

LABBOOK



# Do it yourself – Experimente für Zuhause

Entwickle deine Forscherstärke

# **Do it yourself – Experimente für Zuhause**

## Entwickle deine Forscherstärke

Susan Gutzmerow, David Rose, Antje Skerra und Imken Osburg

## Impressum

### Herausgeber:

Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM)  
14974 Ludwigsfelde-Struveshof  
Tel.: 03378 209-0  
Fax: 03378 209-149  
www.lisum.berlin-brandenburg.de

### Autorinnen und Autoren:

Susan Gutzmerow, David Rose, Antje Skerra, Imken Osburg  
Zu dieser Handreichung haben mit Tipps und Hinweisen beigetragen: Ulrike Blumensath-Streidt  
Wir bedanken uns für die engagierte Unterstützung.

**Redaktion:** Antje Skerra

**Illustrationen:** Anne Völkel

**Satz und Layout:** LISUM

**Titelbild:** David Rose, Anne Völkel

**Bildnachweise:** siehe Seite 22

**Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM), Ludwigsfelde 2024**

Genderdisclaimer

Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter: männlich, weiblich und divers (m/w/d).



Soweit nicht abweichend gekennzeichnet zur Nachnutzung freigegeben unter der Creative Commons Lizenz CC BY-SA. zu finden unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>

Wenn Sie Auszüge oder Teile dieser Handreichung verwenden, benutzen Sie folgende Zitation: Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM), 2024. Do it yourself - Experimente für Zuhause. Entwickle deine Forscherstärke. Bildungsserver Berlin-Brandenburg.

Alle Internetquellen, die in der Handreichung genannt werden, wurden am 19.12.2023 zuletzt geprüft.

# Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>Theorie auf einen Blick</b> .....	<b>6</b>
Begriffsklärung und Systematik nach Grygier & Hartinger (2020, S. 75)	6
<b>4 x 4 = 16 – häusliches Experimentieren mit Fokus</b> .....	<b>8</b>
<b>4 in 1 Strategie</b> .....	<b>11</b>
Strategie Informationsaufnahme	11
Strategie Reflexion	14
Strategie der Vertiefung	16
Strategie der Schritte – Forscherkreis als didaktisches Prinzip	18
<b>Sicherheit geht vor – Safety Card</b> .....	<b>19</b>
Safety Hinweise	19
<b>Begleitinformationen zum Forscherheft</b> .....	<b>20</b>
<b>Quellen-, Bild- und Lizenznachweis</b> .....	<b>21</b>
Quellennachweis	21
Bild- und Lizenznachweis	22

## Einleitung

Kindern ermöglicht das Experimentieren und Untersuchen von Naturphänomenen die Welt in ihrem Aufbau und ihrer Regelmäßigkeit zu erkunden und zu erleben. Zusammenhänge zu verstehen, scheint heute mehr denn je höchst bedeutsam zu sein. Gute Gründe das Experimentieren, Versuchen und Laborieren methodisch in den Mittelpunkt des Lernens zu stellen. Lernen aber beruht auf Vorerfahrungen, die in Bezug auf das Experimentieren und Untersuchen außerordentlich unterschiedlich sind. Die vielfältigen Lebensbedingungen, unter denen Kinder aufwachsen, bestimmen die Erfahrungsräume.

*Leben auf dem Land. Leben in der Stadt. Familie zu zweit, zu dritt, zu fünft. Wie sieht Freizeit aus: Sport, Musik, Lesen, Bauen, Technik, Natur? Wissen wird medial erschlossen. Alltägliches wird konsumiert – entkoppelt vom Ort und Zeitpunkt der Entstehung oder Erzeugung.*

Unterschiedliche Möglichkeiten des Entdeckens, Erkundens und der persönlichen Entfaltung werden durch die Elternhäuser bestimmt. Hier finden sich in unterschiedlichem Maß Möglichkeiten der (unbeobachteten) Entfaltung und Chancen mit Neugierde zu Entdecken oder mit Interesse verweilen zu können. Dies kann nicht durch einen noch so gut didaktisch aufbereiteten Medienkonsum ersetzt werden, da in den zahlreichen multimedialen Formaten Wissen meist oberflächlich aufbereitet und mit geringstem Aufwand konsumiert wird. Dabei werden grundlegende Erfahrungen der Beobachtung und des Schlussfolgerns nicht mehr selbst erlebt. Die eigene Versprachlichung von Phänomen und Gedanken bleibt aus. *Liken* ersetzt den Austausch.

Unterricht muss sich diesen veränderten Lebenswelten der Schülerinnen und Schülern stellen, um Chancengleichheit zu bieten und die Partizipation aller zu ermöglichen.

Gerade der Sachunterricht und Naturwissenschaften 5/6 bieten mit ihrer Perspektive auf das Lernen und ihren vielfältigen handlungsorientierten Methoden eine sehr gute Möglichkeit eine Brücke in die Lebenswelten der Kinder zu schlagen, Anschlussfähigkeiten in kindliche Lebenswelten, Vorerfahrungen und Interessen herzustellen sowie eigene Erfahrungen zu machen und zu verbalisieren.

Diese Handreichung mit ihren Lernanregungen und Materialangeboten richtet sich an Lehrkräfte der Grundschule und möchte eine Kombination aus verschiedenen Methoden wagen, um Anschlussfähigkeit, Teilhabe und heterogene Lerngruppen in den Blick zu nehmen.

Im Zentrum wird das Experimentieren stehen - das Experimentieren zu Hause. Möglichst selbstständig. Möglichst ohne elterliche Unterstützung.

Experimentieren heißt mit Neugierde auf die Welt motivierende und handlungsorientierte Aufgaben zu lösen, die dazu anregen das Lebensumfeld aus der naturwissenschaftlichen Perspektive zu entdecken.

Die Handreichung bietet eine fokussierte Kombination aus Methoden, die ein individuelles selbstgesteuertes Lernen in der Hausaufgabe ermöglichen, welches anschlussfähig an die Vorerfahrungen des Kindes in die eine Richtung und in die andere Richtung grundlegend für weitere unterrichtliche Lernprozesse ist.

## Theorie auf einen Blick

Einer der herausragenden Vorzüge, die das Fach Sachunterricht und später der Unterricht in Naturwissenschaften 5/6 bietet, besteht in der Möglichkeit, dass die Lernenden eine Sensibilität für die Komplexität von Naturphänomenen und die Ganzheitlichkeit der Welt entwickeln können. Schülerinnen und Schüler bekommen Strategien an die Hand wie sie Vorstellungen entwickeln können, wie sie sich Wissen aneignen und für das Verstehen grundsätzlicher Zusammenhänge und Probleme.

**Konstruktivistische** und **kognitionspsychologische** Überlegungen gehen davon aus, dass Lernen ein eigenständiger, aktiver, situativer und sozialer Prozess ist. Das Kind geht mit Vorwissen und Erfahrung in eine Situation und baut sich sein individuelles Lernergebnis selbst. Es ist zunächst ein höchst individueller und damit subjektiver Konstruktionsvorgang. Durch Reflexion und Austausch mit anderen erfährt das erste Lernergebnis eine konzeptuelle Vertiefung (Begriffsbildung), einen sicheren mentalen Anschluss (Speicherung) und gewisse Objektivierung. Dies bildet das Fundament für Abstraktion, Modellvorstellungen und naturwissenschaftliche Sichtweisen. Gleichmaßen bildet es die Grundlage für einen differenzierten Wortschatz, für das Verständnis und den Gebrauch von grammatischen Wendungen und fördert somit das Textverstehen und die Sprachproduktion.

In einen interessensgeleiteten, aktiven, selbstgesteuerten Lernprozess zu investieren lohnt sich für sämtliche anschließende Lernprozesse. Die Vorerfahrungen und das Vorwissen eines Kindes unberücksichtigt zu belassen, erschwert das Lernen. Eine Lücke, die vielfach im Unterricht beobachtbar ist, wenn Aufgabenstellungen, Demoexperimente, Sachtexte, Grafiken oder Lernvideos für Schülerinnen und Schüler unverständlich bleiben.

**Häusliches Experimentieren** bietet eine Erweiterung des Lernraumes. Das häusliche Umfeld wird in Hausaufgaben für den individuellen Ausbau der Wissensstände und die Erweiterung der Erfahrungswelten genutzt.

Für eine sinnvolle Ausgestaltung unterschiedlicher und auch binnendifferenzierender Vorgehensweisen eignet sich die **Systematik nach Grygier und Hartinger (2009)**<sup>1</sup>. Sie klassifiziert das Vorgehen in vier verschiedenen Formaten.

Kombiniert werden die Formate mit einer **Fokussierung auf Methoden**, die einen tiefgreifenden Zugang zu Phänomen und Fragestellungen ermöglichen, die Interesse wecken und Schülerinnen und Schüler im besonderen Maße bei ihren Vorerfahrungen abholen.

Damit Schülerinnen und Schüler vertraut werden können mit entdeckenden, mit forschenden und schließlich naturwissenschaftlichen Lernprozessen, wird ihnen ihr persönliches Forscherheft – **LabBook** – an die Hand gegeben. Es vermittelt eine **Strategie** des Herangehens, des Reflektierens und des Versprachlichens der Lernerfahrungen. Es unterstützt das Begreifen des Phänomens und Verinnerlichen naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen.

Sämtliche Dimensionen werden im Folgenden erläutert und anschließend zusammengeführt.

### **Begriffsklärung und Systematik nach Grygier & Hartinger (2020, S. 75)**

Häufig werden die Begriffe Versuch, Explorieren und Experiment synonym verwendet. Bis hierhin wurde dies aus pragmatischen Gründen auch in dieser Handreichung so getan.

Grygier & Hartinger stellen eine Systematik vor (Tabelle 1), die eine differenziertere Grundlage für das forschende und entdeckende Lernen bietet. Sie unterscheiden zwischen Laborieren, Experimentieren, Explorieren und einen Versuch durchführen. Die einzelnen Formate unterscheiden sich dahingehend, ob eine Vorgehensweise vorgegeben ist und eine Fragestellung vorhanden ist und visieren auf diese Weise unterschiedliche Ziele an. Sie bieten unterschiedliche Möglichkeiten an Vorerfahrungen und Präkonzepte anzuschließen, Konzepte auszubilden, das Gelernte zu vertiefen, Anwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen, aber auch falsche Präkonzepte zu erschüttern. Die Auswahl eines geeigneten Formats soll vor allem die Lernenden in die Lage versetzen ein Experiment verstehend durchzuführen und davon zu profitieren. Für das selbständige Experimentieren bietet diese Unterscheidung eine gute Grundlage für vielfältige und

<sup>1</sup> vgl. Grygier & Hartinger 2009, S. 15; Hartinger 2020, S. 75, Wiebel 2000

differenzierte Aufgabenstellungen. Eine Ausrichtung auf heterogene Lerngruppen bei der Erforschung eines Phänomens ist möglich.

**Tabelle 1:** Begriffseinordnung & Systematik nach Grygier & Hartinger (2009; S. 15)

	Fragestellung vorhanden	Fragestellung nicht vorhanden
Vorgehensweise vorgegeben	Laborieren	Versuch durchführen
Vorgehensweise nicht vorgegeben	Experimentieren	Explorieren

Es gibt eine Reihe sachunterrichtlicher und naturwissenschaftlicher **Methoden**, die besonders gut geeignet sind, beim selbständigen Experimentieren in den Fokus gerückt zu werden.

An erster Stelle soll das **Ästhetische Lernen** seine Erwähnung finden. Hierbei geht es zunächst um das sinnliche Erkennen und darüber hinaus um die Fertigkeit, für das subjektiv Erfahrene Worte zu finden und die individuelle Faszination anderen mitteilen zu können. Eine sinnliche Auseinandersetzung, Staunen, Neugierde als ein „Modus der Weltbegegnung“<sup>2</sup>, kann die Qualität des Lernprozesses erhöhen und ein tiefes kognitives Durchdringen der Sache unterstützen. Ästhetisches Lernen vermittelt zudem eine offene Lernhaltung, die für ergebnisoffenes Entdecken, für das Formulieren und Überprüfen von Annahmen und der Akzeptanz zunächst Unerklärliches bestehen lassen zu können, grundlegend ist.

Experimente, die ihren Fokus auf das Lernen mit allen Sinnen legen, halten intensive Sinneserfahrungen mit allen Sinneskanälen bereit. Sie schärfen die sinnlichen Wahrnehmungsfähigkeiten der Kinder. Ein ästhetisch sensibilisierter Umgang mit Inhalten unterstützt die Begriffsbildung und reichert mentale Konzepte an. Die Reflexion unterstützt die Erweiterung und Ausdifferenzierung des Wortschatzes für Eigenschaften. Einen besonderen Schwerpunkt können Experimente bieten, in denen die Lernenden verstärkt kontrastierende Eigenschaften wahrnehmen. Die Schärfung der Wahrnehmung für Unterschiede, die Abgrenzung voneinander und das Erkennen von Gemeinsamkeiten bilden die Grundlage für die Bildung von Gruppen, Kategorien und Klassifikationen.

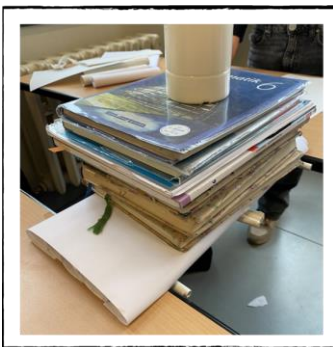


Abb. 1: Wie viel trägt die Brücke?

Als zweites soll auf das **Bauen**, als Zugang sich explorativ einer Sache anzunähern, eingegangen werden. Beim Bauen geht es um eine Form des Begreifens, des konstruktiven Denkens. Bauen ermöglicht analytisches Denken und macht Regelketten zwischen Ursachen und Wirkungen erfahrbar. Das Gebaute ist Verkörperung eines inneren Bildes. Häufig gibt es jedoch mehrere Optionen, so muss ggf. das innere Bild und das Gebaute angepasst werden.

Der Zusammenbruch einer Sache macht es sichtbar. Ein Umbauen oder Neuaufbau ist notwendig. Lernende, die zu geringe Erfahrungen in diesem Bereich mitbringen, haben Schwierigkeiten Materialien eines Experiments in eine sinnvolle Reihenfolge oder einen Zusammenhang zu bringen.

Bauen beinhaltet eine vertiefte Auseinandersetzung mit Ideen, Funktionen, Formen, Materialien und Stoffen. Am Bauen geschulte Denkprozesse in den Naturwissenschaften bestimmen Vorstellungen und Entwicklungen von Modellen wie

<sup>2</sup> vgl. Baumert, 2003

dem Atommodell oder der Doppelhelix. Experimente, die ihren Fokus auf das Bauen richten, unterstützen Lernende darin Gegenstände in diese sinnvolle Reihenfolge zu bringen, bieten Lernlandschaften des Problemlösens, unterstützen unmittelbar das Verstehen einer Anleitung oder eines Aufbaus und langfristig das Modellieren von Theorien<sup>3</sup>.

Schließlich ist das **forschende Lernen** zu erwähnen. Im Mittelpunkt stehen die Entdeckung und Definition offener Probleme und die Entwicklung eigener Fragen. Beispielhaft wird ein Lern- und Forschungsprozess durchlaufen, der sämtliche naturwissenschaftliche Kompetenzen beinhaltet<sup>4</sup>. Wesentliche Bestandteile sind eine kognitiv anregende Einbettung, eine Problematisierung, das Formulieren von Annahmen, Beobachten, Beschreiben, Auswerten, Schlussfolgern und schließlich der Austausch. Hierbei werden der in den Kindern angelegte forschende Habitus mit der kulturell bedeutsamen Kompetenz des forschenden Erschließens und dem Verstehen von wissenschaftlichen Vorgehensweisen als pädagogische Strategie zusammengeführt<sup>5</sup>. Diese Strategie unterstützt den Erfahrungsprozess zu organisieren, selbstbestimmt zu Arbeiten und schließlich Erfahrungen zu reflektieren. Innerhalb der Experimente können hierbei spezielle Kompetenzen in den Fokus rücken. So profitieren Kinder, die nur wenig Ausdauer und Erfahrung beim Beobachten haben von längerfristig angelegten Beobachtungen. Der für forschendes Arbeiten zentrale Moment der Reflexion und des Austauschs kann gezielt zur Externalisierung der individuellen Erfahrungen und Beobachten genutzt werden. Im gemeinsamen Austausch können dann Ergebnisse in ein tiefes Verständnis eines Phänomens überführt werden und anschlussfähig in Wissensbestände integriert werden. Ein besonderer Fokus kann auf das Falsifizieren kontraintuitiver Annahmen liegen, indem Widersprüche provoziert und Erwartungen verletzt werden<sup>6</sup>. Solche Erfahrungen tragen intensiv zu einer Entdeckung offener Probleme und Entwicklung eigener Fragen bei und führen Schülerinnen und Schüler schließlich an naturwissenschaftliche Sich- und Arbeitsweisen zur kontrollierten Überprüfung ihrer Annahmen heran.

## 4 x 4 = 16 – häusliches Experimentieren mit Fokus

Aus den vorangegangenen Abschnitten können nun Variationen im Vorgehen aus den verschiedenen Formaten des Experimentierens und den beschriebenen Methoden kombiniert werden, die den Fokus auf bestimmte Fähigkeiten legen können. Auf diese Weise kann bei der Bearbeitung eines Themas oder eines Phänomens zugleich der individuelle Zugang eines Kindes in der Aufgabenstellung berücksichtigt werden.

Die vier Formate Laborieren, Versuch durchführen, Experimentieren und Explorieren nach der Systematik nach Grygier und Hartinger (2009) unterscheiden sich in ihrer Steuerung. Die Variationen betreffen die Vorgaben im Vorgehen, ob Fragestellungen aus der Situation abgeleitet werden oder ob Fragestellungen mit der Aufgabe gegeben sind.

Das Ästhetische Lernen liefert den Fokus **Wahrnehmen mit allen Sinneskanälen** und als besondere Zuspitzung **Wahrnehmen kontrastiver Eigenschaften. Bauen** als Methode kann den Fokus auf basale Regelketten, auf konstruierende bis hin zu modellierende Denkanstöße ausrichten. Schließlich liegt über all dem das didaktische Prinzip des forschenden Lernens mit seinem strategischen Ansatz und dem Kanon an Kompetenzen. Intuitive Erwartungen zu überprüfen und **Annahmen zu falsifizieren** in den Fokus zu rücken, ermöglicht im besonderen Maße kindliche Präkonzepte und Denkfiguren aufzugreifen und sie in naturwissenschaftliche Denkweisen zu überführen.

Aus den Kombinationen der Formate des Experimentierens und den methodischen Schwerpunkten kann ein **Faktoren-Design** abgeleitet werden, in welches sich klassische Experimentierformate zuordnen und mit einem methodischen Fokus verbinden lassen.

<sup>3</sup> vgl. Plickat, 2020

<sup>4</sup> vgl. Hellmer, 2009; Huber, 2009

<sup>5</sup> vgl. Soostmeyer, 2001

<sup>6</sup> vgl. Hartinger, 2020



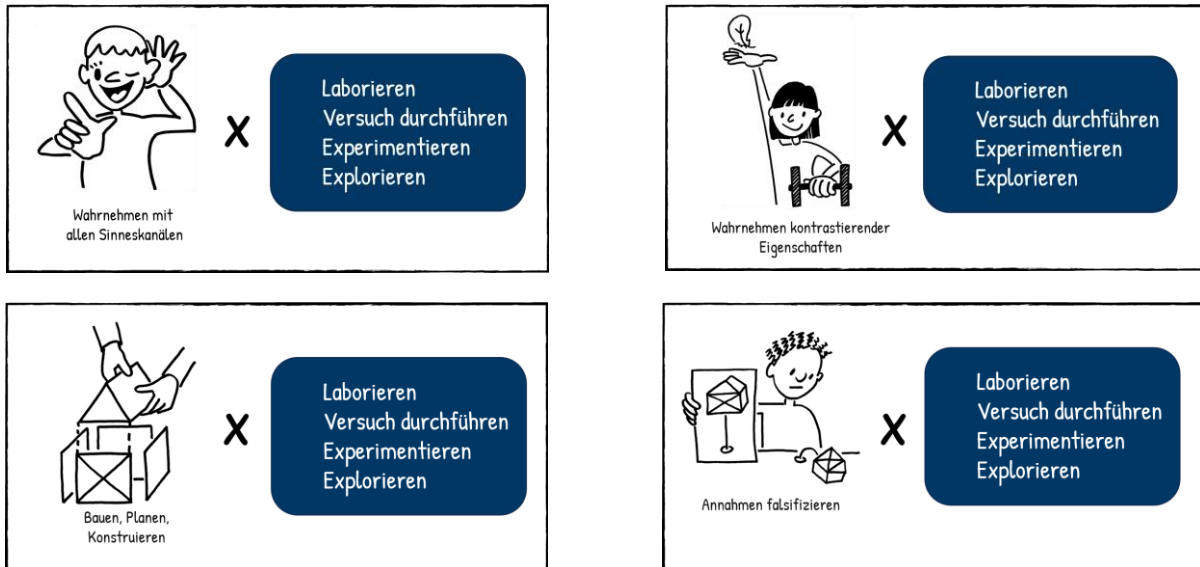


Abb. 2: Faktoren Design - Experimentierformate mit methodischem Fokus

Die Kombinationen ermöglichen zu einem Phänomen unterschiedliche Experimentierformate mit verschiedenen methodischen Schwerpunkten zu variieren. So können beispielsweise die Schülerinnen und Schüler zum Thema *Menschliche Sinne und Wahrnehmung* Geräusche im Straßenverkehr wahrnehmen. Hier kann **der Fokus Wahrnehmen mit allen Sinneskanälen mit dem Format Laborieren kombiniert** werden, was hieße, dass die Fragestellung und die Vorgehensweise vorgegeben sind. Die unterschiedlichen Kombinationen bieten eine Grundlage für methodisch-didaktische Differenzierung und können für Scaffolding herangezogen werden.

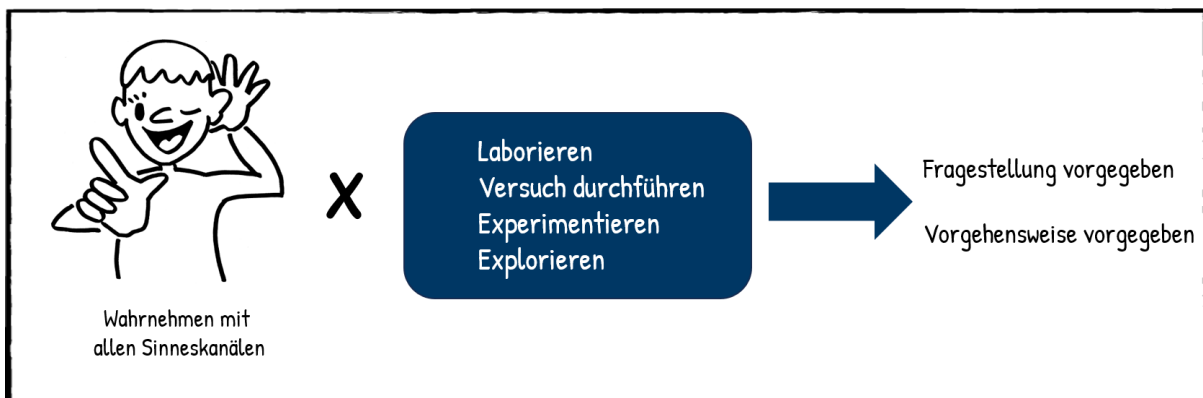


Abb. 3: Experimentierformate mit methodischem Fokus am Beispiel Laborieren

**Kern dieser Handreichung ist, dass sie für sämtliche Kombinationen Angebote mit Anleitung für die Hand der Lehrkraft und der Schülerinnen und Schüler auf dem Bildungsserver Berlin Brandenburg herunterladen können.**

**Merke:**

- Kindliches Forschen beginnt mit der Erfahrung.
- Kinder leben in unterschiedlichen Lebenswelten, die mehr oder weniger günstige Voraussetzungen für eigene lebendige Erfahrungen bieten. Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schüler müssen einbezogen, vorbereitet, sprachlich und gedanklich geordnet und für den weiteren Anschluss vorbereitet werden.
- Häusliches Experimentieren kann eine Brücke zur den Vorerfahrungen schlagen und ein Fundament für den Sach- und naturwissenschaftlichen Unterricht bilden.
- Häusliches Experimentieren kann variantenreich gestaltet werden und so für jede Schülerin und jeden Schüler ein vertieftes Lernangebot unterbreiten.
- Experimentieren anhand eigener Fragen, mit Neugier, selbstbestimmt, mit interessanten Untersuchungsgegenständen schafft tiefgreifende Lernerfahrungen (*Deep Level Learning*, Huber, 2009).

## 4 in 1 Strategie

Die in dieser Handreichung zusammengeführten Methoden und Vorgehensweisen können in wiederkehrende Abläufe geformt werden. Sie bieten für Schülerinnen und Schüler eine Richtschnur für ihr Herangehen an Phänomene, ihr Entdecken, die Reflexion und das Versprachlichen der Lernerfahrungen. Zugleich bieten die Formate des Experimentierens mit ihrem methodischen Fokus eine Vorlage wie Lernerfahrungen zu vertieftem Wissen führen. Verinnerlicht können sich die Abläufe und das „Wie“ schließlich als Strategie des Lernens etablieren. Den Schülerinnen und Schülern wird ein Werkzeug an die Hand gegeben, um eigenständig Wissen aufbauen zu können. Die Kompetenz des Entdeckens und Forschens wird schrittweise angebahnt. Die Strategie des Lernens wird zunehmend als naturwissenschaftliche Methode sichtbar.

### Strategie Informationsaufnahme



Schülerinnen und Schüler zum Verstehen zu befähigen, heißt sie für eine gewisse Zeit auf ihrem Weg zu einem tiefen Verständnis der Welt zu begleiten. Ausgangspunkt ist ihre „naive“ Vorstellung, sind ihre Vorerfahrungen – Präkonzepte. Die Lernsituation wird gestaltet, dass sie Lust zum Entdecken und Experimentieren evoziert.

#### Doch, was weckt Lust und Interesse?

Hartinger<sup>7</sup> führt hierzu aus, dass der Untersuchungsgegenstand, die Handlung von subjektivem Wert sein soll. Man beschäftigt sich lieber mit Dingen, die wichtig sind. Besteht dieses Gefühl, so wird der Beschäftigung mit der Sache ein Maß an Freiwilligkeit zugesprochen. Das Tun wird mit positiven Gefühlen verbunden. Die interessierte Person möchte über die Sache mehr wissen. Die Beschäftigung ist damit erkenntnisorientiert. Wie in explorativen Lernsituationen Kinder unterstützt werden beschreiben Bonawitz und Kolleg:innen. Sie fanden heraus wie Instruktion Exploration behindern kann. Kinder explorieren von mehr Neugierde getragen und machen schließlich mehr Entdeckungen, wenn ihnen zunächst keine Instruktion oder Aufgabenstellung gegeben wurde. Ein großes Plädoyer für das offenste Format, dem Explorieren, dem von Kind ausgehenden Vorgehen und Fragen<sup>8</sup>. Hildebrandt und Kolleg:innen konnten wiederum zeigen, dass eine ergebnisoffene und fragende Dialogführung bei Kindern mehr eigene Fragen auslöst und mehr Hypothesen anregt (*sustained shared thinking* – als Format des gemeinsamen Nachdenkens und Problemlösens)<sup>9</sup>.



Die Qualität einer Erfahrung wird stark beeinflusst vom **Kontext** und von **Emotionen**. Experimentieren im häuslichen Umfeld mit seinen Alltagskontexten und dem hohen Maß an Eigenaktivität scheint im besonderen Maße die Bedingungen für von Interesse und Neugierde gesteuertem Entdecken zu erfüllen.



<sup>7</sup> vgl. Hartinger 2015, S. 113/114

<sup>8</sup> vgl. Bonawitz et al. 2011

Kinder haben die Erfahrung gemacht, dass instruierende Erwachsene in einer Lehrsituation relevanten Informationen vorstrukturieren und die wesentlichen Informationen herausfiltern. Sie gehen damit davon aus, dass nicht relevant ist, was nicht explizit vermittelt wird. Auf diese Weise kommt es zu explorationshemmenden Effekte durch Instruktion.

<sup>9</sup> vgl. Hildebrandt 2016

Sie formulieren, dass hypothetische Formulierungen von Erwachsenen, z. B. ein „vielleicht“ ein wirksames sprachliches Mittelkognitiv anregender Interaktionen sind.

Mit Gefühlen verknüpfte Tätigkeiten scheinen eine Gelingensbedingung für interessen geleitetes Lernen zu sein.

**Vorerfahrungen, Nachvollziehbarkeit und Verbundenheit** mit der Sache ermöglichen den Schülerinnen und Schülern eigene Vermutungen anzustellen und Fragen zu entwickeln<sup>10</sup>. Bei Unvertrautheit und geringen Vorerfahrungen kann dies erschwert sein. Häufig werden Vermutungen und Fragen dann im Klassenverband gemeinsam entwickelt. Hier erhalten diese Kinder zwar ein Modell, jedoch kann die Lücke zwischen ihren Vorerfahrungen und dem Phänomen eine innerliche Unbeteiligung bestehen lassen. Sie verbleiben kognitiv passiv. Für diese Schülerinnen und Schüler ist eine Zeit des Versuchsens und Explorierens wichtig.

Das individuelle **LabBook** sieht den Schritt der persönlichen Frage vor, so dass Schülerinnen und Schüler einen Impuls erhalten, um ihren Möglichkeiten entsprechend sich Fragen zu stellen.



Um Kinder bei ihren unterschiedlichen Vorerfahrungen abholen zu können, ist ein Austausch und auch eine **Aktivierung des Vorwissens** wichtig. Dies kann im Klassenverband in Vorbereitung zur Hausaufgabe im Gespräch stattfinden. Hier werden Gedanken und Erlebnisse zusammengetragen. Es können Mindmaps, Schlagwortlisten oder Zeichnungen entstehen. Dieser Austausch aktiviert mental die gedanklichen Anschlussstellen für das Experiment und die Verknüpfung des neuen Wissens.

Die Vorerfahrungen zu berücksichtigen, bedeutet auch einzukalkulieren, dass Schülerinnen und Schüler mit Materialien oder auch Instrumenten mehr oder weniger vertraut sind. Sie erfassen die perzeptuellen und funktionalen Eigenschaften einer Sache verschieden. Vielleicht bieten Vorerfahrungen wenig Vielfalt für die nun wahrzunehmende visuelle Gestalt, die zwischen den Fingern fühlbare Konsistenz oder den aufsteigenden Geruch. Selbst unter Beachtung und angemessener Abwägung von Gefahren für Substanzen und Instrumente ist es sehr wichtig, unterschiedliche Erfahrungen und die Unvertrautheit einzuplanen. Gerade der Fokus auf Wahrnehmen mit allen Sinneskanälen bietet sich hier im Besonderen an. Ziel ist es, tiefgreifende taktil-kinästhetische Wahrnehmungen und damit Gefühle zulassen zu können. Hierdurch wird die **Qualität der Sinneseindrücke** und damit die Qualität der Konzepte erhöht.

Zudem erstellen einige Schülerinnen und Schüler nur lückenhafte **Versuchsablaufpläne**. Welche Sache stecke ich in die andere? Welche Reihenfolge muss ich einhalten? An dieser Stelle setzt im besonderen Maße der Fokus Bauen und Konstruieren an.

Auch die **Beobachtungen** der Schülerinnen und Schüler sind mehr oder weniger differenziert. Wo muss ich hinschauen? Wann passiert (endlich) etwas? Für einige kann Beobachten eine völlig neue Herangehensweise sein, wenn sie es gewohnt sind, durch Medien mit raschen Ergebnissen und Erkenntnissen versorgt zu werden. Für sie ist es normal die Entstehung einer Sache nicht verfolgt zu haben und damit an der Nachvollziehbarkeit innerlich unbeteiligt zu sein. Geduldiges und aufmerksames Beobachten muss angebahnt werden. Das **LabBook** bietet hier die Möglichkeit durch Zeichnungen oder Fotos Beobachtungen, Eindrücke und Gefühle zu dokumentieren.

<sup>10</sup> Vgl. Gopnick und Meltzoff 1997

Mit der Zeit wächst die Menge der Erfahrungen, über die sich im Unterricht dann ausgetauscht werden kann. Sie bietet die Grundlage für die Anbahnung naturwissenschaftlicher Denkweisen und Konzepte. Damit schlägt das häusliche Experimentieren eine Brücke zu den Vorerfahrungen und schafft hierdurch die Grundlage für den Unterricht. Schülerinnen und Schüler werden darin befähigt, wie sie entdecken, wie sie reiche Konzepte und differenzierte Handlungspläne mental anlegen, wie sie damit nachhaltig Wissen aufnehmen. Reichhaltige Konzepte und Erfahrungen sind in ihrem Weitblick die Grundlage für eine Erkenntnisgewinnung durch Sachtexte oder Lehrvideos.



Abb. 4: Kompetenzen des forschenden Lernens bei der Strategie Informationsaufnahme

### Merke:



- Schülerinnen und Schüler werden bei ihren Alltagserfahrungen abgeholt.
- Schülerinnen und Schüler werden bei ihrem subjektiven und kindlichen Lernen abgeholt.
- Emotionalität vertieft die kognitiven Spuren beim Lernen.
- Die Ganzheitlichkeit der Sinneseindrücke erzeugt reichhaltige mentale Konzepte.
- Ein Experiment planerisch zu überblicken, kann einigen Schülerinnen und Schülern schwerfallen. Es bestehen Unsicherheiten im Umgang mit Materialien und Geräten. Dies hemmt die eigentliche Informationsaufnahme.
- Beobachten ist ein zentraler Prozess, der die Qualität der Informationsaufnahme mitbestimmt.

## Strategie Reflexion



Durch die verschiedenen Formate des Experimentierens haben Schülerinnen und Schüler Erfahrungen gesammelt, sie sind Sachen und Wirkungen begegnet. In ihnen sind Eindrücke und Bilder entstanden, die **mental nun angeschlossen, verknüpft und damit tiefgründig abgespeichert** werden müssen. Hierfür benötigen die Kinder Zeit zum Nachdenken, zum Notieren, zum Aufzeichnen und zum ersten Austausch miteinander – ein obligatorischer Arbeitsschritt des Innehaltens, der Auseinandersetzung, der Konstruktion. An erster Stelle steht die subjektive Reflexion, die sich später zur Reflexion in der Gruppe öffnen kann.

Grundlage und zugleich Produkt der Reflexion ist die **Dokumentation der Beobachtungen** aus dem Experiment. Für diesen Arbeitsschritt sollte daher Material an die Hand gegeben werden.

Abgestimmt auf das Konzept dieser Handreichung wurde das **LabBook** entwickelt.



Abb. 5: Protokollfächer für den MINT-Unterricht  
© Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie/Siemens Stiftung 2017, CC BY-SA 4.0

Die Reflexion erhält eine besondere Tiefe, wenn sie **multimodal** und vor allem **sprachlich** erfolgt. Für jüngere Schülerinnen und Schüler mit nur gering ausgeprägten Lese- und Schreibkompetenzen können eigenständige Verschriftlichungen nur schlagwortartig oder in knappen Äußerungen erfolgen. Es bietet sich daher an, Symbole, Listen zum Ankreuzen, Zeichnungen, Fotografien oder kurze Audioaufnahmen zur Dokumentation einzusetzen. Gerade diese Mit- und Aufzeichnungen können durch emotionale Ausdrücke oder Emoticons illustriert werden. Für die Versprachlichung der Lernerfahrungen, das umfängliche Erfassen und Begreifen benötigen viele Schülerinnen und Schüler Unterstützung. Hier bietet es sich an Wortlisten und Formulierungshilfen mit zentralen Adjektiven oder Adverbien, die zeitliche und kausale Zusammenhänge ausdrücken, zur Hand zu geben. Dieses Repertoire an sprachlichem Rüstzeug wirkt sich zugleich auf die tiefgründige Speicherung aus.

Die sachliche grafische Darstellung kann durch sketchnotearartige Icons oder Kommentare emotional bereichert werden. Für eine tiefgründige Aufnahme und Verknüpfung von Informationen spielen Wörter, die mentale Zustände, Empfindungen oder Wahrnehmungen ausdrücken – so genannte *Internale State Terms* – eine besondere Rolle.

Wahrnehmungen:	sehen, fühlen, riechen, schmecken, hören
Zustände:	neugierig, aufgeregt, ängstlich, still, laut, erschrocken, besorgt, nervös, begeistert
Bewusstheit:	leicht, schwierig, klug, anstrengen, vorstellen, vermuten, riskieren
Emotionalität:	lustig, glücklich, fröhlich, enttäuscht, wütend, unsicher, sicher
mentale Verben:	wollen, möchten, denken, wissen, sich wundern, analysieren, mutmaßen, anleiten, beraten, vorhersagen, erinnern

Abb. 6: Internal State Terms des Experimentierens

Durch Vorlagen wie Tabellen können schließlich erste Impulse gegeben werden, dass Ergebnisse einer Messung oder einer Auszählung in einer übersichtlichen Form erfasst werden.

Die Dokumentation in den Jahrgangstufen 1-4 ist damit verstärkt auf die **Ganzheitlichkeit der Lernerfahrung** ausgerichtet und gibt Impulse für das Protokollieren von Ergebnissen. Sie unterstützt die erste subjektive Reflexion und kann später den Austausch in der Gruppe oder der Klasse als gedankliches Konzept unterstützen.

Für ältere Schülerinnen und Schüler ist es wichtig, dass das subjektive und durchaus emotional gestaltete Format in ein **sachliches und naturwissenschaftliches Format** des Protokolls überführt wird. Hier gelten Gestaltungsrichtlinien, die auf Übersichtlichkeit und Klarheit ausgerichtet sind. Formulierungen, die von Alltagswortschatz und eher mündlicher Rede geprägt sind, werden in Fachsprache und präzise Wendungen überführt. Skizzen zum Versuchsaufbau haben ein höheres Maß an Abstraktion und Symbolhaftigkeit, der Ablauf wird stichpunktartig notiert, Werte von Messungen und Beobachtungen werden in Tabellen oder Diagramme dargestellt.

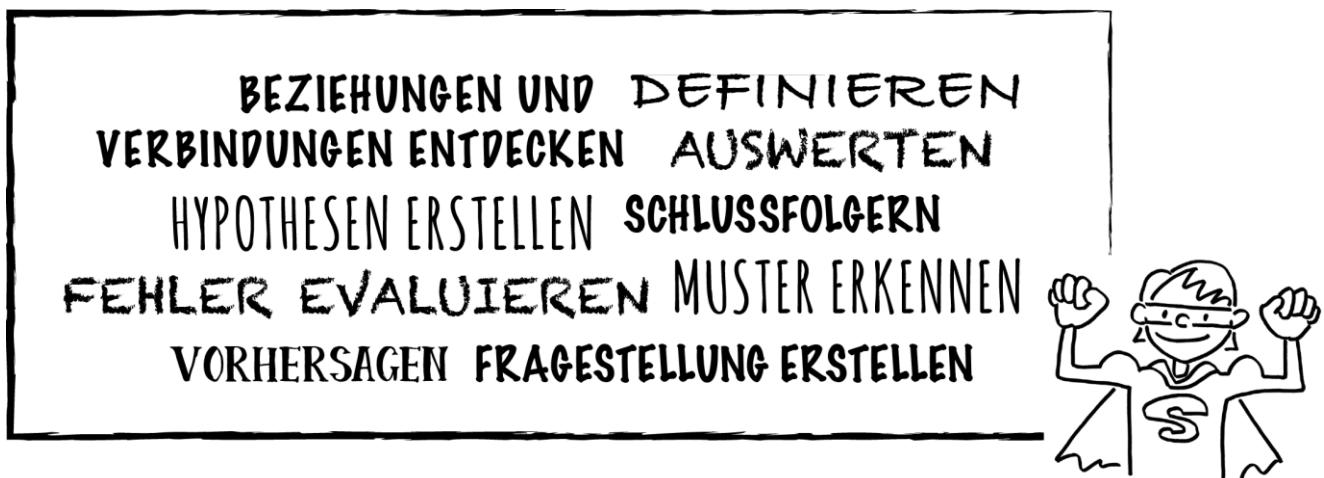


Abb. 7: Kompetenzen des forschenden Lernens bei der Strategie Reflexion

### Merke:



- In Jgst. 1-4 enthält die Reflexion verstärkt Anteile der prozessorientierten Beobachtung, Sinneswahrnehmungen und Eindrücke.
- In Jgst. 5/6 enthält die Reflexion im stärkeren Maße Abstraktion und Versachlichung.
- Die Versachlichung ist Moment der Sprachbildung.
- Die Lehrkraft gibt Impulse für den Austausch der Schülerinnen und Schüler untereinander.

## Strategie der Vertiefung



Forschen endet nicht mit der Durchführung des Experiments, sondern ist auf Austausch untereinander ausgerichtet. Das Präsentieren, das Mitteilen der eigenen Forschungsergebnisse ist ein zentraler Aspekt des Forschens und damit auch des forschenden Lernens.

Schülerinnen und Schüler sind mit unterschiedlichem Vorwissen in ihre Experimente eingestiegen. Sie haben sich mit unterschiedlichem Fokus einem Phänomen angenähert. Durch ihre Begegnungen haben sie sich von den Phänomenen ihr **eigenes Bild** gemacht (Konstruktion). Ihre Beobachtungen sind von den unterschiedlichen Perspektiven beeinflusst worden.

Durch die **Präsentation** oder **Darstellung** in der Gruppe oder dem Klassenverband wird ein Austausch im Größeren eröffnet. Dieser Austausch enthält sämtliche Sprachhandlungen – Beschreiben, Berichten, Informieren, Begründen, Argumentieren – und erfordert hierfür wiederum das sprachliche Rüstzeug. Im Austausch werden die verschiedenen Perspektiven und Ergebnisse zusammengeführt und auf diese Weise in eine gemeinsame konsensfähige Erkenntnis, Definition oder Annahme überführt (Ko-Konstruktion). Für ältere Schülerinnen und Schülern ist so die Basis, eine kontrollierte Untersuchung ableiten zu können oder ein Modell zu bilden, entstanden. Dieser Moment des Zuhörens, Nachvollziehens und Aushandelns trägt zu einem **vertieften Verständnis** der Sache bei.

Harteringer und Kolleg:innen<sup>11</sup> benennen den Moment als „**Bewährung im Austausch**“. Sie betonen, dass die Rolle der Lehrkraft eine moderierende ist. Für einen gelungenen Austausch ist es bedeutsam, dass keine schnellen richtigen Erklärungen angestrebt werden. Gerade alternative Erklärungsvorschläge müssen ausgesprochen werden können. Sie bieten das Potential für eine Auseinandersetzung mit Widersprüchen und die Ausformung von Begründungen. Schüleräußerungen verfrüht in richtig oder falsch einzuteilen, lässt das selbständige Vermuten und Formulieren von Hypothesen verstummen.

Dies ist auch der Moment durch die Lehrkraft die entsprechenden **Fachbegriffe einzuführen** und später die fachsprachlichen Wendungen und Fachbegriffe im Gespräch und den Aufzeichnungen zu etablieren.

Und dies ist auch der Moment die Erkenntnisse zu verlinken. Für einige Schülerinnen und Schüler müssen explizite Anschlüsse zum Fachwissen aufgezeigt werden. Bezüge zwischen dem erworbenen Wissen und dessen Anwendungsmöglichkeiten unterstützen die Vernetzung und Übertragung auf individuell relevante, meist alltägliche Anwendungen. Es kann Problembewusstsein und ein individueller Wertebezug entstehen. Die **Verortung des erworbenen Wissens** in Kombination mit individuellen emotionalen Bezügen trägt wiederum zu einer Vertiefung des Speicherprozesses bei.

Dem Austausch wohnen schließlich weitere bedeutende Aspekte inne: Dekonstruktion, Neukonstruktion, Anstrengungsbereitschaft, Geduld und Neugierde. Die Erfahrung, dass ein subjektives Bild von einer Sache unvollkommen oder unzutreffend ist, dass es weiterbearbeitet wird, dass man nicht starr beharren sollte, sondern flexibel oder eher dynamisch sein Bild anpassen kann, indem Perspektiven anderer mit aufgenommen werden, ist für viele Schülerinnen und Schüler eine neue Erfahrung. Sie müssen ihre Bereitschaft dazu entwickeln, sie müssen ihre Geduld ausbauen und sie müssen neugierig bleiben. Letzteres wird vor allem durch die innere Anteilnahme am Experimentieren und dem Austausch garantiert. Wird ein Experiment durch Interesse und Neugierde motiviert durchgeführt, gelingt es eine **individuelle Relevanz** und gar einen **Wertebezug** herzustellen. Kann ich meine Perspektive im Austausch einbringen, dann bin ich an dem gemeinsamen Bild einer Sache oder an einer Problemlösung interessiert.

Gelingen solche Erfahrungen im Austausch, so tragen sie zu einem vertieften Verständnis bei. Schülerinnen und Schüler werden darin befähigt, wie sie Gedanken in eine Modellvorstellung überführen können. Sie erfahren, dass Modellvorstellungen subjektiv konstruiert werden, dass sie evaluiert werden können und dass sie dynamisch angepasst werden können. Dies ist Arbeit.

<sup>11</sup> vgl. Hartinger et al. 2013



AUSTAUSCH VARIABLEN KONTROLLIEREN  
 BEZIEHUNGEN UND VERBINDUNGEN HERSTELLEN  
 STRUKTURIEREN KLASSIFIZIEREN  
 VEREINFACHEN SYSTEMATISIEREN  
 ANLEITEN PRÄSENTIEREN QUANTIFIZIEREN



Abb. 8: Kompetenzen des forschenden Lernens bei der Strategie Vertiefung

### Merke:



- Vernetzung mit Fachwissen vertieft das Wissen.
- Bezüge zur Lebenswelt vertiefen das Wissen.
- Wertebildung schafft persönliche Relevanz – Wozu das Ganze? Wo betrifft es mich?
- Klassifikation organisiert mental das Wissen. Klassifikation verankert Wissen nachhaltig.
- Mehrfache Wiedergaben im Austausch oder der Präsentation festigen das Wissen.
- Austausch und Kooperation regen Weiterentwicklung und Planung neuer Experimente/Folgeexperimente an.
- Widersprüche zu erkennen ist Zeichen von Multiperspektivität. Widersprüche auszuhalten und Konsens zu bilden sind Grundlagen für das Falsifizieren.
- Ein Modell ist das Bild des individuellen Verständnisses, des eigenen Konstrukts. Ist ein Modell veränderbar, ist auch das Denken dynamisch.

## Strategie der Schritte – Forscherkreis als didaktisches Prinzip



Der sogenannte Forscherkreis mit seiner schrittweisen Abfolge liegt dem forschenden Lernen zugrunde und bietet als festgelegte Abfolge eine konsistente Herangehensweise. Diese Abfolge als die Strategie des Lernens zu verinnerlichen ist einerseits ein Werkzeug des „Wie's“ und macht zugleich die naturwissenschaftliche Methode sichtbar.

Hierbei wird die kindliche sinnlich und emotional geprägte Auseinandersetzung in eine symbolische und naturwissenschaftliche Sicht- und Arbeitsweise überführt. Die subjektive Reflexion durch Aufzeichnen, Notieren und Versprachlichen sind eine erste Verständnisvertiefung. Die Reflexion und der Austausch in der Gruppe tragen dann zur weiteren Verständnisvertiefung bei. Der Austausch in der Gruppe bietet Raum für Scaffolding, Präsentation und für Vertextung.

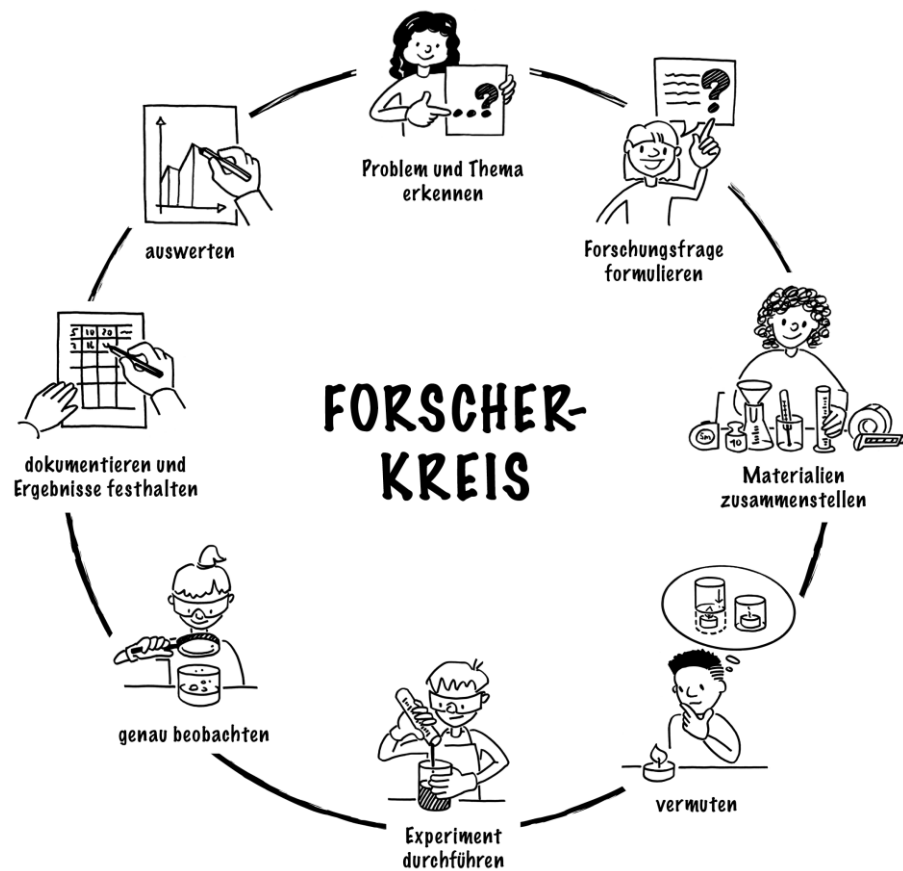


Abb. 9: Forscherkreis

### Merke:

Den Schülerinnen und Schülern wird eine Strategie vermittelt:



- wie sie in Experimenten Phänomene entdecken können,
- wie sie Wissen anschlussfähig und tiefgründig speichern können,
- wie sie forschend lernen,
- wie Lernen im Austausch stattfindet,
- wie naturwissenschaftliche Arbeitsweisen funktionieren.

## Sicherheit geht vor – Safety Card

Gerade beim Versuchen, Laborieren, Explorieren und Experimentieren im häuslichen Umfeld ohne elterliche Unterstützung muss Sicherheit doppelt so großgeschrieben werden. Es kommen daher ausschließlich nur Vorgehensweisen und Materialien von geringer Gefährdung zum Einsatz. Sprechen Sie mit den Kindern über potenziell gefährliche Materialien und erläutern Sie ihnen den sicheren Umgang mit diesen Stoffen.

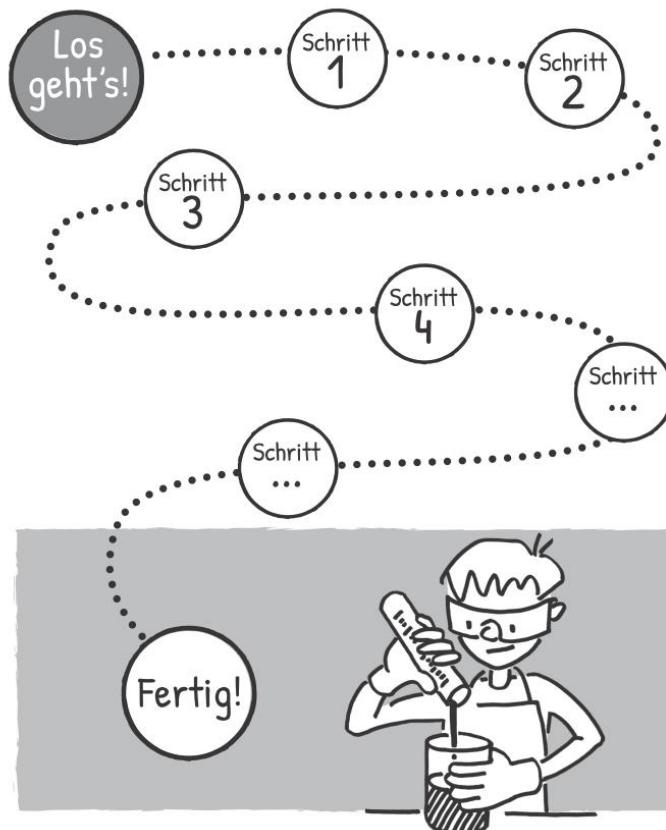


### Safety Hinweise

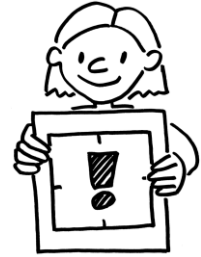


- Ich habe einen aufgeräumten Arbeitsplatz
- Während des Experiments darf ich nichts essen oder trinken.
- Wenn ich lange Haare habe, binde ich sie mir zu einem Zopf.
- Wackeln verboten – Der Versuchsaufbau muss stabil stehen.
- Ich halte bei einer Geruchsprobe nicht meine Nase über einem Gefäß.
- Ich räume meinen Tisch auf und entsorge Reste in den passenden Müll.

**Sie können die Safety – Hinweise als Karte für ihre Schülerinnen und Schüler ausdrucken!**



## Begleitinformationen zum Forscherheft



### Wie die sprachliche Reflexion die Entdeckungen vertieft

*Versuchen, Explorieren, Laborieren und Experimentieren* bieten Kindern und Jugendlichen die Möglichkeiten Erfahrungswissen aufzubauen und umfassende Vorstellungen zu entwickeln. Dies ist die Grundlage für ganzheitliche Konzepte einer Sache und damit eines Begriffs.

Durch das Untersuchen und Ausprobieren mit allen Sinnen und auch durch das Misslingen werden wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse angelegt. Zusammenhänge werden hergestellt. Kenntnisbruchstücke werden verkoppelt.

Wie riecht Erde? Wie klingt Metall? Wie kalt ist Glas? Wie schmeckt salziges Wasser?  
 Wie stark muss ich sein, um etwas anzuheben? Kann ich Schall sehen oder fühlen?  
 Wie kann ich etwas hinter meinem Rücken sehen?

In diesen Erfahrungen, in diesem Wissen liegen die Grundlagen für einen vielseitigen und reichen Wortschatz, für die Verbindung logischer Zusammenhänge mit grammatischen Wendungen im Satz und damit für das Verstehen von Texten. Und damit nicht genug: Es ist die Grundlage für die Möglichkeit sich aus Texten Wissen zu erschließen, es an seine eigenen inneren Erfahrungswelten anzuknüpfen und mit den eigenen Bildern auszumalen.

**Praktisches Tun fördert Sprachbildung.**

**Sprachliche Reflexion vertieft Wissen.**

**Praktisches Tun fördert Textverstehen.**

Eine sprachliche Reflexion zu verschiedenen Zeitpunkten und die Berücksichtigung, wie Wissen nachhaltig abgespeichert wird, kann die Tiefe der mentalen Spuren und die Festigkeit der mentalen Pfade beeinflussen. Ein einheitlicher Ablauf und das **LabBook** ermöglichen den Schülerinnen und Schülern ihren persönlichen Lernweg festzuhalten und damit ihre individuelle Ergebnissicherung. Sie können anschließend ihr Lernergebnis betrachten, darüber in Austausch gehen. Haben sie das Erlebte verstanden? Was haben sie Neues gelernt?

**Anbei der beiden Versionen des Forscherheftes *LabBook* können Sie sich die Begleitinformationen für den Einsatz der Forscherhefte auf dem Bildungsserver Berlin Brandenburg herunterladen. Sie bieten unterstützende Hintergrundinformationen für den Einsatz der Hefte als Begleitung des häuslichen Experimentierens und Unterstützung bei der Reflexion der Erfahrungen ihrer Schülerinnen und Schüler.**

# Quellen-, Bild- und Lizenznachweis

## Quellenverzeichnis

- Baumert, Jürgen. 2003. Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In: Nelson Kilius, Jürgen Kluge, Linda Reisch. Hrsg. Die Bildung der Zukunft. Frankfurt/Main: Suhrkamp, S. 100 – 150.
- Bonawitz, Elizabeth, et al. The double-edged sword of pedagogy: Instruction limits spontaneous exploration and discovery. *Cognition*, 2011, 120. Jg., Nr. 3, S. 322 – 330.
- Gopnik, Alison, Andrew Meltzoff. 1997. Words, thoughts, and theories. Mit Press.
- Grygier, Patricia, Andreas Hartinger. 2009. Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen, Berlin: Cornelsen.
- Hartinger, Andreas, Patricia Grygier, Tobias Tretter, Florian Ziegler. 2013. Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren, Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN.
- Hartinger, Andreas. 2015. Interesse entwickeln. In: Kahlert, Joachim, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske. Hrsg. Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 113 – 117.
- Hartinger, Andreas. 2020. Experimente und Versuche. In: von Reeken, Dietmar. Hrsg. Handbuch Methoden im Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider, S. 73 – 80.
- Helmer, Julia. 2009. Forschendes Lernen an Hamburger Hochschulen – Ein Überblick über Potentiale, Schwierigkeiten und Gelingensbedingungen. In: Huber, Ludwig, Julia Hellmer, Friederike Schneider. Hrsg. Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen. Bielefeld: Universitätsverlag.
- Hildebrandt, Frauke, et al. Sustained shared thinking als Interaktionsformat und das Sprachverhalten von Kindern. *Frühe Bildung*, 2016.
- Huber, Ludwig. 2009. Forschendes Lernen im Studium. In: Huber, Ludwig, Julia Hellmer, Friederike Schneider. Hrsg. Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen. Bielefeld: Universitätsverlag, S. 200 – 223.
- Plickat, Dirk. 2020. Bauen – explorativ Welt aneignen und gestalten. In: von Reeken, Dietmar. Hrsg. Handbuch Methoden im Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider, S. 31 – 41.
- Soostmeyer, Michael. 2001. Das exemplarisch-genetische-sokratische Vorgehen und die kognitive Strukturtheorie der Entwicklung des Lernens. In: Köhnlein, Walter und Helmut Schreier. Hrsg. Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 235 – 256.
- Wiebel, Hartmut. 2000. „Laborieren“ als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. In: Grundschulzeitschrift, Heft 139, S. 44 – 47.

## Bild- und Lizenznachweis

Abb. 1: Wie viel trägt die Brücke? © David Rose, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 2: Faktoren Design - Experimentierformate mit methodischem Fokus, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 3: Experimentierformate mit methodischem Fokus am Beispiel Laborieren, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 4: Kompetenzen des forschenden Lernens bei der Strategie Informationsaufnahme, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 5: Protokollfächer für den MINT-Unterricht © Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie/Siemens Stiftung 2017, Foto: Antje Skerra, CC BY-SA 4.0

Abb. 6: Internal State Terms des Experimentierens, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 7: Kompetenzen des forschenden Lernens bei der Strategie Reflexion, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 8: Kompetenzen des forschenden Lernens bei der Strategie Vertiefung, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Abb. 9: Forscherkreis, Anne Völkel, 2023, CC BY-SA 4.0

Tabelle 1: Begriffseinordnung & Systematik nach Grygier & Hartinger (2009; S.15)

[www.lisum.berlin-brandenburg.de](http://www.lisum.berlin-brandenburg.de)