

**SIEMENS** | Stiftung

# Bericht zur Evaluation des Bildungsprogramms Experimento | 8+

Ergebnisse, Empfehlungen und Umsetzung der Empfehlungen

[siemens-stiftung.org/Experimento](https://siemens-stiftung.org/Experimento)



---

## Vorwort

Die Siemens Stiftung hat sich dazu entschlossen, von 2018 bis 2020 eine Evaluation ihres Experimento Programms für Grundschulen durchzuführen. Ziele der Evaluation waren es, die Qualität, Wirkung und Nutzung des Programms genauer zu untersuchen. Mit der Evaluation beauftragt wurden der Lehrstuhl für Schulpädagogik der TU München und der Lehrstuhl Didaktik der Biologie der LMU München. Im vorliegenden Bericht werden die zentralen Ergebnisse der Evaluation zusammengefasst und die Umsetzung der daraus abgeleiteten Empfehlungen vorgestellt – denn: die Evaluation dient der Siemens Stiftung als Zwischenschritt zur Weiterentwicklung von Experimento.

Das Prinzip der Evaluation besteht darin, systematisch den Nutzen und/oder die Güte eines Gegenstands auf Basis empirisch gewonnener Daten zu untersuchen (DeGEval, 2016, S. 66). Die Evaluation soll dazu beitragen, „die Qualität von pädagogischen Maßnahmen, Bildungsinstitutionen oder auch ganzen Bildungssystemen zu erfassen, zu bewerten und im Idealfall entsprechende Handlungen zur Sicherung oder Optimierung zu initiieren“ (Lüftenegger, Schober & Spiel, 2019, S. 518). Die Vorgehensweise und Fragestellungen der Evaluation wurden in einem Leitfaden zusammengefasst (Lankes & Haslbeck, 2021).

Insgesamt wurden fünf Evaluationsstudien durchgeführt:

1. Analyse der Materialien und Unterlagen von Experimento | 8+
2. Effekte der Fortbildung Experimento | 8+ auf Wissenserwerb und Einstellungen der Lehrkräfte
3. Nutzung der Fortbildungsmaterialien/Experimente und Zufriedenheit der Lehrkräfte
4. Realisierung von Experimento | 8+ im Unterricht
5. Auswirkungen von Experimento | 8+ auf die Fähigkeiten und Motivation von Schülerinnen und Schülern

Die Ergebnisse sind sehr differenziert und geben einschlägige Empfehlungen für Verbesserungen. Die Ergebnisse aus **Studie 1** zeigen eine hohe Übereinstimmung der angebotenen Themenfelder mit den deutschen Lehrplänen und internationalen Standards. Auch ist eine große fachliche Relevanz und hohe Übereinstimmung mit einer Vielfalt naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen zu erkennen.

Die Ergebnisse aus **Studie 2** weisen sehr positive Effekte der Fortbildung auf die persönlichen Einstellungen und Überzeugungen der Lehrkräfte auf. Während fachmethodisches Wissen in weiten Teilen bereits vorhanden ist, sollte das fachdidaktische Wissen noch stärker in den Fokus der Fortbildung gerückt werden.

Die Ergebnisse aus **Studie 3** zeigen eine sehr hohe Zufriedenheit der Lehrkräfte mit den Materialien. Dem entsprechend bieten diese Materialien den Lehrkräften für die Realisierung der Experimente eine gute Grundlage, diese adäquat durchzuführen, wie in **Studie 4** deutlich wird. Dabei könnten den Schülerinnen und Schülern etwas mehr Freiheiten beim Experimentieren eingeräumt werden.

Die Schülerinnen und Schüler profitieren von Experimento sowohl in ihren Fähigkeiten als auch in ihrer Motivation, wie in **Studie 5** festgestellt wurde. Kinder in den Experimento-Klassen schätzen ihr naturwissenschaftliches Selbstkonzept signifikant höher ein als die Kinder der Kontrollgruppe.

---

Mädchen in der Experimento-Gruppe interessieren sich signifikant stärker als die Mädchen in der Kontrollgruppe. Der Einsatz des Experimento-Programms geht einher mit signifikanten Unterschieden in den motivationalen Bedingungen der Schülerinnen und Schüler. Sie beschäftigen sich mehr mit Naturwissenschaften und trauen sich mehr zu. Das sind gute Voraussetzungen für einen langfristigen und nachhaltigen Aufbau von naturwissenschaftlichen Kompetenzen.

Zu jeder Einzelstudie liegen Empfehlungen vor, um die Qualität des Bildungsprogramms Experimento zu erhöhen. Diese Empfehlungen wurden im Kontext der Digitalisierung, beschleunigt durch Corona, aufgegriffen und in einer Neuauflage der Fortbildung in einem Blended-Learning-Format vollumfänglich umgesetzt. Diese Weiterentwicklung wurde vom Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie an der Fakultät für Psychologie der Ludwig-Maximilians-Universität München vorgenommen.

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Evaluation zusammengefasst und die einzelnen Schritte der Überarbeitung erläutert. Am Ende wird die Umsetzung der Empfehlungen aus der Evaluation nochmal zusammenfassend dargestellt.

München, September 2021  
Dr. Barbara Filtzinger  
Leitung Arbeitsgebiet Bildung, Siemens Stiftung

## Evaluationsstudien und Empfehlungen

Im Rahmen der Evaluation wurden insgesamt fünf Einzelstudien durchgeführt. Zunächst sind die für das Bildungsprogramm entwickelten Unterlagen und Materialien zur Unterstützung des Experimentierens in Grundschulen wichtig, was in der **ersten Studie** untersucht wird. Die **zweite Studie** umfasst die Fortbildung selbst. Lehrkräfte sollen im Rahmen der Fortbildung fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen erwerben. Darüber hinaus sind Einstellungen und die Motivation, Experimente im Unterricht durchzuführen von Belang. Schließlich ist die spätere Nutzung der Experimentiermaterialien im Unterricht als eigentliches Bildungsziel der Fortbildung von großer Bedeutung. Dieser Frage wird in **Studie 3** nachgegangen. Die Realisierung von Experimento im Unterricht durch die Lehrkräfte bildet den Schwerpunkt in **Studie 4**. In **Studie 5** werden schließlich die Auswirkungen des Experimentierens auf Schülerinnen und Schüler, insbesondere auf ihre Fähigkeiten zum Experimentieren und auf ihre motivationalen Einstellungen, untersucht.

### Studie 1: Analyse der Unterlagen und Materialien für Experimento | 8+

#### Zielsetzung:

Die Analyse der Unterlagen und Materialien dient dem Zweck, festzustellen, inwiefern diese das Bildungsziel von Experimento | 8+, das forschende Lernen im Unterricht zu integrieren, unterstützen.

#### Gegenstandsbereich:

Anleitungen für Lehrkräfte und für Schülerinnen und Schüler von insgesamt 43 Einzelversuchen in 17 Themenfeldern der Bereiche Energie (5 Themenfelder), Umwelt (6 Themenfelder) und Gesundheit (6 Themenfelder)

#### Methode:

Inhaltsanalyse durch zwei Experten

### Studie 1a: Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung

#### Fragestellung:

Inwiefern werden in den Materialien fachliche Relevanz, Vielfalt an naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen sowie Kompetenzorientierung als Bedingungen für eine naturwissenschaftliche Grundbildung umgesetzt?

#### Ergebnisse:

*Fachliche Relevanz:* Die fachliche Relevanz des Angebots wurde anhand der deutschen Grundschullehrpläne und der in den Bildungsstandards definierten Basiskonzepte überprüft. Für die internationale Perspektive wurden internationale Standards (TIMSS) herangezogen. Die Analysen ergaben eine hohe Übereinstimmung der angebotenen Themen und Konzepte mit den deutschen Lehrplänen und Basiskonzepten sowie eine sogar noch höhere Übereinstimmung mit den internationalen Standards. Darüber hinaus machen die Materialien auch Angebote, die

über die Lehrpläne hinausgehen und etwa in Arbeitsgemeinschaften oder Projekten für die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Inhalten auch außerhalb des Unterrichts genutzt werden können.

*Vielfalt an naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen:* Alle für das Experimentieren in den weiterführenden Schulen relevanten Denk- und Arbeitsweisen werden in den Handreichungen und Anleitungen für die Lehrkräfte als auch in den Anleitungen für Schülerinnen und Schüler genannt. Den größten Raum nehmen mit Recht zwei Gruppen von Arbeitsweisen ein, die grundlegende Voraussetzung für das naturwissenschaftliche Experimentieren sind: Vor jeder Frage, vor jedem Versuch steht eine Beobachtung oder Betrachtung, bei jedem Versuch muss genau beobachtet werden. Um mit der Beobachtung weiterzuarbeiten, wird sie aufgeschrieben oder aufgezeichnet. Als Vorläuferfähigkeiten für das Experimentieren ebenfalls zentral sind Tätigkeiten des Vergleichens und Ordnen, die ebenfalls gut repräsentiert sind. Eher selten kommen die Arbeitsformen Messen und Variieren vor.

*Kompetenzorientierung:* Ausgangspunkt für die Überprüfung der Kompetenzorientierung des Materials war das Kompetenzmodell der deutschen Bildungsstandards. Die Handreichung für Lehrkräfte formuliert zu jedem Themenfeld eine Reihe von Zielen, die den vier Bereichen der Bildungsstandards zugeordnet wurden. Die Vermittlung des naturwissenschaftlichen Fachwissens nimmt in den Zielen einen breiten Raum ein. Daneben werden auch die oben beschriebenen Denk- und Arbeitsweisen in vielen Themenfeldern als Ziele genannt. Seltener kommen Ziele vor, die sich auf die Bewertung, etwa die kritische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Sachverhalten, beziehen oder auf die Kompetenz, Informationen sach- und fachgerecht zu erschließen und auszutauschen (Kommunikation).

*Überarbeitung:* Im Rahmen der Überarbeitung der Anleitungen zum Experimentieren wurde dieser Punkt im Forschungsschritt „Auswerten und Reflektieren“ aufgegriffen. Darin befindet sich nun ein Unterpunkt „Rückbezug zur Anlassgeschichte“. Innerhalb dieses Unterpunktes soll das Anfangsproblem aufgegriffen und diskutiert werden, so dass Raum für kritische Reflexion und Bewertung des Experiments bzw. Experimentierens geschaffen wird. Darüber hinaus wurde ein eigenes Modul zum Thema Wertebildung entworfen, das ebenfalls den Aspekt des Bewertens und Reflektierens fokussiert.

## **Studie 1b: Inhaltliche Aufbereitung der Materialien**

### **Fragestellung:**

Inwiefern sind die Materialien bezogen auf den fachlichen Hintergrund vollständig und verständlich? Inwiefern ist ein Lehrplanbezug vorhanden? Inwiefern sind die Experimentiermaterialien nutzerfreundlich gestaltet (Usability)?

### **Ergebnisse:**

*Vollständigkeit und Verständlichkeit des fachlichen Hintergrunds:* Die Analysen ergaben, dass der fachliche Hintergrund zu allen Versuchen in Experimento | 8+ vollständig und für die Lehrkräfte gut verständlich dargestellt wird.

*Lehrplanbezug:* Es besteht eine hohe Übereinstimmung der in den Versuchen thematisierten Konzepte mit den Inhalten der deutschen Grundschullehrpläne. Lehrkräfte können mit dem Angebot ausgewählte Ziele des Lehrplans erreichen und müssen dafür nicht zusätzliche Zeit zur Verfügung stellen.

*Nutzerfreundliche Gestaltung der Materialien:* Alle zur Verfügung gestellten Materialien entsprechen den Sicherheitsanforderungen. Mit wenigen Ausnahmen sind alle für die Versuche benötigten Materialien vollständig aufgelistet. Alle zu besorgenden Gegenstände sind leicht erhältlich, der Zeitbedarf ist bei fast allen Versuchen angemessen angegeben.

## **Studie 1c: Umsetzung notwendiger Bedingungen für einen effektiven naturwissenschaftlichen Unterricht**

### **Fragestellung:**

Inwiefern werden in den Unterlagen Phänomen-, Problemorientierung und Schülerorientierung als Bedingungen für einen effektiven naturwissenschaftlichen Unterricht umgesetzt?

### **Ergebnisse:**

*Phänomenorientierung:* Die Verknüpfung von naturwissenschaftlichen Konzepten mit Alltagsphänomenen im Unterricht ist eine geeignete Methode, um naturwissenschaftliche Konzepte für Schülerinnen und Schüler verständlich, nachvollziehbar und anwendbar zu machen. Die Analysen belegen eine konsequente Orientierung an Phänomenen in fast allen Versuchen. Die meisten Themenfelder nennen mehrere Phänomene je Versuch, an denen das Konzept sichtbar wird. Passende Alltagsbeispiele sollten in der Weiterentwicklung zu allen Versuchen angeboten werden.

*Überarbeitung:* Im Rahmen der Überarbeitung der Fortbildung wurde der Forschungskreis um das Puzzleteil „Problem oder Phänomen erkennen“ ergänzt. Darin sind nun für jedes Experiment Geschichten aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler integriert. Die Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler wurden dahingehend vollständig überarbeitet.

*Problemorientierung:* Am Anfang des Erkenntnisprozesses steht meist eine Beobachtung oder ein Problem, die eine Frage aufwerfen. In Experimento | 8+ steht zu Beginn jedes Versuchs in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler ein kurzer Text, der diese Funktion erfüllen soll. Um den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess vom Phänomen zu Fragen und Vermutungen stringent und schlüssig zu gestalten, wäre es wünschenswert, alle Einstiegstexte eng und konsequent auf ein Problem oder eine Frage hin zu formulieren.

*Überarbeitung:* Die Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler zu den Experimenten wurden um das Puzzleteil „Problem oder Phänomen erkennen“ ergänzt. Darin werden Alltagsgeschichten geschildert, die das nachfolgende Experiment begründen und eng auf die jeweilige Forschungsfrage ausgerichtet sind. Wenn notwendig wurden auch die Forschungsfragen und Hypothesen adaptiert, um die inhaltliche Stringenz zu erhöhen.

*Schülerorientierung:* Ein Grundpfeiler des Bildungsprogramms Experimento ist der entdeckende Ansatz: Schülerinnen und Schüler sollen vielfältige Gelegenheiten erhalten, sich mit den Experimentiermaterialien selbst zu beschäftigen und möglichst viele Schritte des Erkenntnisprozesses

selbst aktiv zu durchlaufen. Der Aufbau der einzelnen Versuche anhand des Forschungskreises unterstützt ein solches Vorgehen. Schritt für Schritt werden die Kinder herangeführt an den Ablauf des Erkenntnisprozesses: In fast allen Versuchen werden sie zunächst aufgefordert, etwas genau zu beobachten. Sowohl die Anleitungen für Lehrkräfte als auch diejenigen für Schülerinnen und Schüler bieten zu jedem Versuch eine Fülle von Fragebeispielen und unterstützen damit ein fragenorientiertes Vorgehen im Unterricht. Darüber hinaus regen die Anleitungen für Schülerinnen und Schüler dazu an, Vorwissen zu aktivieren, Vermutungen zu formulieren und aus den Versuchen Schlüsse zu ziehen. Die Durchführung der Versuche besteht in der Regel aus einer genauen Schritt-für-Schritt-Anleitung. Einzig bei den Versuchsplanungen würde man sich mehr Eigenaktivität wünschen. Grundschullehrkräfte sind sich oft unsicher beim Einsatz von Experimenten im Unterricht, sie bevorzugen deshalb genaue Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Will man Schülerinnen und Schüler aber langfristig befähigen, eigenständig und frei zu experimentieren, dann ist es notwendig, ihnen Gelegenheit zu geben, ihre Vermutungen ausgehend von zielgerichteten Fragen und konzeptgestützten Vermutungen selbst zu überprüfen (frei variieren unter dem Einsatz von Variablenkontrollstrategien). Dafür genügt es nicht, enge Anleitungen vorzugeben, die Schritt für Schritt abgearbeitet werden, es braucht Handlungs- und Entscheidungsspielräume.

*Überarbeitung:* Im Rahmen des Blended-Learning-Konzepts der Fortbildung ist am zweiten Präsenztage vorgesehen, dass sich die Lehrkräfte im Rahmen der Konzeption konkreter Unterrichtsszenarien damit auseinandersetzen, wie sie didaktisch die Experimente mit den Schülerinnen und Schülern durchführen möchten. Hier ist ein breiter Spielraum für unterschiedliche Vorgehensweisen gegeben, in dem u. a. auch Möglichkeiten ausgearbeitet werden, wie die Versuchsplanung stärker von den Schülerinnen und Schülern selbst übernommen werden kann.

## **Umsetzung der Empfehlungen aus Studie 1**

Die Verbesserungsvorschläge aus der ersten Studie wurden vollständig aufgegriffen und umgesetzt. Der bisherige Forschungskreis wurde um das Element „Problem oder Phänomen erkennen“ erweitert, so dass alle Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler um diesen Aspekt ergänzt wurden. Dies ermöglicht eine stärkere Anbindung der Experimente an Alltagsprobleme. Zur Erhöhung der Stringenz und Prägnanz wurden dementsprechend auch Fragestellungen oder Hypothesen abgeändert. Darüber hinaus wurde in den Anleitungen für Lehrkräfte im Forschungsschritt „Auswerten und Reflektieren“ der Rückbezug zur Anlassgeschichte integriert, um eine Diskussion anzuregen, inwiefern das Experiment dazu beigetragen hat, das Anfangsproblem zu beantworten. Hier ist Raum für kritische Reflexion und Bewertung gegeben. Des Weiteren entstand ein eigenes digitales Modul zum Thema Wertebildung, in dessen Kontext die kritische Auseinandersetzung und Bewertung naturwissenschaftlicher Phänomene im Mittelpunkt steht. In der Fortbildung wird insbesondere am zweiten Präsenztage ein großer Schwerpunkt auf die didaktische Umsetzung des Experimentierens gelegt. Dabei können auch Möglichkeiten zum freien Variieren und zum Einsatz von Variablenkontrollstrategien im Unterricht angesprochen werden.



## Studie 2: Effekte der Fortbildung zu Experimento | 8+

### Zielsetzung:

Die zweite Studie hatte zum Ziel, die Fortbildung hinsichtlich des vermittelten Wissens (fachmethodisches Wissen und fachdidaktisches Wissen) und der persönlichen Einstellungen und Überzeugungen der Lehrkräfte zu untersuchen.

Fachmethodisches Wissen bezieht sich darauf, wie Experimente adäquat durchgeführt werden. Dazu gehört Wissen, wie Hypothesen gebildet werden und deren Prüfbarkeit erkannt wird, wie Untersuchungen geplant und der Versuchsaufbau auf Sinnhaftigkeit bewertet wird, wie abhängige und unabhängige Variablen unterschieden sowie Daten ausgewertet werden. Konkrete Fähigkeiten sind in diesem Zusammenhang das Beobachten, das selbstständige Formulieren von Fragen und Vermutungen, das Messen, Vergleichen, Kategorisieren und Ordnen bis hin zur Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse.

Fachdidaktisches Wissen beschreibt Methoden, wie naturwissenschaftliche Konzepte einfach verständlich erklärt werden können (z. B. mit Modellen) und wo man sie in der Natur beobachten kann (Phänomene). Ideen, Problemlösungen und Handlungsalternativen, wie man Schülerinnen und Schüler Schritt für Schritt an das selbstständige und freie Experimentieren in einem bestimmten Themenbereich heranführen kann, gehören zum fachdidaktischen Wissen. Darüber hinaus umfasst es Wissen über Vorwissen, Schwierigkeiten und Fehlkonzepte von Schülerinnen und Schülern. Eine besondere Bedeutung kommt der Fortbildung in Bezug auf das didaktische Selbstkonzept der Lehrkräfte zu. Dies ist eine entscheidende Voraussetzung dafür, Experimente im Unterricht auch wirklich einzusetzen, und war damit ein wichtiges Ziel der Fortbildung. Auch das Bild über Naturwissenschaften und das Interesse an naturwissenschaftlichen Phänomenen ist in diesem Zusammenhang bedeutsam.

### Fragestellungen:

1. Inwiefern dient die Fortbildung dazu, das Wissen (fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen) der Lehrkräfte im Sinne des Bildungsprogrammes zu fördern?
2. Inwiefern dient die Fortbildung dazu, persönliche Einstellungen und Überzeugungen der Lehrkräfte zu unterstützen?

### Methode:

*Pre-Post-Test-Design:* Befragung der Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung

### *Eingesetzte Instrumente:*

1. Selbstentwickelter Wissenstest zu fachmethodischem Wissen (Wissen über Hypothesen bilden, Untersuchungen planen, Daten auswerten) und zu fachdidaktischem Wissen (Wissen über Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern und Fehlvorstellungen in den Naturwissenschaften, Strategien der Modellbildung, Phänomene zu Inhalten aus der Biologie zum Thema Atmung und der Physik zum Thema Strom)
2. Fragebogen zur Erfassung persönlicher Einstellungen und Überzeugungen (zum didaktischen Selbstkonzept, zum Bild der Naturwissenschaften und zum Interesse)

*Stichprobe:* 82 Grundschullehrkräfte überwiegend aus der 3. und 4. Jahrgangsstufe

## Ergebnisse:

### Fragestellung 1: Erworbenes Wissen

Die Ergebnisse des Pretests zeigen, dass die Lehrkräfte mit sehr unterschiedlichen Vorkenntnissen in die Fortbildung kommen, sowohl in Bezug auf das fachmethodische als auch auf das fachdidaktische Wissen, was als große Herausforderung für die Gestaltung des Lernangebots in den Fortbildungen gesehen werden muss.

*Erwerb von fachmethodischem Wissen:* Die Fortbildungen führen bei den Lehrkräften tendenziell zu einem Lernzuwachs an fachmethodischem Wissen über die Methode des Experimentierens. Dass die Befunde nicht signifikant sind, war angesichts der kurzen Interventionszeit nicht anders zu erwarten, liegt aber bei den Lehrkräften auch daran, dass grundlegende fachmethodische Kenntnisse bei vielen Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchaus vorhanden waren. Die Schritte zum Erkenntnisprozess sind den meisten bekannt, sie können die Prüfbarkeit von Hypothesen erkennen, einen Versuchsaufbau auf seine Sinnhaftigkeit bewerten, die damit zu verfolgenden Fragen identifizieren und abhängige und unabhängige Variablen unterscheiden. Für eine mögliche Weiterentwicklung bedeutet das: Das Niveau in Bezug auf die fachmethodischen Kenntnisse könnte für die Lehrkräfte angehoben werden. Da der Erkenntnisprozess den Lehrkräften zu weiten Teilen bekannt ist, könnte man in der Fortbildung an verschiedenen Versuchen jeweils Teilaspekte vertiefen und vor allem unter fachdidaktischer Perspektive (siehe unten) beleuchten.

*Überarbeitung:* Dieser Empfehlung wurde im Blended-Learning-Konzept der Fortbildung Folge geleistet. Der Forschungskreis als zentraler Inhalt der Fortbildung wird in mehreren Stufen vermittelt: Während in der digitalen Vorbereitungsphase die Lehrkräfte diesen zunächst kennenlernen, wird er in der ersten Präsenzphase durch ein beispielhaftes Experiment exemplifiziert. In der Online-Anwendung wird dieser anschließend vertieft und mit zahlreichen inhaltlich relevanten Aspekten fachmethodischen und fachdidaktischen Wissens angereichert. In der zweiten Präsenzphase findet ein Transfer des Gelernten auf konkrete Unterrichtsszenarien statt. Auch hier liegt der Fokus auf fachmethodischen und fachdidaktischen Inhalten.

*Erwerb von fachdidaktischem Wissen:* Das fachdidaktische Wissen könnte sich durch die Fortbildung mehr verändern. Über Wissen zum Einsatz von Modellen verfügten die Lehrkräfte schon vor der Fortbildung, es änderte sich durch die Fortbildung wenig. Das Wissen über die Nutzung von Phänomenen aus den Bereichen Strom und Atmung zeigte im Pretest größere Lücken, hier führte die Fortbildung bei einer Reihe von Lehrkräften zu einem Zuwachs. Am geringsten ausgebildet war im Pretest das Wissen über den Umgang mit Fehlvorstellungen von Schülerinnen und Schülern. Die Fortbildung konnte diese Lücken bislang noch nicht schließen.

*Überarbeitung:* Wie oben bereits erwähnt wurde zur Verbesserung des fachmethodischen und fachdidaktischen Wissens eine Fortbildung im Blended-Learning-Format entwickelt, die dieses Wissen gestuft auf unterschiedlichen Niveaustufen vermittelt. Insbesondere am zweiten Präsenztage soll das fachdidaktische Wissen verstärkt zur Anwendung kommen. Des Weiteren zeigen authentische Videosequenzen eines Unterrichts in der digitalen Lernphase die Umsetzung von fachmethodischem und fachdidaktischem Wissen im Rahmen eines Experiments auf.

## Fragestellung 2: Einstellungen und Überzeugungen

*Didaktisches Selbstkonzept:* Nach der Fortbildung stufen die Lehrkräfte ihr Selbstvertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten signifikant höher ein als im Pretest. Damit erhöht sich die Bereitschaft und die Wahrscheinlichkeit, Experimente im Unterricht einzusetzen und als Lerngelegenheiten anzubieten. Entscheidend für die Steigerung des Selbstvertrauens ist die Erfahrung, etwas „zu können“. Die eigene Aktivität der Lehrkräfte, aber auch das eigene zielorientierte Forschen anhand von Fragestellungen, Vermutungen, Versuchsplanung und -durchführung nimmt in der Fortbildung einen breiten Raum ein, der diese Befunde gut erklärt und unbedingt beibehalten werden sollte.

*Bild über die Naturwissenschaften:* Die Mehrzahl der Lehrkräfte hat – der zeitgemäßen Sichtweise entsprechend – ein eher konstruktivistisch geprägtes, offenes Bild der Naturwissenschaften. Die meisten Lehrkräfte messen – mit einigen Ausnahmen – den Naturwissenschaften eine mittlere bis hohe persönliche Bedeutung zu, sie sind der Ansicht, dass Naturwissenschaften für sie heute eine wichtige Rolle spielen. Das Interesse an der Biologie wird erwartungsgemäß höher eingeschätzt als das an der Physik.

*Interesse:* Schließlich zeigen die Rückmeldungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, dass die Fortbildung ihr Interesse und ihre Freude an den naturwissenschaftlichen Inhalten geweckt bzw. gesteigert hat. Im Allgemeinen sind alle mit der Fortbildung sehr zufrieden, loben die Referentinnen und Referenten sowie die gesamte Organisation und sind dankbar für die Übergabe der Experimento-Materialien.

## Umsetzung der Empfehlungen aus Studie 2

Die Vorschläge zur Verbesserung der Fortbildung für Lehrkräfte wurden umfassend aufgenommen und umgesetzt. So wurde die Fortbildung als Blended-Learning konzipiert, in der der Fokus auf der Vermittlung von fachmethodischem und fachdidaktischem Wissen liegt. Durch Auslagerung zentraler Inhalte auf digitale selbstgesteuerte Phasen, kann der Schwerpunkt in den Präsenzphasen stärker auf die Wissensanwendung im Rahmen fachmethodischen und fachdidaktischen Wissens gelegt werden. So müssen die Lehrkräfte im Laufe der Fortbildung selbstständig Unterrichtseinheiten erarbeiten, die in der zweiten Präsenzphase vorgestellt und umgesetzt werden müssen. Während in der Online-Anwendung der Fortbildung der Schwerpunkt auf der selbstgesteuerten Wissensaneignung sowohl im fachmethodischen wie fachdidaktischen Bereich liegt, findet in der zweiten Präsenzphase der Wissenstransfer statt. Darüber hinaus zeigen authentische Videosequenzen eines Unterrichts in der digitalen Lernphase die Umsetzung von fachmethodischem und fachdidaktischem Wissen im Rahmen eines Experiments auf.

## Studie 3: Nutzung der Fortbildungsmaterialien/Experimente und Zufriedenheit der Lehrkräfte

### Zielsetzung:

Das Hauptziel der Fortbildung besteht darin, das darin erworbene Wissen für den Unterricht zu nutzen und die Experimente mit den Schülerinnen und Schülern durchzuführen.

### Fragestellungen:

1. **Nutzung der Materialien:** Welche Materialien werden genutzt und in welchen Klassenstufen? Wie häufig werden die Materialien genutzt, welche Versuche werden häufiger/seltener eingesetzt?
2. **Zufriedenheit der Lehrkräfte mit dem Angebot:** Wie zufrieden sind die Lehrkräfte in der konkreten Nutzung? Würden sie das Material wieder verwenden? Ist das Material in der Schule leicht zugänglich?
3. **Didaktischer Einsatz des Materials:** Wer führt den Versuch durch? Welche Aktivitäten werden von den Kindern selbstständig durchgeführt?

### Methode:

*Instrument:* Logbücher mit 20 Fragebögen zum Ausfüllen für die Lehrkräfte bezogen auf die Umsetzung der Experimente im Unterricht

*Stichprobe:*

- Deutschland: 71 Logbücher mit 322 ausgefüllten Fragebögen
- Chile: 23 Logbücher mit 189 ausgefüllten Fragebögen

### Ergebnisse:

#### Fragestellung 1: Nutzung der Materialien/Versuche

In Deutschland umfasst jedes Logbuch ca. 4 dokumentierte Versuche, die überwiegend in den Jahrgangsstufen 3 und 4 durchgeführt wurden. Die Logbücher aus Chile enthalten im Mittel etwa 8 dokumentierte Versuche. Die Anleitungen für Lehrkräfte nutzen in Deutschland und Chile ca. drei Viertel der teilnehmenden Lehrkräfte. Die Anleitungen für Schülerinnen und Schüler, die als Arbeitsblätter genutzt werden können, verwenden zwei Drittel der Lehrkräfte in Deutschland und etwa ein Drittel in Chile. Dabei passen zwei Drittel der Lehrkräfte in Deutschland das Arbeitsblatt an ihren Unterricht an.

Der mit Abstand am häufigsten genutzte Themenbereich ist in Deutschland das Thema Energie mit seinen 10 Versuchen. Darin sind die ersten drei Versuche, einfacher Stromkreis, Leiter und Isolatoren und komplexe Stromkreise, Spitzenreiter. Ein Viertel der Versuche ist dem Bereich Umwelt zuzuordnen, die häufigsten Versuche sind hier Wasserkreislauf, Wasserreinigung und Recycling. In Chile beziehen sich die Hälfte der Versuche, soweit sie zuzuordnen waren, auf den Themenbereich Umwelt, hier allen voran der Versuch „Wasserreinigung“. Die Versuche aus dem Bereich Energie werden dagegen am wenigsten genutzt. In beiden Ländern finden sich auch Versuche, die nur einmal oder gar nicht zum Einsatz kommen, was aus Ressourcengesichtspunkten überdacht werden sollte.

*Überarbeitung:* Um dem Gedanken der Nachhaltigkeit Rechnung zu tragen, werden die Materialkästen für die Schulen nicht mehr in ihrer Gesamtheit verteilt. Vielmehr kann der Inhalt bedarfsorientiert bestellt werden.

## **Fragestellung 2: Zufriedenheit mit dem Angebot**

Die Lehrkräfte in Deutschland, die im Logbuch einen Versuch ausgefüllt haben, sind mit dem Experimento-Angebot sehr zufrieden. Die Informationen werden zu den meisten Versuchen als gut verständlich eingeschätzt, alle für die Versuche notwendigen Materialien sind vorhanden. Diese waren im Allgemeinen von hoher Haltbarkeit und die Beschaffung war – wo notwendig – problemlos. Auch die Lehrkräfte in Chile zeigen sich mit dem Angebot insgesamt sehr zufrieden. Lehrkräfte in Deutschland und Chile werden die meisten Versuche gerne wiederverwenden. Die Materialien sind sowohl in Deutschland als auch in Chile gut zugänglich in einem Fachraum aufbewahrt.

## **Fragestellung 3: Didaktischer Einsatz des Materials**

Das Bildungsprogramm Experimento verfolgt das Ziel, Kindern im Sinne des forschenden Lernens Gelegenheit zu geben, naturwissenschaftlich-technische Zusammenhänge selbst zu entdecken und zu verstehen. Dazu brauchen Kinder Freiräume für eigenes Denken und Tun. Wie von der Siemens Stiftung vorgesehen, berichten die Lehrkräfte in Deutschland, dass die Versuche in den allermeisten Fällen von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt werden, am häufigsten in Deutschland in Gruppen- oder Partnerarbeit.

Die Lehrkräfte geben nach eigenen Angaben innerhalb des Erkenntnisweges den Kindern sowohl in Deutschland als auch in Chile vor allem Raum für das Aufstellen von eigenen Vermutungen. In der Hälfte der dokumentierten Experimente durften die Kinder in beiden Ländern mit dem Material frei forschen. In Deutschland durften in der Hälfte der Versuche die Kinder ihre Ergebnisse selbstständig interpretieren. In einem Drittel der dokumentierten Versuche gaben die Lehrkräfte den Kindern Gelegenheit, die Problemfrage selbst zu finden und das Experiment selbstständig zu planen. Selbstständige Planung des Versuchs und selbstständige Interpretation der Ergebnisse werden in Chile seltener eingesetzt. Zwei Kernelemente des wissenschaftlichen Denkens werden jedoch seltener in die Verantwortung der Kinder übergeben: das Finden einer Problemfrage und das Planen des Versuchs. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass diese Aspekte für die Kinder und Lehrkräfte anspruchsvoll sind und ein gewisses naturwissenschaftliches Verständnis benötigen. Für den Anfang, d.h. für ungeübte Schülerinnen und Schüler und für Lehrkräfte mit wenig Erfahrung im naturwissenschaftlichen Arbeiten, sind genaue Anleitungen mit klarer Gliederung des Erkenntnisprozesses hilfreich. Ziel der Fortbildung könnte es auch sein, den Lehrkräften zu zeigen, wie sie Schritt für Schritt den Erkenntnisweg in die Hände der Schülerinnen und Schüler legen können, welche Fähigkeiten diese dafür brauchen und wie sie diese in ihrem Unterricht aufbauen können. Auch die Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler könnten in diesem Sinne überarbeitet werden.

*Überarbeitung:* Eine Vertiefung wissenschaftlichen Denkens findet im Rahmen der Blended-Learning-Fortbildung statt. Diese ist gestuft aufgebaut: Zunächst lernen die Lehrkräfte die relevanten Inhalte kennen, dann verstehen sie diese im praktischen Zusammenhang und müssen dieses Verständnis zum Schluss selbstständig anwenden. Insbesondere die Wissensanwendung gelingt nur dann, wenn ein naturwissenschaftliches Verständnis vorhanden ist, das in der Fortbildung erworben wird.

Die Empfehlung, den Erkenntnisweg der Schülerinnen und Schüler freier zu gestalten, erhält am zweiten Präsenztage der Blended-Learning-Fortbildung Raum. Hier können verschiedene Möglichkeiten erarbeitet werden, wie dies im Unterricht umzusetzen ist. Durch die neu hinzugekommenen zu Beginn eines Experiments gestellten Problemgeschichten können die Schülerinnen und Schüler auch verstärkt selbstständig die daraus abzuleitenden Forschungsfragen und die dazu gehörenden Annahmen erschließen.

### **Umsetzung der Empfehlungen: aus Studie 3**

Im Rahmen der Empfehlungen wurde der Forschungskreis um den Prozessschritt „Problem oder Phänomen erkennen“ erweitert. Die in jedes Experiment neu eingebrachte Anlassgeschichte dient dazu, den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, das Problem dahinter selbst erkennen zu dürfen. Auch wird im Rahmen der neu konzipierten Fortbildung der Anwendung des Gelernten mehr Raum gegeben, so dass Lehrkräfte mehr Sicherheit im Experimentieren erhalten. In diesem Kontext können auch didaktische Möglichkeiten erarbeitet werden, wie Schülerinnen und Schüler ihren Erkenntnisweg selbstständig durchführen. Des Weiteren wurde eine bedarfsorientierte Bestellmöglichkeit der Experimentiermaterialien eingeführt, um zukünftig Ressourcen zu sparen.

## **Studie 4: Realisierung von Experimento | 8+ im Unterricht**

### **Zielsetzung:**

Diese Studie hatte zum Ziel, konkrete Realisierungen der Experimente im Unterricht zu analysieren und daraus Empfehlungen abzuleiten.

### **Fragestellung:**

1. Welche Elemente der Fortbildung oder der Materialien aus Experimento | 8+ werden in den Experimenten eingesetzt?
2. Wie können die Materialien weiterentwickelt werden, um Experimente als effektive Lernsituation im Unterricht einzusetzen?

### **Methode:**

Videoanalyse von fünf einstündigen Unterrichtssituationen mit Experimenten der 3. und 4. Jahrgangsstufe, die aufgenommen, transkribiert und mit einer Analysesoftware ausgewertet wurden.

### **Ergebnisse:**

#### **Fragestellung 1: Elemente und Materialien aus Experimento**

In jeder der fünf videografierten Unterrichtseinheiten verwenden die Grundschullehrkräfte einen Versuch aus dem Handbuchordner, die entsprechende Anleitung für Schülerinnen und Schüler sowie Materialien aus Experimento | 8+, ergänzt um eigene Materialien. Vier Videos behandeln das Thema Wasserreinigung, ein Video das Thema Strom (Leiter und Isolatoren).

Wie in der Fortbildung und in den Handreichungen vorgeschlagen dürfen alle Kinder den Versuch selbst in einer Gruppe durchführen.

Der Forschungskreis in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler gibt den Lerneinheiten eine klare Struktur. Das Merkmal der Problemorientierung, also das Nutzen von interessanten, motivierenden Problemfragen zum Einstieg, die im Laufe der Einheit immer mal wieder aufgegriffen werden und die Kinder, auch durch geeignete Fragen, zum Nachdenken anregen, ist häufig in den Videos zu beobachten. Die Materialanalyse zeigt, dass die Anleitungen gerade bei den in der Grundschule häufig verwendeten Experimenten (B2 Wasserreinigung; A2 Leiter und Isolatoren) sowohl bei der problemorientierten Hinführung als auch bei den problemorientierten Fragen gute Werte erreichen, sie können den Lehrkräften hier also durchaus eine Hilfe gewesen sein.

Auch die Aufforderung der Lehrkraft, Vermutungen zu äußern und Vorwissen zu formulieren, wie es durch die Experimento-Anleitungen konsequent angeregt wird, ist in allen Videos zu sehen. Eine Lehrkraft lässt die Kinder die Forschungsfrage selbst entwickeln, eine (andere) Lehrkraft lässt die Kinder zuerst mit dem Material frei forschen und die Schritte des Experiments selbst planen, bevor sie das Experiment einmal vorführt.

In der Durchführung der Experimente halten sich die meisten Lehrkräfte eng an die Anleitungen. Alle Lehrkräfte führen das Experiment zuerst einmal selbst vor und lassen es dann in den im Arbeitsblatt beschriebenen Schritten von den Kindern selbst ausführen. Nach dem Experiment interpretieren die Kinder in allen videografierten Lerneinheiten die Befunde selbstständig und finden Antworten auf die Forschungsfrage.

## **Fragestellung 2: Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Materials**

### **Empfehlung 1: Unterstützung des selbstständigen Experimentierens**

Der Vorteil der engen Führung ist gleichzeitig ein Nachteil, wenn es darum geht, Kinder an das selbstständige Experimentieren heranzuführen. Erst in der Auseinandersetzung mit der Frage „Wie können wir das herausfinden?“ erwerben die Kinder methodisches Wissen darüber, wie man naturwissenschaftliche Fragen oder Probleme durch Experimente lösen kann, worauf man dabei achten muss (z. B. die verschiedenen Arten von Variablen), welche Fehler man machen kann und welcher Versuch geeignet oder nicht geeignet ist, um eine Frage zu überprüfen. Solches Vorgehen könnte gerade in der Grundschule von Lehrkräften unterstützt und schrittweise aufgebaut werden, bis die Kinder in der Lage sind, einfache Versuche selbst zu planen und ihre Fragen selbst zu beantworten. In der Fortbildung, aber auch in den Handreichungen sollten fachdidaktische Kenntnisse darüber angeboten werden, wie man Schülerinnen und Schüler Schritt für Schritt an das selbstständige und freie Experimentieren heranzuführt. Studien berichten in diesem Zusammenhang, dass Schülerinnen und Schüler genauso wie die Lehrkräfte zunächst einer engen Führung bedürfen, um anschließend freier beim Experimentieren agieren zu können.

*Überarbeitung:* Die Blended-Learning-Fortbildung wurde in diesem Sinne gestaltet: Während zu Beginn eine eher enge Führung vermittelt wird, besteht im weiteren Verlauf der Fortbildung die Möglichkeit, den Prozess des Experimentierens freier zu gestalten, insbesondere am zweiten Präsenztage. Auch wird in der Fortbildung verstärkt auf die Vermittlung und Anwendung fachmethodischen und fachdidaktischen Wissens geachtet.

### **Empfehlung 2: Unterstützung der Erkenntnismethode des Ordners**

Der gezielte und explizite Einsatz naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden, hier am Beispiel des Ordners (Sortieren, Kategorisieren) überprüft, ist in den fünf Videos eher selten zu beobachten. Es ist zu vermuten, dass Lehrkräfte die große Bedeutung der naturwissenschaftlichen Metho-

den unterschätzen. Geht es hier doch nicht nur um den Erwerb von Wissen, sondern im mindestens gleichen Maße auch um den Aufbau von Denk- und Arbeitsweisen, die zudem weniger kontextbezogen sind als fachliche Inhalte und auch über die Naturwissenschaften hinaus Bedeutung haben, wie gerade das Beispiel des Ordners gut zeigt. Auch hier könnte eine fachdidaktische Anreicherung der Ausbildung nützlich sein.

*Überarbeitung:* Diese fachdidaktische Anreicherung findet in der Blended-Learning-Fortbildung nun statt. So bauen die einzelnen Phasen im Blended-Learning-Konzept eng aufeinander auf, um von der Wissensklassifizierung „Kennen“ zum „Können“ zu gelangen. Gerade das Erproben des Experimentierens im Kontext des Forschungskreises mit unterschiedlichen fachmethodischen und fachdidaktischen Umsetzungsmöglichkeiten steht am Ende der Fortbildung im Mittelpunkt.

### **Empfehlung 3: Vertiefung des Wissens über die Denkweise von Kindern**

In den Videos sind Situationen zu sehen, in denen die Lehrkraft Fehlkonzepte oder Fehlvorstellungen der Kinder aufgreift, die Kinder anregt, Erklärungen zu finden oder sich mit anderen Kindern auszutauschen. Damit die Lehrkraft mit den Kindern über ihr Vorwissen reden kann, Diskussionen anregen kann, Fehlkonzepte aufgreifen und als Lerngelegenheiten nutzen kann, braucht sie Wissen über die Bedeutung von Sprache als kognitiver Aktivität, und Handwerkszeug, um solche Äußerungen auf vielfältige Art und Weise auch bei zurückhaltenden oder unsicheren Kindern anzuregen. Damit sie mit diesen Äußerungen dann aber fachgerecht und lernunterstützend umgehen kann, braucht sie Wissen über die Art und Weise, wie Kinder denken, wie sie die Welt und naturwissenschaftliche Phänomene erleben, welche Konzepte und Vorstellungen in verschiedenen Stadien zu erwarten oder zu beobachten sind und wie diese hinterfragt, diskutiert und weiterentwickelt werden können. Solches Wissen kann die Fachdidaktik liefern.

*Überarbeitung:* Dieses Wissen wird nun in der Blended-Learning-Fortbildung in verschiedener Weise dargeboten und intensiviert, insbesondere am zweiten Präsenztage.

### **Umsetzung der Empfehlungen aus Studie 4**

Die Verbesserungsvorschläge aus der Evaluation wurden in der Neukonzeption der Fortbildung vollumfänglich aufgegriffen. Darin liegt neben der Vermittlung von fachlichem Wissen insbesondere der Schwerpunkt auf fachmethodischem und fachdidaktischem Wissen. Die einzelnen Phasen im Blended-Learning-Konzept bauen eng aufeinander auf, um von der Wissensklassifizierung „Kennen“ zum „Können“ zu gelangen. Gerade das Erproben des Experimentierens im Kontext des Forschungskreises mit unterschiedlichen fachdidaktischen und fachmethodischen Umsetzungsmöglichkeiten steht am Ende der Fortbildung im Mittelpunkt.



## **Studie 5: Auswirkungen von Experimento | 8+ auf die Fähigkeiten und Motivation von Schülerinnen und Schülern**

### **Zielsetzung:**

In dieser Studie werden die Effekte von Experimento auf Fähigkeiten und Motivation der Schülerinnen und Schülern, die damit arbeiten, untersucht.

### **Fragestellungen:**

1. Inwiefern unterscheiden sich die Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern, die mit Experimento arbeiten, von denen, die nicht damit arbeiten?
2. Inwiefern unterscheiden sich die Einstellungen von Schülerinnen und Schülern, die mit Experimento arbeiten, von denen, die nicht damit arbeiten?

### **Methode:**

Vergleichsstudie von 295 Schülerinnen und Schülern aus 16 Klassen der 3. und 4. Jahrgangsstufe, wovon 110 Kinder von Lehrkräften einer Experimento-Fortbildung unterrichtet wurden.

### **Ergebnisse:**

#### **Fragestellung 1: Fähigkeiten**

Wirkungen von einzelnen Bildungs-Maßnahmen auf die Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern nachzuweisen ist immer ein gewagtes Unterfangen. Zu viele Einflüsse können hier eine Rolle spielen, die bei Studien im Bildungsbereich nur schwer zu kontrollieren sind. Auch bei dem Bildungsprogramm Experimento ist der Weg von der Schulung der Lehrkräfte und der Bereitstellung der Materialien über die erhofften Veränderungen des Unterrichts bis hin zu den Lernergebnissen der Schülerinnen und Schüler lang. Die Ergebnisse müssen deshalb mit Vorsicht interpretiert werden.

Die Analysen zeigen, dass die Kinder in den Experimento-Klassen im Mittel über die Gesamtgruppe, also alle Jungen und Mädchen in den dritten und vierten Klassen, tendenziell besser abschneiden als die Kinder in den Kontrollklassen.

Die Wirkung von Experimento stellt sich allerdings in den Jahrgangsstufen unterschiedlich dar. Statistisch nachweisbar, also signifikant, ist der Vorsprung der Jungen der Experimento-Gruppe gegenüber den Jungen der Kontrollgruppe in der Kohorte der 3. Jahrgangsstufe. Die Mädchen unterscheiden sich hier nicht, weder im Vergleich mit der Kontrollgruppe, noch im Vergleich mit den Jungen der gleichen Kohorte.

Innerhalb der Experimento-Klassen der 4. Jahrgangsstufe erzielen die Mädchen signifikant bessere Leistungen als die Jungen. In der Viertklässler-Kohorte unterscheiden sich die Leistungen der Experimento-Gruppe nicht von denen der Kontrollgruppe, weder gesamt noch nach Geschlecht getrennt.

## Fragestellung 2: Einstellungen

Das bedeutsamste Ergebnis bezieht sich auf die motivationalen Einstellungen: Die Schülerinnen und Schüler in der Experimento-Gruppe verfügen über ein signifikant höheres Selbstkonzept und beschäftigen sich signifikant häufiger mit naturwissenschaftlichen Inhalten in ihrer Freizeit als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Sie schätzen ihr Interesse an Naturwissenschaften tendenziell höher ein als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Signifikant sind die Unterschiede in Bezug auf die Mädchen: Mädchen profitieren in Bezug auf ihr Interesse besonders vom Einsatz des Experimento-Programms. Das sind gute motivationale Voraussetzungen für einen nachhaltigen und langfristigen Aufbau von naturwissenschaftlichen Kompetenzen.

Die Kinder aus der Experimento-Gruppe schätzen ihr Interesse an Naturwissenschaften tendenziell höher ein als die Kinder der Kontrollgruppe, der Unterschied ist in der Kohorte der vierten Jahrgangsstufe größer als in der dritten. Die Mädchen in der Experimento-Gruppe schätzen ihr Interesse signifikant höher ein als die Jungen und auch signifikant höher als die Mädchen in der Kontrollgruppe. In der Kontrollgruppe besteht kein Unterschied zwischen Mädchen und Jungen.

Die Kinder aus den Experimento-Klassen schätzen ihr naturwissenschaftliches Selbstkonzept signifikant höher ein als die Kinder der Kontrollgruppe, sowohl über die Gesamtgruppe als auch in den beiden Jahrgangskohorten. Jungen verfügen über ein signifikant höheres Selbstkonzept als Mädchen, was sich vor allem in der Kohorte der vierten Klasse bemerkbar macht.

Schülerinnen und Schüler, deren Lehrkräfte mit Experimento arbeiten, beschäftigen sich auch in ihrer Freizeit signifikant häufiger mit naturwissenschaftlichen Inhalten als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe.

## Zusammenfassung der Überarbeitung und Neugestaltung von Experimento | 8+

### Überarbeitung der Handreichung für Lehrkräfte und Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler, Fortbildung, Bestellmöglichkeit

Die Handreichung für Lehrkräfte als auch die Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler wurden auf Basis der Evaluationsergebnisse überarbeitet und den veränderten Zeiten (Corona) angepasst.

- Die **Handreichung für Lehrkräfte** wurde vollständig überarbeitet. Sie dient nun nicht mehr nur als ergänzendes Material zur Fortbildung, sondern wurde als zentrales vorbereitendes Element in das Fortbildungskonzept aufgenommen. So erhalten die Lehrkräfte nach Anmeldung zur Fortbildung dieses Dokument digital zur Verfügung gestellt, um sich auf die erste Präsenzphase vorzubereiten. Schwerpunkt bilden neben generellen Informationen zu Experimento | 8+ die drei Themenbereiche Energie, Umwelt und Gesundheit und insbesondere der Forschungskreis als Operationalisierung des Forschenden Lernens. Dieser wird sehr detailliert dargelegt, um neben inhaltlichem Wissen auch fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen zu vermitteln. Auf dieses Wissen wird im weiteren Verlauf der Fortbildung immer wieder zurückgegriffen. Es wurde darauf geachtet, die Stringenz, Prägnanz und inhaltliche Qualität zu erhöhen. Des Weiteren sollte ein anwendungsorientiertes Hilfsmittel für Lehrkräfte zur Durchführung von Experimenten im Unterricht zur Verfügung gestellt werden.
- Der Hinweis, **passende Alltagsbeispiele** aufzunehmen wurde in sämtlichen Anleitungen für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler umgesetzt. Hierfür wurde ein neues Icon in Form eines Puzzleteils zu Beginn des Forschungskreises mit aufgenommen. Dieses steht für die Aktivität „Problem oder Phänomen erkennen“. Es beinhaltet zu jedem Versuch ein Alltagsbeispiel, das eng und konsequent auf ein Problem hinführt und so den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess vom Phänomen zu Fragen und Vermutungen stringent und schlüssig gestaltet. Wo nötig wurden zur Erhöhung der Stringenz auch die vorhandenen Fragestellungen und Hypothesen zum Experiment angepasst. Insgesamt wurde einer problemorientierten Herleitung des Experiments sowie der inhaltlichen Passung der einzelnen Schritte aufeinander ein größeres Gewicht beigemessen.
- Des Weiteren wurden **die Anleitungen für Lehrkräfte** unter dem Forschungsschritt „Auswerten und Reflektieren“ um den Aspekt „Rückbezug zur Anlassgeschichte“ erweitert. Dieser Rückbezug dient dazu, sich mit der anfangs gestellten naturwissenschaftlichen Frage bzw. dem vorangestellten Problem kritisch und bewertend auseinanderzusetzen. Hier besteht die Möglichkeit, dass die Lehrkräfte mit den Schülerinnen und Schülern darüber diskutieren, inwiefern ihr Experiment zur Beantwortung des anfangs gestellten Problems beiträgt. Auch ist hier die Möglichkeit für eine weitere inhaltlich kritische Auseinandersetzung gegeben.
- Die Bewertung und kritische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Sachverhalten wird im Zusammenhang mit der **Wertebildung** als eigene Prozessaktivität im Forschungskreis aufgegriffen. Um diesem Thema angemessene Bedeutung zu geben, wurde ihm ein eigenes digitales Modul gewidmet, das durch ein konkretes Unterrichtsbeispiel angereichert wurde. Darin werden Möglichkeiten der Reflexion über das im Experiment behandelte Thema mit den Schülerinnen und Schülern vorgestellt. Lehrkräfte können dazu angeregt werden, diese produktiv für ihren eigenen Unterricht zu nutzen.

- Möglichkeiten zum freien Variieren bzw. zum Einsatz von Variablenkontrollstrategien, die in der Evaluation empfohlen wurden, werden im Rahmen der Aktivität „**Weiterforschen**“ abgedeckt. Hier können die Schülerinnen und Schüler relativ wenig angeleitet weitere Versuche zum jeweiligen Thema durchführen. Allerdings wird dies meist nur von den kompetenteren Schülerinnen und Schülern in Anspruch genommen.

## Neukonzeption der Fortbildung für Lehrkräfte

Die Fortbildung für die Lehrkräfte wurde neu angelegt um vor allem auch einen digitalen Aspekt einzubauen. Eine zentrale Forderung bestand darin, dass die Dauer der Fortbildung zwei Tagen sein sollte. Um dies zu gewährleisten und eine qualitativ hochwertige Fortbildung möglich zu machen, wurde die Fortbildung als Blended-Learning konzipiert. Diese Fortbildung besteht aus vier Phasen:

1. Digitale Vorbereitungsphase,
2. Präsenzphase,
3. Digitale Phase und
4. zweite Präsenzphase.

Mit Hilfe dieses Konzepts soll eine vertiefte Auseinandersetzung mit den gelehrteten Inhalten und der Schwerpunkt auf fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen ermöglicht werden. Zentrale Vorschläge aus der Evaluation sind zum einen, das Niveau in Bezug auf fachmethodische Kenntnisse für die Lehrkräfte anzuheben und zum anderen das fachdidaktische Wissen zu verbessern. Um dies zu erreichen, wurden folgende Elemente in der Neukonzeption der Fortbildung für Lehrkräfte umgesetzt:

- **Eine enge didaktische Verzahnung der vier Phasen des Blended-Learning-Konzepts zum Aufbau und zur Vertiefung fachmethodischen und fachdidaktischen Wissens:**  
Die vier Phasen des Blended-Learning-Konzepts sind inhaltlich eng miteinander verzahnt. So dient die digitale Vorbereitungsphase dazu, den Lehrkräften einen ersten Einblick in das Bildungsprogramm Experimento zu geben und sämtliche wichtigen Unterlagen und Inhalte einschließlich des Forschungskreises vorzustellen. Hierfür erhalten sie die Handreichung für Lehrkräfte, in der zentrale Inhalte vorgestellt und auf Beispiele im digitalen Lernmodul verwiesen werden. In der ersten Präsenzphase erfolgt eine intensivere Darstellung der Fortbildungsinhalte. Darin stehen der Forschungskreis und seine Exemplifizierung anhand eines Experiments im Mittelpunkt, um den Erwerb fachmethodischen Wissens zu unterstützen. Diese Phase endet mit der Aufgabenstellung an die Lehrkräfte, bis zur zweiten Präsenzphase eine Unterrichtsskizze zu einem Experiment zu erstellen. Die digitale Phase dient den Lehrkräften dazu, die Grundlagen zu schaffen, um ihren Unterricht zum jeweiligen Experiment auszuarbeiten. Darin wird fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen auf Basis des Forschungskreises vermittelt. Die zweite Präsenzphase dient dazu, das erworbene Wissen in Unterrichtsszenarien konkret anzuwenden. Die Umsetzung konkreter Unterrichtspläne und deren kooperative Diskussion stehen dabei im Mittelpunkt. Damit baut der Wissenserwerb der vier Phasen aufeinander auf. Während die ersten beiden Phasen dem Aspekt „Wissen kennen“ dienen, stehen die Anwendung und der Transfer auf aktuelle Unterrichtsszenarien in der dritten und vierten Phase im Mittelpunkt. Wird dies in der digitalen Phase von einer anderen Lehrkraft in Form von Videos gezeigt, so findet die selbstgesteuerte Umsetzung durch die Lehrkräfte selbst in der vierten Phase statt („Wissen anwenden“). Denn: Es geht nicht nur darum, dass die Lehrkräfte fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen kennenlernen, sondern auch die Fähigkeit besitzen, dieses im konkreten Unterrichtskontext einzusetzen und anzuwenden.

- **Digitale Aufbereitung der Inhalte mit Hilfe von Unterrichtsvideos zur inhaltlichen Erläuterung und Exemplifizierung des Forschungskreises:** Obwohl Lehrkräfte den Forschungskreis kennen, halten sie sich sehr eng an die darin gemachten Vorgaben. Um den Lehrkräften eine flexiblere Handhabung der Materialien und Experimente zu eröffnen, benötigen sie fachmethodisches und fachdidaktisches Wissen. Diesem wird im digitalen Lernmodul zum Forschungskreis ein besonderer Schwerpunkt gewidmet. So wurden in den Schritten „Forschungsfrage formulieren“ und „Ideen und Vermutungen sammeln“ theoretische Erläuterungen und komplexe Aufgabenstellungen zum fachmethodischen und fachdidaktischen Wissen integriert. Darüber hinaus konnte auch mit Hilfe der Videos aus dem Unterrichtsbeispiel die Schwierigkeit gezeigt werden, von einer Problemstellung zu einer adäquaten Forschungsfrage zu gelangen. Denn: Die im gezeigten Unterricht von der Lehrkraft gewählte Forschungsfrage passte nicht genau zum nachfolgenden Experiment. Dieser Sachverhalt wurde im Modul aufgegriffen, wodurch die Lehrkräfte zur Reflexion über die einzelnen Schritte des Forschens angeregt werden.  
Gleichzeitig kann die Veranschaulichung des Unterrichts durch Videosequenzen die Hemmschwelle bei Lehrkräften reduzieren, Schülerinnen und Schüler selbst und insbesondere auch „frei“ experimentieren zu lassen.  
In der Evaluation wurde berichtet, dass die Lehrkräfte den Fokus darauf legen, dass die Schülerinnen und Schüler die Experimente richtig durchführen. Das in die digitale Lerneinheit integrierte Unterrichtsbeispiel zeigt im Rahmen der Auswertung des Experiments, dass eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern Probleme mit der „richtigen“ Durchführung hatte. Mit dieser Sequenz wird veranschaulicht, dass fehlerhaft umgesetzte Experimente ebenfalls einen Lernzuwachs bei den Schülerinnen und Schülern bedeuten können.
- **Anwendung des Gelernten im Plenum:** Die vierte Phase dient der Ausarbeitung von Unterrichtskonzepten zur Vertiefung und insbesondere zur selbstgesteuerten Anwendung des Gelernten im Unterricht. Die Lehrkräfte erstellen in dieser Phase ein konkretes didaktisches Konzept zur Durchführung eines Experiments, das den Stufen des Forschungskreises folgt. In diesem Rahmen kann das fachmethodische und fachdidaktische Wissen erweitert und mit Hilfe von Diskussionen vertieft werden. Auch können hier Anregungen dahingehend erfolgen, Schülerinnen und Schüler stärker selbstgesteuert und frei experimentieren zu lassen. Indem die Lehrkräfte sicherer in der didaktischen Planung und Umsetzung von Experimenten im Unterricht werden, können auch Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die Lehrkräfte Schritt für Schritt den Erkenntnisweg in die Hände der Schülerinnen und Schüler legen können. So können Lehrkräfte den Schülerinnen und Schülern mehr und mehr Verantwortung dahingehend übertragen, die Problemfrage selbst zu finden, den Versuch zu planen und selbstständig zu experimentieren.
- **Betonung des Werteaspekts:** Zusätzlich wurde in der digitalen Phase ein eigenes Lernmodul zum Thema Wertebildung entwickelt. Anhand des Unterrichtsbeispiels zum Thema „Wie können wir unser Wasser schützen“ aufbauend auf der vorangegangenen Unterrichtsstunde über das Experiment zur Wasserreinigung werden von den Schülerinnen und Schülern praktische Möglichkeiten zum Wasserschutz erarbeitet, die sie selbst im Alltag umsetzen können. Die Lehrkraft setzt dabei ein breites Spektrum verschiedener didaktischer Methoden ein.

- **Überarbeitung der Handreichung für Multiplikatoren:** Im Rahmen der überarbeiteten Fortbildung wurde auch die **Handreichung für Multiplikatoren** vollständig überarbeitet und erneuert. Schwerpunkt stellt darin die Erläuterung des Blended-Learning-Konzepts der Fortbildung dar. Die einzelnen Schritte werden anhand der Grundidee, der Zielsetzungen, des Ablaufs und einer möglichen didaktischen Umsetzung dargelegt.

### **Bedarfsorientierte Bestellmöglichkeit der Experimentiermaterialien**

Die Ergebnisse aus der Nutzung der Experimentiermaterialien zeigen, dass nicht alle Experimente in gleichem Umfang durchgeführt werden. Da dies unter einer ressourcenorientierten Sichtweise dazu führt, dass Materialien – im Klassensatz – zur Verfügung gestellt werden, derer es nicht bedarf, wird auf die Verteilung von Experimentierkästen verzichtet. Vielmehr wird nun eine bedarfsorientierte Bestellmöglichkeit geschaffen. Das bedeutet, dass es Lehrkräften möglich gemacht wird, die Materialien gezielt für die von ihnen ausgewählten Experimente bestellen zu können.