

Mit Lernaufgaben und Lernplänen Unterricht strukturieren

HORST KRAUS, HELMUT MÖHLENKAMP, SVEN THEIS, RAINER WACKERMANN

Bei der Planung und Durchführung von Unterricht finden Lernaufgaben vielfältige Berücksichtigung. Lernaufgaben haben die Aufgabe den Kompetenzerwerb der Lernenden zu leiten und zu unterstützen. Im Rahmen der SINUS-Projektarbeit wurde eine Struktur entwickelt, die helfen soll, lernförderliche Lernaufgaben zu erstellen. Grundlegend für die Entwicklung waren bekannte Theorien zu lernwirksamen Unterrichtsstrukturen.

Außerdem wurde ein Konzept zur Erstellung von Lernplänen entwickelt, das die strukturierte Planung von Unterrichtssequenzen in stark heterogenen Lerngruppen unterstützt. Ein zentraler Bestandteil der Lernpläne sind wiederum Lernaufgaben, die einen differenzierten Unterricht ermöglichen.

Die im Rahmen der Projektarbeit erstellten Lernaufgaben und Lernpläne wurden im Unterricht an Gesamt- und Realschulen sowie Gymnasien erprobt und evaluiert. Die entwickelten Lernaufgaben beziehen sich auf den Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer der Sekundarstufe I und auf den Physikunterricht der Sekundarstufe II. Die Lernpläne wurden im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I eingesetzt.

1 Projektbeschreibung und Zielsetzung

Die Ergebnisse aus dem Bildungstrend 2018 (Stanat, Schipolowski, Mahler, Weirich & Henschel, 2019) bestätigen im Wesentlichen Ergebnisse aus dem Ländervergleich 2012 (Pant et al., 2013). Weiterhin liegt NRW in den beiden getesteten Kompetenzbereichen „Umgang mit Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ in allen drei Fächern im Mittel unterhalb des bundesweiten Durchschnitts, in den Fächern Physik und Chemie ist diese Abweichung signifikant (Stanat et al., 2019, S.172–174). Gegenüber dem Ländervergleich 2012 sind im Bildungstrend 2018 nur marginale, nicht signifikante, Änderungen (Verbesserungen) zu verzeichnen (Stanat et al., 2019, S.222 ff.). Die bundesweite Abnahme der Heterogenität ist auch in NRW zu beobachten.

Aus den Ergebnissen beider Untersuchungen lässt sich die Notwendigkeit ableiten, Unterstützungsmaterialien für einen kompetenzorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln, die insbesondere der Förderung der Kompetenzen in den Bereichen Fachwissen und Erkenntnisgewinnung dienen. In diesem Zusammenhang wurden in verschiedenen Arbeitsgruppen der QUA-LiS Konzepte zur Aufgabenkonstruktion entwickelt. Zentrale Aspekte dieser Konzepte wurden in der Publikation „SINUS.NRW: Verständnis fördern – Lernprozesse gestalten“ veröffentlicht (Trendel & Lübeck, 2018). Auf der Grundlage dieser Konzepte wurden in diesem Projekt Lernaufgaben zu verschiedenen Unterrichtsvorhaben aller drei Naturwissenschaften entwickelt. Diese Aufgaben bilden ein Grundgerüst der Kompetenzentwicklung eines Unterrichtsvorhabens. Außerdem wurden eine Struktur und ein Leitfaden erarbeitet,

die es Lehrkräften ermöglichen, selbst kompetenzorientierte Lernaufgaben zu erstellen.

Ein weiteres Ziel der Projektarbeit war die Entwicklung von Strukturen für Lernpläne, die in stark heterogenen Lerngruppen eingesetzt werden können. Besonders an Gesamtschulen finden sich Schülerinnen und Schüler mit stark unterschiedlichen Voraussetzungen und Fähigkeiten gemeinsam in einer Lerngruppe. Hieraus ergibt sich wiederum die Notwendigkeit geeigneter Strukturen zu etablieren, die das zeitweise selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler mit Lernaufgaben fördern. Der Einsatz von selbst entwickelten Lernplänen wurde an fünf Gesamtschulen erprobt und evaluiert. Ergänzend zu den Lernplänen wurde den Schülerinnen und Schülern ein thematischer Überblick zur Orientierung geben. Für die Erprobung der Materialien waren die folgenden Fragestellungen leitend:

- Wie kann sichergestellt werden, dass die notwendigen Lernschritte im Lernprozess durchlaufen werden?
- Welche Lernprodukte motivieren die Schülerinnen und Schüler und lassen eine Bearbeitung auf unterschiedlichen Niveaus zu?
- Wie können die Kooperation und die Kommunikation der Schülerinnen und Schüler unterstützt werden?
- Wie kann ein flexibler Einsatz der Aufgaben erreicht werden?
- Wie können die Aufgaben in einen sinnstiftenden Kontext eingebunden werden?
- Wie kann ein thematischer Überblick (roter Faden) über den Lerngegenstand gegeben werden?

Ein Lernplan umfasst mehrere Lernaufgaben, aber auch andere Aufgabenformate, wie z. B. Wiederholungen. Als Klammer definiert jeder Lernplan idealerweise ein zusammenfassendes Lernprodukt, das die Lernenden gemeinsam erstellen.

Strukturierung der Lernaufgaben durch das Lehr-Lern-Modell von Leisen und die Basismodelle von Oser

Die folgende Abbildung stellt den theoretischen Rahmen der Lernaufgabenentwicklung in diesem Projekt auf Grundlage des Lehr-Lern-Modells von Leisen (Leisen, 2011, S.7) und der Basismodelltheorie von Oser (Wackermann & Krabbe, 2017) dar.

Während das weithin bekannte Lehr-Lern-Modell von Leisen die Unterscheidung zwischen materialer und personaler Steuerung gut darstellt, differenziert das Basismodell von Oser nach kognitiven Prozessen bzw. den intendierten Zielen einer Lernsituation. In Abbildung 1 ist die Einbettung der Basismodelle nach Oser in das Lehr-Lern-Modell nach Leisen dargestellt. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht erscheinen dabei die Basismodelle Lernen durch Eigenerfahrung (LdE), Konzeptbildung (Kb) und Problemlösen (PL) relevant. Man vergleiche hier etwa den Lehr-Lernschritt „Lernprodukt erstellen“ (material oder personal durchgeführt) im Modell nach Leisen mit den differenzierten Schritten „Eine Handlung durchführen“ (Lernen durch Eigenerfahrung) und „Prototypisches Muster (Beispiel) durcharbeiten“ (Konzeptbildung). Durch die zusätzliche Differenzierung erscheinen die Lernschritte konkreter und so können verschiedene allgemeine Lernziele präzise angesteuert werden. Das Wesen der Basismodelltheorie besteht darin, zwischen verschiedenen grundsätzlichen Lehr-Lernprozessen (sogenannten Basismodellen des Lehrens

und Lernens) wie Erfahrungslernen und Konzeptbildung zu unterscheiden. Zu jedem Basismodell ist eine spezifische Kette von Lernprozessschritten angegeben, die nacheinander und in der richtigen Reihenfolge durchlaufen werden müssen, damit das Lernen erfolgreich sein kann.

Modell des Lehr-Lernprozesses auf Grundlage von Leisen und Oser

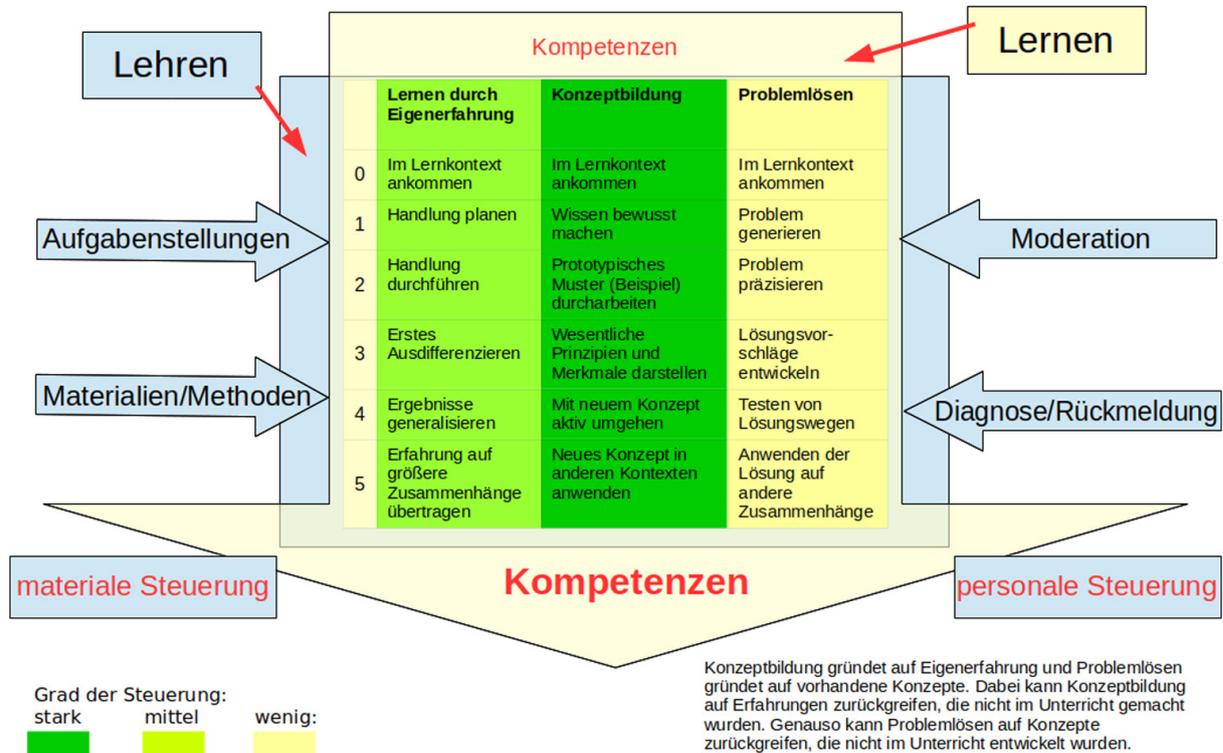


Abbildung 1: Modell des Lehr-Lernprozesses auf Grundlage von Leisen und Oser

Lernen durch Eigenerfahrung stellt dabei die selbstständige, handelnde Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand in den Mittelpunkt, von dem die/der Lernende ein direktes Feedback erhält. Ziel ist der Aufbau von reflektiertem Erfahrungswissen in Form von Regeln und Gesetzmäßigkeiten. Das Lernen durch Eigenerfahrung lässt sich in die folgende Sequenz unterteilen:

1 Planen der Handlung → 2 Durchführen der Handlung → 3 Konstruieren von Bedeutung → 4 Verallgemeinerung der Erfahrung → 5 Dekontextualisierung durch Reflexion ähnlicher Erfahrungen

Das Ziel von Konzeptbildung hingegen ist es, kognitive Strukturen zu erweitern und Begriffe oder Konzepte aufzubauen, auf die Schülerinnen und Schüler in der Regel nicht von sich aus kommen können. Sie werden daher an einem konkreten Prototyp als exemplarisches Schema entwickelt, abstrahiert und verallgemeinert. Die entsprechende Sequenz von Konzeptbildung lässt sich Abbildung 1 entnehmen.

Struktur für Lernaufgaben

Im Rahmen der Projektarbeit wurde eine Struktur zur Aufgabenkonstruktion entwickelt (Abbildung 2). Diese Struktur soll Lehrkräften die Entwicklung von eigenen Aufgaben und den Lernenden das Bearbeiten der Aufgaben erleichtern. Die Lernaufgaben aller naturwissenschaftlichen Fächer und aller Schulstufen sind nach dem gleichen Schema aufgebaut.

Struktur zur Aufgabenkonstruktion

- I. Beschreibung eines *Kontexts* evtl. mit einer Fragestellung, die sich auf den Kontext bezieht
 - II. *Lernprodukt* definieren
 - III. *Arbeitsschritte*: Beschreibung von Teilaufgaben und den dazugehörigen Materialien
 - IV. *Lernziel* der Aufgabe: Beschreibung des Schwerpunkts der Kompetenzentwicklung
 - V. *Aufgaben zur Weiterarbeit*
- Die Reihenfolge der Punkte III. und IV. kann vertauscht werden.

Abbildung 2: Struktur der Lernaufgaben

Die Beschreibung eines Kontexts zu Beginn dient der Motivation und soll aufzeigen, wie das erworbene fachliche Wissen angewendet werden kann.

Anschließend wird ein Lernprodukt definiert, welches keine eindeutige Lösung haben darf, sondern freie Gestaltungsmöglichkeiten beinhalten muss. Das Lernprodukt ist daher sehr allgemein formuliert. Für die Lernenden soll die Erstellung des Lernprodukts im Vordergrund stehen. Während dieses Prozesses werden die verschiedenen Kompetenzen weiterentwickelt.

Die erstellten Lernprodukte unterscheiden sich durch die freie Gestaltungsmöglichkeit bezogen auf den Umfang, die Komplexität und den Abstraktionsgrad. Hierbei wird das hohe Differenzierungspotenzial der Lernprodukte deutlich. Es ist außerdem sehr wichtig, dass die Lernprodukte nicht bewertet werden, weil Lernaufgaben im Lernraum eingesetzt werden, wo Fehler explizit erlaubt und für den Lernprozess oftmals förderlich sind. Dagegen kann der Arbeitsprozess von der Lehrkraft gut beobachtet und auf Grundlage von transparenten Kriterien bewertet werden.

Arbeitsschritte helfen die Arbeit am Lernprodukt zu strukturieren und zu konkretisieren. Dabei spiegelt sich in der Formulierung der Arbeitsschritte das ausgewählte Basismodell nach Oser wider. Zum Basismodell Konzeptbildung gehört beispielsweise immer ein Informationsteil, um ein prototypisches Muster durchzuarbeiten. Alle Arbeitsschritte können einer Phase des entsprechenden Basismodells zugeordnet werden. Ein Qualitätsmerkmal für erfolgreichen Unterricht ist nach Oser das vollständige Durchlaufen der Phasen. Dies wird durch die Formulierung und Abfolge der Arbeitsschritte erreicht.

Die Formulierung des Lernziels der Aufgabe dient der Konkretisierung des erwarteten Kompetenzerwerbs. Nachdem die Schülerinnen und Schüler das Lernprodukt erstellt haben, wird an dieser Stelle transparent gemacht, welche Kompetenzen bei der Arbeit am Lernprodukt weiterentwickelt wurden. Dazu wird das Lernziel in einer schülergerechten Sprache formuliert. Es kann sinnvoll sein, das Lernziel vor den Arbeitsschritten zu platzieren, um vor der Arbeit an den Aufgaben das Lernprodukt für die Schülerinnen und Schüler zu konkretisieren.

Die Aufgaben zur Weiterarbeit dienen der Differenzierung bezogen auf das Lerntempo. Diese Aufgaben sind der letzten Phase der Basismodelle nach Oser zuzuordnen. Hier wird das Erlernte auf andere Zusammenhänge oder Kontexte angewendet. Meist müssen im folgenden Unterricht noch weitere Aufgaben bearbeitet werden, um das Gelernte ausreichend zu vernetzen.

Struktur für Lernpläne für stark heterogene Lerngruppen

Bei der Erprobung von Lernaufgaben nach der vorgestellten Struktur in stark heterogenen Lerngruppen konnten in Bezug auf die oben genannten Zielsetzungen folgende Beobachtungen gemacht werden:

- Viele Schülerinnen und Schüler konnten die gestuften Aufgaben selbstständig mit den angebotenen Hilfen sinnvoll zur Kompetenzentwicklung nutzen. Die Lernschritte wurden durchlaufen.
- Für einige Schülerinnen und Schüler war die angebotene Aufgabenstruktur zu textlastig und komplex. Eine zielführende Lernaktivität konnte nicht beobachtet werden.
- Es ist häufig nicht möglich, alle Lernschritte eines Basismodells sinnvoll in einer Lernaufgabe abzubilden. Besonders bei den Lernschritten 0 und 5 (siehe Abbildung 1) ist es besser, sie auf mehrere Lernaufgaben zu verteilen.

Um den beiden letztgenannten Problemen zu begegnen, wurden die Lernaufgaben und auch andere Aufgabenformate in die übergeordnete Struktur eines Lernplans eingebunden (siehe Abbildung 3).

Lernplan zum Thema: (Beschreibung des Lernkontexts)

Lernprodukt: Erstelle ... (übergeordnetes Lernprodukt)

| Lernlinie 1 | Lernlinie 2 | Lernlinie 3 (Erweiterung) |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1. Aufgabe (Basis) | 1. Methode (Basis) | 1. Aufgabe (Erweiterung) |
| 2. Aufgabe (Erweiterung) | 2. Aufgabe (Basis) | 2. Methode (Erweiterung) |
| 3. Aufgabe (Basis) | 3. Aufgabe (Erweiterung) | 3. Aufgabe (Erweiterung) |
| 4. ... | 4. ... | 4. ... |

Erledigt: Markiere die Aufgaben, die du schon bearbeitet hast.

Abbildung 3: Struktur eines Lernplans

Das Thema des Lernplans nennt den Kontext der Unterrichtssequenz möglichst sinnstiftend, alltagsnah und motivierend. Idealerweise gibt es ein übergeordnetes Lernprodukt (Flyer, Glossar, digitales Lernprodukt ...), das die einzelnen Lernlinien und Aufgaben des Lernplans verbindet. Die Lernprodukte der einzelnen Teilaufgaben ergeben dann das übergeordnete Lernprodukt. Die Lernlinien unterteilen das Unterrichtsvorhaben. Lernlinien können Teilthemen des Unterrichtsvorhabens sein oder die Lernschritte eines Basismodells abbilden, z. B. kann in der ersten Lernlinie „Lernen durch Eigenerfahrung“ stattfinden und in der zweiten Lernlinie „Konzeptbildung“.

Aufgaben können Lernaufgaben nach der oben vorgestellten Struktur und auch andere Aufgabenformate sein. Als Planungshilfe für die Auswahl der Aufgaben ist das in der Qualitäts- und Unterstützungsagentur – Landesinstitut für Schule des Landes Nordrhein-Westfalen (QUA-LiS) entwickelte Lernstrukturgitter hilfreich. Bei den Lernlinien und Aufgaben des Lernplans findet eine Differenzierung in Basis und Erweiterung statt. Hierbei ist zu beachten, dass auch lernschwächere Schülerinnen und Schüler alle Lernschritte eines Basismodells

durchlaufen können und sollten, um einen optimalen Kompetenzzuwachs zu erreichen.

Einsatz von Lernplänen im Unterricht

Jede Schülerin und jeder Schüler hat den Lernplan in ihrer bzw. seiner Mappe. Die Aufgaben, Hilfen und ggf. Arbeitsblätter werden z. B. über ein Hängeregister bereitgestellt (siehe Abbildung 4). Die Aufgaben und Materialien haben immer das gleiche Layout, um die Orientierung zu erleichtern. Eine Tabelle mit den Arbeitsschritten soll es den Schülerinnen und Schülern erleichtern den Arbeitsstand zu dokumentieren.

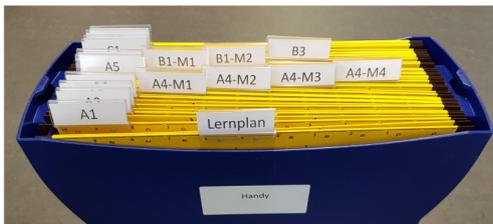


Abbildung 4: Bereitstellung der Materialien

Methoden aus dem kooperativen Lernen werden in den Aufgaben und auch bei der Erstellung des übergreifenden Lernprodukts sinnvoll eingebunden.

Um einen Überblick und den Bezug zum gemeinsamen Lerngegenstand im Gemeinsamen Lernen herzustellen, wird die Sachstruktur grafisch dargestellt. Im Unterricht wird diese Grafik genutzt, um den Bezug der Aufgabe zur Inhaltsstruktur des Unterrichtsvorhabens herzustellen.

2 Vorstellung ausgewählter Produkte

Anhand der Lernaufgabe *Waffeleisen* werden die wesentlichen Elemente der Aufgabenstruktur vorgestellt. Diese Lernaufgabe kann im Physikunterricht der Jahrgangsstufen 7 bis 10 in allen Schulformen eingesetzt werden und ist für einen Zeitumfang von 90 Minuten konzipiert. Die Lernaufgabe ist dem Basismodell „Lernen durch Eigenerfahrung“ (LdE) zugeordnet.

Der beschriebene *Kontext* (Abbildung 5) zeigt auf, wie das erlernte Wissen in einer Alltagssituation angewendet werden kann, die Lernenden sollen *im Lernkontext ankommen* (Phase 0, LdE).

Wie viele Waffeleisen können angeschlossen werden?

Beim Schulfest sollen Waffeln und heiße Getränke verkauft werden. Dazu soll ein Wasserkocher und mehrere Waffeleisen an eine Mehrfachsteckdose angeschlossen werden.

Der Hausmeister fragt dazu: „Wie viele Waffeleisen wollt ihr denn anschließen? Ihr müsst aufpassen, dass die Sicherung nicht rausfliegt!“

Lernprodukt: Erstelle einen Hinweiszettel, der für den Standdienst beim Schulfest ausgelegt wird. Der Hinweiszettel soll darüber informieren, wie viele Waffeleisen man anschließen darf.

Abbildung 5: LdE, Phase 0; Kontext- und Lernproduktbeschreibung

Das Lernprodukt – das Verfassen eines Hinweiszettels – ist hinreichend allgemein beschrieben, dass verschieden gestaltete Produkte erstellt werden können. Die Schülerinnen und Schüler haben in der Praxis sehr unterschiedliche Hinweiszettel verfasst, die sich stark bezüglich des Umfangs, der Komplexität und des Abstraktionsgrades unterscheiden. Hier zeigte sich die selbstdifferenzierende Wirkung beim Erstellen des Lernprodukts.

Die Arbeitsschritte (Abbildung 6) orientieren sich an den Phasen 1–5 des Basismodells „Lernen durch Eigenerfahrung“ nach Oser.

Arbeitsschritte

1. Führe zu der Fragestellung: „Was geschieht mit der Stromstärke (I), wenn mehrere Geräte an eine Mehrfachsteckdose angeschlossen werden?“ ein Modellexperiment durch und werte es aus.
Material: Energiequelle (Steckdose); Kabel (Mehrfachsteckdose); Lampen (Waffeleisen); gewickelter Draht (Wasserkocher); Messgerät (Sicherung)
→ *Information*: Modellexperiment
2. Vergleiche dein Ergebnis mit mindestens zwei Gruppen. Seid ihr zu dem gleichen Ergebnis gekommen? Wenn nicht, diskutiert die Unterschiede und überlegt, ob Fehler bei der Durchführung gemacht wurden. Führe das Experiment, wenn nötig, noch einmal durch.
3. Jetzt weißt du, wie sich die Gesamtstromstärke (I_G) bei einer Parallelschaltung verändert. Eine Mehrfachsteckdose ist eine Parallelschaltung. Informiere dich über die Stromstärke (I) des Wasserkochers und eines Waffeleisens. → *siehe Lehrerpult*
4. Jetzt kannst du erklären, wie viele Waffeleisen man zusätzlich zu dem Wasserkocher anschließen kann. Schreibe einen Hinweiszettel, der an den Ständen des Schulfestes ausgelegt wird.

Abbildung 6: Lernen durch Eigenerfahrung, Phase 1–5; Arbeitsschritte

Im ersten Arbeitsschritt wird die Handlung, ein Experiment, geplant (Phase 1, LdE). Detaillierte Informationen zum Experiment werden durch ein Arbeitsblatt (*Information*: Modellexperiment) gegeben. Die Schülerinnen und Schüler lernen anhand des Experiments, wie sich die Gesamtstromstärke beim Anschließen mehrerer Elektrogeräte verändert.

Nach der Planung wird das Experiment durchgeführt (Phase 2, LdE) und die Beobachtungen werden notiert. Anschließend formuliert jede Gruppe auf Grundlage ihrer Beobachtungen ein Ergebnis. Dazu soll die Frage zum Experiment „Was geschieht mit der Stromstärke (I), wenn mehrere Geräte an eine Mehrfachsteckdose angeschlossen werden?“ beantwortet werden. Die Ergebnisformulierung ist der Phase 3, „Erstes Ausdifferenzieren“, des Basismodells „Lernen durch Eigenerfahrung (LdE)“ zuzuordnen.

Das Generalisieren der Ergebnisse (Phase 4, LdE) erfolgt im Arbeitsschritt 3 durch den Abgleich der Gruppenergebnisse mit mindestens zwei Gruppen.

Aufgaben zur Weiterarbeit

Trage in die Schaltskizze des Modellexperiments weitere Stromstärkemessgeräte ein. Sage an diesen Stellen die Stromstärke (I) voraus. Überprüfe deine Voraussagen durch eine Messung.

Abbildung 7: LdE, Phase 5; Aufgaben zur Weiterarbeit

Im Arbeitsschritt 4 wird das eigentliche Lernprodukt, der Hinweiszettel, erstellt. Dabei wird das Erlernte auf einen größeren Zusammenhang übertragen (Phase 5, LdE). Die Ergebnisse werden in den ursprünglichen Kontext übertragen. Die Aufgabe zur Weiterarbeit ist ebenfalls der Phase 5 des Basismodells „Lernen durch Eigenerfahrung“ zuzuordnen.

Zur Differenzierung werden bei der Planung des Experiments und der Formulierung des Ergebnisses Hilfen angeboten. Die Aufgaben zur Weiterarbeit (Abbildung 7) sind ein Angebot zur Differenzierung nach Lerntempo.

Die Unterschiede zwischen Lernaufgaben zu dem Basismodell „Lernen durch Eigenerfahrung“ und denen zu dem Basismodell „Konzeptbildung“ (Kb) werden anhand der Aufgabe „Verwendung von Symbolen und Analogien zur Unterscheidung von Diabetes Typ I und Typ II“ dargestellt. Diese Lernaufgabe kann im Biologieunterricht der Jahrgangsstufen 8 bis 10 in allen Schulformen eingesetzt werden und ist für einen Zeitumfang von 90 Minuten konzipiert. Weil die Struktur der Lernaufgaben bei beiden Basismodellen gleich ist, wird auch in dieser Aufgabe zu Beginn ein Kontext beschrieben. Zunächst wird anhand eines an Diabetes Typ I erkrankten Jungen, dessen Onkel nun ebenfalls die Diagnose Diabetes erhalten hat, aufgezeigt, dass es zwei verschiedene Diabetes-Typen gibt und dass man komplexe Abläufe im menschlichen Körper mithilfe von Schaubildern unter Verwendung von Symbolen und Analogien vereinfacht erklären kann. Unmittelbar im Anschluss wird das *Lernprodukt* definiert (Abbildung 8).

Wie veranschauliche ich die Unterscheidung von Diabetes Typ I und Typ II in einem Schaubild?

[...] Tom wundert sich: Warum sieht die Therapie bei seinem Onkel so ganz anders aus als bei ihm? Warum soll sein Onkel sich nicht auch Insulin spritzen?

Er recherchiert im Internet und findet einen Text (→ *Information*, siehe Aufgabe 4). Außerdem findet er bei dem Text eine → *Abbildung*, die die Textinformation veranschaulichen will. Nachdem er beides studiert hat, geht ihm Folgendes nicht aus dem Kopf: „So ein Schaubild ist super. Durch die Symbole und Bilder wird das Ganze verständlich, auch ohne dass man den langen Text lesen muss. Erinnert mich irgendwie an die gezeichneten Erklärfilme in den Logo-Kindernachrichten früher... Allerdings: Diese Abbildung ist zwar sehr anschaulich, aber viel zu allgemein! Sie geht auf die Unterschiede zwischen den beiden Diabetes-Typen gar nicht ein!“

Lernprodukt: Verbessere die → *Abbildung*, die Tom gefunden hat, indem du zwei eigene Schaubilder entwickelst, die die Unterscheidung zwischen Typ I und Typ II veranschaulichen. Verwende dabei geeignete Symbole und Analogien [...]

Abbildung 8: Kb, Phase 0; Kontext- und Lernproduktbeschreibung

Aufgabe 1 (PA): Aktiviere dein Vorwissen über das Hormon Insulin und über den allgemeinen Wirkmechanismus von Hormonen!

- a) Erstelle dazu eine Mindmap zum Hormon Insulin (Bildungsort/Wirkort/Wirkung/Regulation: Bedingungen zur Ausschüttung und Beendigung der Ausschüttung ...).
- b) Wann und wie wirkt ein Hormon? Womit haben wir diesen spezifischen Wirkmechanismus eines Hormons auf seine Zielzelle verglichen? Ein solcher Vergleich eines abstrakten Prinzips mit einem Alltagsgegenstand wird auch Analogie genannt.

Abbildung 9: Kb, Phase 1, Auszug aus Aufgabe 1

Die *Arbeitsschritte* (Abbildung 9–11) gliedern sich entsprechend der Phasen des Basismodells Konzeptbildung. Aufgabe 1 (Abbildung 9) aktiviert das Vorwissen der Lernenden (Phase 1, Kb) bezogen auf die Verwendung von Symbolen und Analogien. Inhaltlich muss auch das Vorwissen zum Wirkmechanismus von Hormonen generell und speziell der Wirkweise des Hormons Insulin reakti-

viert werden. Die Aktivierung des Vorwissens entspricht der Phase 1 des Basismodells Konzeptbildung.

Was stimmt nicht bei Zuckerkranken

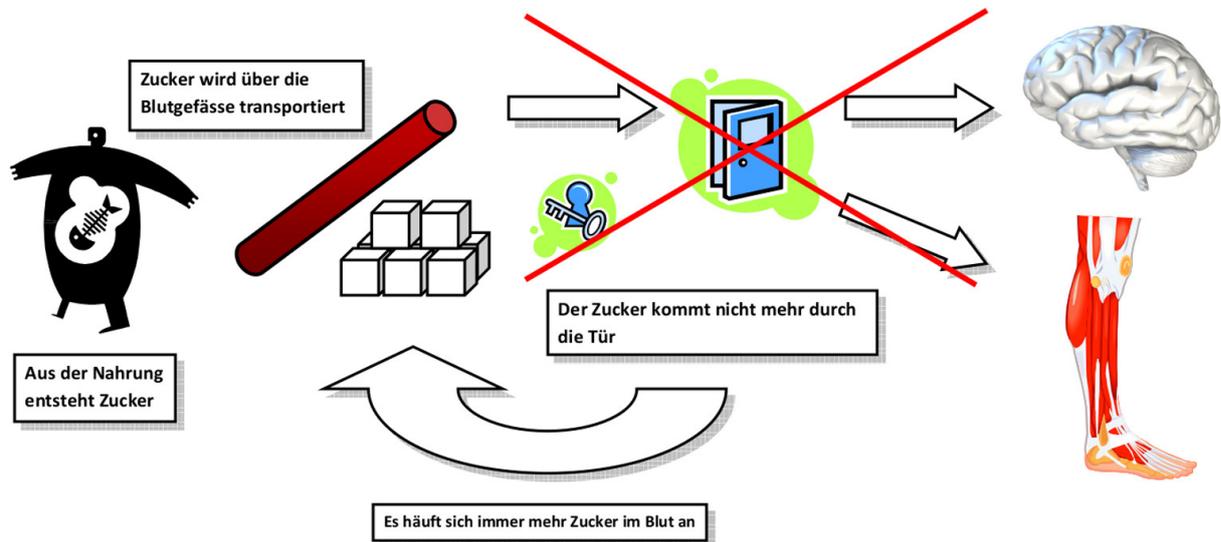


Abbildung 10: Kb, Phase 2; Grafik zu Arbeitsschritt 2 (Quelle: kik AG, <https://www.kiknet.ch/app/download/7977474586/02d+Plakat++Diabetes.pdf?t=1442470513> [25.06.2020] CCBY SA)

Die Grafik „Was stimmt nicht bei Zuckerkranken“ (Abbildung 10) enthält etliche Symbole und Analogien zur Veranschaulichung der Abläufe im Körper eines Diabetespatienten. Auf der Grundlage der symbolischen Darstellungen und durch gezielte Arbeitsaufträge, die durch Hilfen unterstützt werden, sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, die Verwendung von Symbolen und Analogien zu verstehen. Im Gegensatz zum Basismodell Lernen durch Eigenerfahrung, wo aus selbst gemachten Erfahrungen gelernt wird, werden hier alle benötigten Informationen in aufbereiteter Form gegeben und der Lernprozess wird sehr stark geleitet. Dies geschieht durch das Durcharbeiten eines Prototyps (Phase 2, Kb). Der Prototyp ist hier die Grafik (Abbildung 10) und die dazugehörigen Aufgabenstellungen, die sich auf die dort verwendeten Symbole und Analogien beziehen.

Aufgabe 3: ... Überlege gemeinsam mit deinem Nachbarn für alle acht Symbole bzw. Analogien in der Abbildung, worin dieser Zusammenhang bzw. die Ähnlichkeit mit der jeweils dahinterstehenden Struktur bzw. Sachverhalt jeweils besteht. ...

Vor der Weiterarbeit vergleicht eure Ergebnisse mit dem Lösungsblatt am Lehrerpult.

Abbildung 11: Kb, Phase 3, Auszug aus Aufgabe 3

Nach dem Durcharbeiten des Prototyps erfolgt das Darstellen der wesentlichen Prinzipien (Phase 3, Kb). Dies wird durch das Bearbeiten der Aufgabe 3 (Abbildung 11) erreicht. Die Lernenden bearbeiten die Aufgabe in Partnerarbeit und kontrollieren die Lösungen mit einem Lösungsblatt. Dieser Abgleich ist entscheidend, weil sichergestellt werden muss, dass die wesentlichen Prinzipien erkannt wurden.

Erst dann kann das Erlernte auf einen weiteren Zusammenhang angewendet werden (Phase 4, Kb). Die Schülerinnen und Schüler können nun das Lernprodukt, eine Darstellung zur Unterscheidung von Diabetes I und II, erstellen. Dazu ist es unerlässlich passende Symbole und Analogien zu verwenden.

Die sinnvolle Verwendung von Symbolen und Analogien lernen die Schülerinnen und Schüler in dieser Aufgabe zum Basismodell „Konzeptlernen“ an einem Beispiel (Prototyp). Der Lernprozess durch Konzeptlernen unterscheidet sich dabei grundlegend vom Lernen durch Eigenerfahrung. Beim Lernen durch Eigenerfahrung müssen die Lernenden eigene Schlüsse aus ihren Erfahrungen ziehen, der Lernprozess ist dabei wenig angeleitet. Der Lernprozess beim Konzeptlernen ist dagegen viel stärker gelenkt.

Vorstellung und Erläuterung von Lernplänen

Für den Lernplan wurde das Thema „Kommunizieren mit dem Handy“ gewählt, da das Handy in der Lebensrealität eine bedeutende Rolle spielt und die geforderten Kompetenzen des Kernlehrplans Wahlpflichtfach Naturwissenschaften für Gesamtschulen hier gut anbindbar sind (Inhaltsfeld 6: Kommunikation und Information).

Lernplan zum Kontext: Kommunizieren mit dem Handy

Der Kontext wurde in vier Lernlinien unterteilt, „A Von Handy zu Handy – Funkzellen“, „B Sprechen und Hören – Schallwellen“, „C Geheimnisvolle Wellen“ und „D 1- oder 0-Digitalisierung“. Die Lernlinien sind im inhaltlichen Überblick und im Lernplan dargestellt. Die Lernaufgabe „Kommunikation früher und heute“ dient zum Einstieg in den Lernkontext.

Im Verlauf des Unterrichtsvorhabens erfolgt mehrfach eine Visualisierung der Lernlinien im Kontext (Abbildung 12).



Abbildung 12: Visualisierung der Lernlinien im Kontext

Die Lernlinien werden anhand der Aufgaben im Lernplan strukturiert (siehe Abbildung 13).

In der ersten Lernlinie „A Von Handy zu Handy – Funkzellen“ geht es um die Übertragung von Informationen zwischen zwei Handys. Durch die Bearbeitung der Aufgaben A1 und A2 können die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass zwei Handys nicht direkt miteinander kommunizieren können. In den Aufgaben A3 und A4 geht es um den Aufbau und die Funktion von Handynetzen. Die leistungstärkeren Schülerinnen und Schüler können im Rahmen der Aufgabe A5 (Erweiterung) die erlangten Kompetenzen in einem anderen Zusammenhang anwenden. In der zweiten Lernlinie „B Sprechen und Hören – Schallwellen“ kann der Umgang mit den zentralen Konzepten Schwingung, Amplitude und Frequenz erlernt werden. Der Umgang mit diesen Konzepten ist Voraussetzung für die folgenden Lernlinien. Die Eigenschaften, Ausbreitung und Bereiche elektromagnetischer Strahlung sind Gegenstand der Lernlinie „C Geheimnisvolle Strahlung“. In der Lernlinie „D Eins oder null – Digitalisierung“ geht es um die digitale Übermittlung von Informationen mittels verschiedener Modulationsverfahren.

Lernplan zum Thema: Kommunizieren mit dem Handy
 Lernprodukt: Erstelle einen Informationsbereich für Schülerinnen und Schüler im OneNote-Notizbuch

| A Von Handy zu Handy – Funkzellen | B Sprechen und Hören – Schallwellen | C Geheimnisvolle Strahlung | D Eins oder null – Digitalisierung |
|--|--|--|---|
| 1. Experiment: Verbindungsaufbau (Basis) | 1. Schallwellen (Basis) | 1. Experiment: Handystrahlung messen (Basis) | 1. Eine SMS verschicken – Einsen und Nullen (Basis) |
| 2. Experiment: Empfangstest (Basis) | 2. Ohr und Hören (Basis) | 2. Telefonieren beim Tauchen? – Was hält die Funkwellen auf? (Basis) | 2. Informationen über Wellen verschicken – Modulationsverfahren (Basis) |
| 3. Wo ist der nächste Funkmast? (Basis) | 3. Hunde hören besser als Menschen – Hörbereiche (Erweiterung) | 3. Im Keller ist der Akku schneller leer? – Dynamische Leistungsregelung (Erweiterung) | |
| 4. Annika ruft Max an – Von Handy zu Handy (Basis) | | 4. Vom Radio bis zum Röntgen – Elektromagnetische Strahlung (Basis) | |
| 5. Verbrecher gefasst – Handyortung (Erweiterung) | | 5. Voll verstrahlt! Wie gefährlich ist Handystrahlung? (Erweiterung) | |

✓ Erledigt: Markiere die Aufgaben die du schon bearbeitet hast.

Abbildung 13: Lernplan zum Thema: Kommunizieren mit dem Handy

Digitalisierter Lernplan zum Kontext Farben

Der Lernplan „Farben-Sehen bei Mensch und Tier“ ist zusammengesetzt aus vier Elementen (Abbildung 14: Startseite zum Lernplan mit vier Elementen): eine hinführende Wiederholung, zwei Lernaufgaben, die das Farbsehen bei Menschen und Tieren zum Inhalt haben und, als Klammer des ganzen Lernplans, die Erstellung eines Erklärvideos als Lernprodukt. Der Lernplan wird in der Praxis digital als pdf-Dokument für Tablets angeboten, damit die Lernenden selbstständig darin navigieren sowie die gestuften Hilfen und Querverweise nutzen können. Im digitalen Angebot kommen wesentliche Gestaltungsmerkmale von Aufgaben für heterogene Lerngruppen besonders gut zur Geltung: wiederkehrende Symbole zu Sozialform, Handlungsform und zur Illustration der Aufgabenstellung, Anlehnung an Leichte Sprache, variabel wählbare Schriftgröße vor pastellfarbigem Hintergrund, leicht auffindbare gestufte Hilfen sowie der im Inhaltsfeld „Farben“ unverzichtbare Einsatz farbiger Abbildungen. Zu den vier Elementen des Lernplans: Die hinführende Wiederholung thematisiert den Weg des Lichts von der Sonne unterwegs zum Auge. Die zwei Lernaufgaben sind idealtypisch aufgebaut. Die beiden daraus folgenden Zwi-

schenschritte bereiten die Lernenden inhaltlich und methodisch auf das komplexe Lernprodukt, das Erstellen eines Erklärvideos, vor: Die Lernaufgabe „Nachts sind alle Katzen grau. Farben-Sehen beim Menschen“ mündet darin, einen Versuch zum Farbsehen beim Menschen durchzuführen und per Video zu dokumentieren. Das Produkt zur Lernaufgabe „Farben-Sehen bei Tieren“ ist eine Tabelle, die zum Vergleich der Farbwahrnehmung anregt. Die Produkte sind offen formuliert, sodass sowohl bildhafte und gesprochene als auch schriftliche oder hybride digitale Lösungen möglich sind. Dazu ein Beispiel: Ein Schüler mit Förderbedarf KM hielt privat Hauskaninchen und recherchierte zu deren Farben-Sehen. Als Produkte erstellte er ein klassisches Plakat in Papierform mit Überschriften und die Tabelle digital. Zusätzlich präsentierte er blau- und grünstichige Bilder in Dauerschleife, die das Farben-Sehen bei Kaninchen simulierten. Im selbst gesprochenen Kommentar gab er zu verstehen, dass er unerwartet viel Neues über seine Lieblingstiere gelernt habe.

Abbildung 14: Startseite zum Lernplan mit vier Elementen (METACOM Symbole, © Annette Kitzinger)

3 Evaluation, Schlussfolgerungen und Perspektiven

Die Lernaufgaben wurden in verschiedenen Lerngruppen an Gesamtschulen, Realschulen und Gymnasien erprobt. Die Rückmeldung der Lehrerinnen und Lehrer hat ergeben, dass die Struktur der Aufgaben und die Orientierung an den Basismodellen des Lernens gut geeignet sind, den Lernprozess der Lernenden zu strukturieren. Für die Schülerinnen und Schüler waren die Struktur und das Lernziel klar und der Arbeitsprozess war überwiegend reibungslos und zielführend.

Die strikte materiale Steuerung konnte aber nicht durchgehalten werden. Bei vielen Aufgaben musste zeitweise auf eine personale Steuerung zurückgegriffen werden. Insbesondere der Abgleich von Ergebnissen musste häufig im Plenum erfolgen, um sicherzustellen, dass alle Schülerinnen und Schüler die wesentlichen Prinzipien verstanden hatten. Die personale Steuerung hat den Vorteil, dass die Lehrperson durch gezielte Impulse die wesentlichen Erkenntnisse akzentuieren kann.

Die Ausgabe von sehr vielen Arbeitsblättern bei einigen Aufgaben wurde sowohl von Lehrerinnen und Lehrern als auch von Schülerinnen und Schülern negativ bewertet. Eine digitale Aufbereitung der Materialien kann die Materialflut verhindern und den Arbeitsprozess noch besser strukturieren.

Lernaufgaben, die in stark heterogenen Lerngruppen über Lernpläne organisiert und strukturiert wurden, waren gut geeignet, die notwendigen Lernschritte des Lernprozesses auf unterschiedlichen Niveaus zu organisieren.

Wenn Aufgaben über einen Lernplan organisiert wurden, ermöglichte dies der Lehrkraft, einzelnen Schülerinnen und Schülern bestimmte Aufgaben flexibel zuzuweisen.

Durch das Angebot von Hilfen und Lösungen konnte an vielen Stellen selbstständiges und zielführendes Arbeiten beobachtet werden.

Die Einbindung der Aufgaben in einen sinnstiftenden Kontext erleichterte es den Schülerinnen und Schülern, die Sinnhaftigkeit ihrer aufgabengeleiteten Handlungen nachzuvollziehen. Der grafische, thematische Überblick (roter Faden) über den Lerngegenstand unterstützte diese Zielsetzung.

Lernprodukte motivierten die Schülerinnen und Schüler und ermöglichten eine kreative und kooperative Erstellung auf unterschiedlichen Niveaus. Besonders motivierend war es, wenn die Lernprodukte der einzelnen Teilaufgaben einen Beitrag zu einem übergreifenden Gesamtprodukt lieferten.

Durch die Unterstützung der Kooperation und der Kommunikation der Schülerinnen und Schüler untereinander konnte eine verstärkte kognitive Aktivierung beobachtet werden. Der sachbezogene Sprachanteil der Schülerinnen und Schüler wurde höher.

Entwicklungsaufgaben

Bei den erstellten Aufgaben und Lernplänen beschränkten sich die kooperativen Lernformen meistens auf Partnerarbeit. Eine verstärkte Einbindung kooperativer Lernformen, die auch die Kommunikation zwischen den Gruppen fördert, eine klare Aufgaben- und Rollenverteilung sowie die Einführung von Helfersystemen wird angestrebt.

Unterrichtssituationen, in denen verschiedene Gruppen individuell experimentieren, sind sehr herausfordernd. Einige Experimente bergen Gefahren, müssen nach genauer Anleitung verwendet werden und Geräte können bei nicht sachgerechter Nutzung Schaden nehmen. Ein Entwicklungsschwerpunkt für die Zukunft ist die Entwicklung von Experimenten mit robusten Materialien, die vielfältige und kreative Experimente zulassen. Diese Art von Experimenten ist notwendig, um die selbstständige Arbeit mit Lernaufgaben zu ermöglichen.

Die Entwicklung von digitalen Medienangeboten ist anzustreben, um die differenzierten Aufgaben, Hilfen und Lösungen effektiv zur Verfügung zu stellen. Auch die Erstellung digitaler Lernprodukte wirkt zusätzlich motivierend (Online-Notizbuch, Podcasts, Audiopräsentationen, Lernvideos ...).

Perspektiven

Im Rahmen dieser Arbeit ist ein regionales Netzwerk aus fünf Gesamtschulen mit engagierten Lehrkräften im Kölner Raum entstanden.

Das regionale Netzwerk Köln/Bonn bietet eine analoge und digitale Austauschplattform. Präsenztreffen in den beteiligten Schulen dienen der inhaltlichen Verbesserung der Lernaufgaben und nicht zuletzt der Vertrauensbildung der Beteiligten zueinander. Digital – hier der Zugriff auf ein Lernmanagement-

system mit vollen Up- und Downloadrechten – und analog – hier Unterricht und Rückmeldekultur – finden besser zueinander, wenn sich die Beteiligten kennen. Die Lehrkräfte haben Zugriff auf einen Werkzeugkasten mit Planungshilfen.

Feedback aus einem Workshop an einer der beteiligten Schulen

Aufgabenentwicklung wird erlebt als Herausforderung, die im besten Fall kooperativ im multiprofessionellen Team bewältigt werden kann. Die Basismodelle sind auch für andere Fächer tragfähig. Beispielsweise erkannte eine Kollegin mit dem Fach Englisch Querverbindungen zu Anwendungen für Konzeptlernen. Teilnehmende entwickeln die Fähigkeit zur bewussten Auswahl geeigneter Werkzeuge zur Aufgabenentwicklung. Auf die Fiktion eines Allzweckwerkzeugs kann verzichtet werden. Die Werkzeuge lösen unterschiedliche Probleme – mit der Zange schlage ich nur zur Not einen Nagel ein. Phasen mit stark materialer Steuerung durch Lernaufgaben müssen gut abgestimmt sein mit Phasen stark personaler Steuerung.

Weiterführung der Netzwerkarbeit über das SINUS-Projekt hinaus

Um die Unterrichtsentwicklung in dem Netzwerk fortsetzen zu können, hat sich das Fachteam Naturwissenschaften der Gesamtschule Hürth als Referenzschule im „Netzwerk Zukunftsschulen NRW – Netzwerk Lernkultur Individuelle Förderung des Ministeriums für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen“ beworben. In dem Netzwerk werden die teilnehmenden Schulen mit entsprechenden Rahmenbedingungen in der gemeinsamen Netzwerkarbeit unterstützt.

Literatur

- Leisen, J. (2011). Kompetenzorientiert unterrichten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik* 22 (123, 124), 4–10.
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). *Zukunftsschulen NRW*. Verfügbar unter <https://www.zukunftsschulen-nrw.de> [19.01.2020].
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (Hrsg.) (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Qualitäts- und UnterstützungsAgentur – Landesinstitut für Schule des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). *Lernstrukturgitter als Planungshilfe im zieldifferent geplanten naturwissenschaftlichen Unterricht*. Verfügbar unter <https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/inklusive-fachunterricht/zu-den-naturwissenschaftlichen-fachern/lernstrukturgitter-als-planungshilfe> [04.01.2020].
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S. & Henschel, S. (Hrsg.) (2019). *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich* (1. Aufl.). Münster: Waxmann.
- Trendel, G. & Lübeck, M. (2018). Die Entwicklung experimenteller Kompetenzen. Konstruktion von Aufgaben zur systematischen Kompetenzentwicklung und Kompetenzüberprüfung. In G. Trendel & J. Roß (Hrsg.), *SINUS.NRW: Verständnis fördern – Lernprozesse gestalten. Mathematik und Naturwissenschaften weiterdenken* (Beiträge zur Schulentwicklung | Praxis, 1. Aufl., S. 117–149). Münster: Waxmann.
- Wackermann, R. & Krabbe, H. (2017). Die Basismodelle des Lehrens und Lernens. *MNU-Journal* 70 (02), 122–130.

Projektgruppe

Katja Aach, ZfsL Bielefeld

Ulrike Felbick, Geschwister-Scholl-Gymnasium Unna

Markus Fölling, PAB Gesamtschule Werther

Chantal Gobrecht, Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium Ratingen

Cornelia Pätzelt, Städt. Gesamtschule Harsewinkel

Katrin Pestkowski, Geschwister-Scholl-Gymnasium Unna

Laura Rueß, Gesamtschule Velbert-Mitte

Johannes Schwichtenhövel, Städt. Gesamtschule Delbrück

Kathrin Sliwka, Städt. Gesamtschule Harsewinkel

Florian Spickermann, Theodor-Heuss-Gymnasium Essen

Johannes Stute, PAB Gesamtschule Werther

Sven Theis, Städt. Gesamtschule Harsewinkel

Rainer Wackermann, Ruhr-Universität Bochum

Lorena González, Katharina-Henoth-Gesamtschule, Köln-Vingst

Guido Görgens, Gesamtschule Köln-Holweide

Horst Kraus (Koordinator), Gesamtschule Köln-Holweide

Thomas Jockweg, Gesamtschule Köln-Holweide

Nils Kalaitzidis, Katharina-Henoth-Gesamtschule, Köln-Vingst

Andreas Kissenbeck, Gesamtschule Köln-Holweide

Tanja Lauer-Moog, Gesamtschule Hürth

Helmut Möhlenkamp (Koordinator), Gesamtschule Hürth

Monika Pastor, Gesamtschule Leverkusen

Anja Spaeth, Gesamtschule Hürth

Patricia Swertz, Gesamtschule Wasseramselweg, Köln

Patrick Werner, Gesamtschule Hürth