhand  
Retrieved from [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Konzeption-Entwicklung.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Konzeption-Entwicklung.pdf).
- Kuballa, M. (2008). *Die Chemie ersetzt den Vorkoster*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2012). Nature of Scientific Knowledge an dScientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 335-359): Springer International Handbooks of Education.
- Leontjev, A. N. (1980). *Probleme der Entwicklung des Psychischen*. Königstein: Athenäum Verlag.
- Markowetz, R. (2004). Alle Kinder alles lehren! Aber wie? - Maßnahmen der Inneren Differenzierung und Individualisierung als Aufgabe für Sonderpädagogik und Allgemeine (Integrations-)Pädagogik auf dem Weg zu einer inklusiven Didaktik. In I. Schnell & A. Sander: (Eds.), *Inklusive Pädagogik* (pp. 167–186). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.
- McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(298), 73-82.
- Parchmann, I., Demuth, R., Ralle, B., Paschmann, A., & Huntemann, H. (2001). Chemie im Kontext - Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule PdN-ChiS*, 50(1), 2-7.
- Pekrun, R. (2006). The control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychological Review*, 18, 315-341.
- Ratz, C. (2011a). *Unterricht im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Fachorientierung und Inklusion als didaktische Herausforderung*. Oberhausen: Athena.
- Ratz, C. (2011b). Zur Bedeutung einer Fächerorientierung. In C. Ratz (Ed.), *Unterricht im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Fachorientierung und Inklusion als didaktische Herausforderung* (pp. 9-40). Oberhausen: Athena.
- Ratz, C. (2017). Inklusive Didaktik für den Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. In E. Fischer & C. Ratz (Eds.), *Inklusion. Chancen und Herausforderungen für Menschen mit geistiger Behinderung* (pp. 172-191). Weinheim, Basel, Zürich: Beltz Juventa.



- Reinfried, S., Mathis, C., & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3).
- Schlüter, A.-K., Melle, I., Wember, F.B. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens, Universal Design for Learning. In *Sonderpädagogische Förderung heute* 61, S. 270–285.
- Scholz, M., Dönges, C., Dechant, C., Endres, A. (2016). Theoretische und konzeptionelle Überlegungen zur Vermeidung von Lesebarrieren bei naturwissenschaftlichen Schülerexperimenten. In *Zeitschrift für Heilpädagogik* 67(10), S. 454-464.
- Scholz, M., Dönges, C., Risch, B., Roth, J. (2016). Anpassung von Arbeitsmaterialien für selbstständiges Arbeiten von Schülerinnen und Schülern mit kognitiven Beeinträchtigungen in Schülerlaboren. Ein Pilotversuch. In *Zeitschrift für Heilpädagogik* 67(7), S. 218-328.
- Straßmeier, W. (2000). *Didaktik für den Unterricht mit geistigbehinderten Schülern*. München: Reinhardt UTB.
- Sweller, J., Mayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York, NY: Springer Science+Business Media LLC.
- van Vorst, H. (2013). *Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie* (Vol. 145). Berlin: logos Verlag.
- Vorst, H. v., Fechner, S., & Sumfleth, E. (2017). Unterscheidung von Kontexten für den Chemieunterricht - Untersuchung des Einflusses möglicher Kontextmerkmale auf das situationale Interesse im Fach Chemie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24, 167-181.
- Weirauch, K. (2017). *Neue Herausforderungen an die professionellen Kompetenzen von Chemie-Lehrkräften durch die Implementation von Seminarfächern*. (Doctoral Thesis), Universität Würzburg, Würzburg.
- Weirauch, K., Geidel, E., Hörnig, A.-L., & Seefried, H. (2015). Forschen lernen in der Schule. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule*, 46(6).
- Weirauch, K., Lohwasser, K., Fenner, C., & Geidel, E. (2019). *Chemie im Kontext weitergedacht - ein Diskussionsbeitrag*. Paper presented at the GDGP-Jahrestagung, Kiel.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2018). *Ambitious Science Teaching*. Cambridge Massachusetts: Harvard Education Press.
- Wocken, H. (1998). Gemeinsame Lernsituationen. Eine Skizze zur Theorie des gemeinsamen Unterrichts. In A. Hildeschiedt & I. Schnell (Eds.), *Integrationspädagogik. Auf dem Weg zu einer Schule für alle* (pp. 37–52). Weinheim/München: Juventa.
- Wygotskij, L. S. (1987). *Ausgewählte Schriften* (Vol. Band 2. ). Köln: Pahl-Rugenstein-Verlag.