Forschendes Lernen

1 Was ist forschendes Lernen?

Forschendes Lernen stellt die aktive und eigenständige Auseinandersetzung der Schüler*innen mit einem Lerngegenstand in den Mittelpunkt. Ausgangspunkt bildet in der Regel eine problemhaltige Situation, eine Beobachtung oder ein Phänomen, das einen Erkenntnisprozess anregt. Die Schüler*innen gestalten diesen Prozess, abhängig von ihren Voraussetzungen und dem Grad der pädagogischen Unterstützung, mehr oder weniger selbstständig und durchlaufen dabei zentrale Schritte wissenschaftlichen Arbeitens. Eine wichtige Rolle spielt dabei das Formulieren von Vermutungen, mit denen die Schüler*innen mögliche Erklärungen für beobachtete Phänomene entwickeln und ihr Vorwissen einbringen. Diese Vermutungen bilden eine Grundlage für die Planung und Durchführung von Untersuchungen und werden anhand der gewonnenen Daten überprüft, hinterfragt und gegebenenfalls angepasst. Im Zentrum steht somit nicht allein das eigenständige Handeln, sondern insbesondere die vertiefte kognitive Auseinandersetzung mit den untersuchten Phänomenen und den zugrunde liegenden fachlichen Konzepten. Dem Ansatz des forschenden Lernens liegt die Annahme zugrunde, dass die aktive Entwicklung, Überprüfung und Weiterentwicklung eigener Vorstellungen ein vertieftes konzeptionelles Verständnis fördern kann. Charakteristisch sind authentische Fragestellungen, die sich an realen Phänomenen orientieren. Antworten und Erklärungen werden nicht vorgegeben, sondern auf der Grundlage eigener Untersuchungen und der systematischen Auswertung von Daten entwickelt.

> *„Insgesamt zeigt sich, dass forschendes Lernen übertragbare Fähigkeiten des kritischen Denkens erzeugt, ebenso wie bedeutsame Vorteile im Wissensgebiet, eine verbesserte Leistung und eine verbesserte Einstellung gegenüber dem Unterrichtsfach“ (Hattie, 2013, S. 248).*
>
> Hattie, J. (2013). Lernen sichtbar machen. Schneider Verlag: Hohengehren u. Baltmannsweiler

2 Der Forschungskreislauf als Orientierung für das forschende Lernen

Der Forschungskreislauf strukturiert den Erkenntnisprozess beim forschenden Lernen und bietet den Schüler*innen eine Orientierung für die Planung, Durchführung und Auswertung eigener Untersuchungen. Er umfasst die fünf Schritte Fragen, Vermuten, Machen, Beobachten und Berichten, die aufeinander aufbauen und miteinander verknüpft sind.



Abbildung 1: Forschungskreislauf

Dr. Matthias Hoesli, MINT-Berufswelten - ph-gendersensibilisierung.ch



Ausgehend von einer Beobachtung, einem Phänomen oder einer problemhaltigen Situation wird eine **Forschungsfrage** formuliert. Diese soll möglichst klar und eingegrenzt sein, sodass sie durch eine eigenständige Untersuchung oder ein Experiment beantwortet werden kann. Im Mittelpunkt steht somit die Entwicklung einer überprüfbaren Fragestellung, die den weiteren Forschungsprozess leitet.



Die Schüler*innen entwickeln mögliche Antworten auf die Forschungsfrage, sie **vermuten**. Dabei greifen sie auf ihr Vorwissen, ihre bisherigen Erfahrungen und eigene Vorstellungen zurück. Entscheidend ist, dass die Vermutung nicht nur formuliert, sondern auch begründet wird. Sie kann beispielsweise als «Wenn ..., dann ...»- oder «Je ..., desto ...»-Aussage ausgedrückt werden. Die Vermutung bildet eine wichtige Grundlage für die anschliessende Untersuchung, da sie festlegt, welche Annahme überprüft werden soll.



Die Schüler*innen überlegen, wie sie ihre Vermutungen überprüfen können. Dazu **planen** sie, die benötigten Materialien, legen den Versuchsaufbau und die einzelnen Arbeitsschritte fest und entscheiden, was beobachtet oder gemessen werden soll. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Frage, welche Bedingungen verändert werden und welche gleich bleiben müssen, damit aussagekräftige Ergebnisse entstehen. Zudem wird überlegt, ob Wiederholungen notwendig sind und wie die Ergebnisse dokumentiert werden sollen. Anschliessend wird die Untersuchung entsprechend der Planung **durchgeführt**.



Die Schüler*innen **beobachten** gezielt auf Veränderungen, Unterschiede und Zusammenhänge, die für ihre Forschungsfrage relevant sind. Je nach Untersuchung nutzen sie ihre Sinne oder geeignete Messinstrumente. Die Beobachtungen und Messwerte werden möglichst genau **dargestellt**, beispielsweise in Form von Tabellen, Zeichnungen, Fotos, Diagrammen oder schriftlichen Beschreibungen. Dabei ist es wichtig, zwischen dem tatsächlich Beobachteten und möglichen Erklärungen zu unterscheiden.



Die Schüler*innen werten ihre Beobachtungen und Messwerte aus, vergleichen diese mit ihrer ursprünglichen Vermutung und formulieren eine begründete Antwort auf die Forschungsfrage (**auswerten**). Dabei setzen sie sich auch mit Ergebnissen auseinander, die ihren Erwartungen widersprechen. Sie reflektieren, ob die Untersuchung eine ausreichende Grundlage für ihre Schlussfolgerungen bietet und welche Schwierigkeiten oder Unsicherheiten aufgetreten sind. Anschliessend halten sie ihre Erkenntnisse fest und teilen diese mit anderen (**berichten**). Aus den Ergebnissen können neue Fragen entstehen, die einen weiteren Forschungsprozess anstossen.

Der Forschungskreislauf verdeutlicht damit, dass forschendes Lernen über das blosse Durchführen von Experimenten hinausgeht. Im Zentrum steht die Verknüpfung von Fragen, begründeten Vermutungen, systematischen Untersuchungen und der datenbasierten Entwicklung von Erkenntnissen. Die einzelnen Schritte können je nach Lernvoraussetzungen und Grad der Offenheit unterschiedlich stark durch die Lehrperson vorstrukturiert oder von den Schüler*innen selbstständig gestaltet werden.

3 Forschendes Lernen schrittweise aufbauen

Die Schüler*innen müssen schrittweise an das forschende Lernen herangeführt werden. Dabei lernen sie zentrale Schritte wissenschaftlichen Arbeitens kennen und erfahren «Forschen» als einen Prozess. die vier Stufen des forschenden Lernens (bestätigend, strukturiert, geführt, offen) bieten eine Orientierung, um die Schüler*innen von einem stark durch die Lehrperson gesteuerten Vorgehen zunehmend an eigenständiges Forschen heranzuführen. Die vier Stufen eignen sich zudem zur Differenzierung entsprechend den individuellen Kompetenzen der Schüler*innen.

	Bestätigendes forschendes Lernen	Strukturiertes forschendes Lernen	Geführtes forschendes Lernen	Offenes forschendes Lernen
	Frage durch LP vorgegeben	Frage durch LP vorgegeben	Frage durch LP vorgegeben	SuS formulieren eigene Frage
	Vermutung durch LP vorgegeben	SuS formulieren eigene Vermutung zur Frage	SuS formulieren eigene begründete Vermutung	SuS formulieren eigene begründete Vermutung
	Anleitung durch LP vorgegeben	Anleitung durch LP vorgegeben	SuS erstellen eigene Planung	SuS erstellen eigene Planung
	Kriterien durch LP vorgegeben	SuS erstellen eigene Auswertung	SuS erstellen eigene Erfassung und Auswertung	SuS erstellen eigene Erfassung und Auswertung
	SuS überprüfen vorgegebene Deutung	SuS formulieren eigene Schlussfolge-rung	SuS formulieren eigene Schlussfol-gerung und Reflexion	SuS formulieren eigene Schluss-folgerung, Refle-xion und neue Fragen

Abbildung 2: vier Stufen forschenden Lernens

Beim **bestätigenden forschenden Lernen** sind sowohl die Fragestellung als auch das Untersuchungsverfahren und das erwartete Ergebnis durch die Lehrperson vorgegeben. Die Schüler*innen führen die Untersuchung anhand einer klaren Anleitung durch und überprüfen dabei bereits bekannte Zusammenhänge, Gesetzmässigkeiten oder Theorien. Im Vordergrund stehen das Kennenlernen wissenschaftlicher Arbeitsweisen und das Nachvollziehen fachlicher Zusammenhänge.

Beim **strukturierten forschenden Lernen** gibt die Lehrperson die Fragestellung und das Untersuchungsverfahren vor. Die Schüler*innen führen die Untersuchung selbstständig durch, werten die erhobenen Daten aus und entwickeln darauf aufbauend eigene Erklärungen. Dabei setzen sie sich mit den Ergebnissen auseinander und ziehen begründete Schlussfolgerungen. Der Erkenntnisprozess ist somit weitgehend vorstrukturiert, während die Interpretation der Ergebnisse in der Verantwortung der Lernenden liegt.

Beim **geführten forschenden Lernen** gibt die Lehrperson die Fragestellung vor, während die Schüler*innen das weitere Vorgehen weitgehend selbstständig gestalten. Sie entwickeln Vermutungen, planen geeignete Untersuchungen und wählen Methoden, mit denen sie ihre Vermutungen überprüfen können. Anschliessend werten sie die erhobenen Daten aus, interpretieren die Ergebnisse und leiten daraus begründete Schlussfolgerungen ab. Die Lehrperson begleitet und unterstützt den Erkenntnisprozess bei Bedarf.

Beim **offenen forschenden Lernen** gestalten die Schüler*innen den gesamten Erkenntnisprozess weitgehend eigenständig. Ausgehend von eigenen Beobachtungen oder Interessen, entwickeln sie Forschungsfragen, formulieren Vermutungen und planen geeignete Untersuchungen zu deren Überprüfung. Sie wählen die Methoden selbstständig aus, erheben und analysieren Daten und entwickeln auf dieser Grundlage begründete Erklärungen. Die Lehrperson übernimmt vorwiegend eine begleitende und beratende Funktion, während die Verantwortung für den Forschungsprozess weitgehend bei den Lernenden liegt.

4 Vier exemplarische Unterrichtsbeispiele zu den Stufen des forschenden Lernens

Die folgenden vier Unterrichtsbeispiele zeigen, wie sich die unterschiedlichen Stufen des forschenden Lernens konkret im Unterricht umsetzen lassen. Jedes Beispiel basiert auf einem anderen Experiment und orientiert sich am obigen Forschungskreislauf. Der zentrale Unterschied zwischen den Stufen liegt nicht in den fünf Forschungsschritten selbst, sondern darin, wer die Entscheidungen innerhalb dieser Schritte trifft und diese gestaltet. Mit zunehmender Offenheit übernehmen die Schüler*innen mehr Verantwortung für die Fragestellung, die Entwicklung von Vermutungen, die Untersuchungsplanung und die Interpretation der Ergebnisse.

4.1 Bestätigendes forschendes Lernen



Was schwimmt, was sinkt?		**Die Schüler*innen überprüfen anhand einer vorgegebenen Anleitung, welche Gegenstände schwimmen und welche sinken. Die erwarteten Ergebnisse sind bereits bekannt. Die Schüler*innen lernen den Forschungskreislauf kennen und üben grundlegende Arbeitstechniken wie das systematische Beobachten und Dokumentieren. Die Entscheidungen über Fragestellung, Vorgehen und erwartete Ergebnisse liegen bei der Lehrperson.**
	Frage durch LP vorgegeben	Die Lehrperson stellt die Forschungsfrage: «Welche der folgenden Gegenstände schwimmen im Wasser und welche sinken: Holzklötzchen, Steinchen, Büroklammer und Plastikdeckel?» Die Schüler*innen übernehmen diese Frage in ihren Forschungskreislauf. Die zu untersuchenden Gegenstände sind festgelegt.
	Vermutung durch LP vorgegeben	Die Lehrperson gibt die zu überprüfende Vermutung vor: «Holzklötzchen und Plastikdeckel schwimmen. Steinchen und Büroklammer sinken.» Die Schüler*innen besprechen, was diese Aussage bedeutet und woran sie erkennen können, ob sie zutrifft. Sie entwickeln keine eigene Vermutung, sondern überprüfen eine bereits formulierte Aussage.
	Anleitung durch LP vorgegeben	Die Lehrperson stellt ein Wassergefäss und die vier Gegenstände bereit. Die Schüler*innen erhalten folgende Arbeitsanweisung: Fülle das Gefäss mit Wasser. Lege das Holzklötzchen vorsichtig auf die Wasseroberfläche. Beobachte, ob es schwimmt oder sinkt. Wiederhole den Vorgang mit dem Steinchen, der Büroklammer und dem Plastikdeckel. Die Reihenfolge und die Vorgehensweise sind vollständig vorgegeben.
	Kriterien durch LP vorgegebene	Die Schüler*innen halten für jeden Gegenstand fest, ob er schwimmt oder sinkt. Dazu verwenden sie eine vorbereitete Tabelle mit den Spalten «Gegenstand» und «schwimmt/sinkt». Es ist genau festgelegt, welche Beobachtungen dokumentiert werden.
	SuS überprüfen vorgegebene Deutung	Die Schüler*innen vergleichen ihre Beobachtungen mit der vorgegebenen Vermutung. Die Lehrperson stellt eine passende Schlussfolgerung bereit, beispielsweise: «Das Holzklötzchen und der Plastikdeckel schwimmen. Das Steinchen und die Büroklammer sinken.» Die Schüler*innen prüfen, ob ihre Beobachtungen mit dieser Aussage übereinstimmen, und berichten darüber.

4.2 Strukturiertes forschendes Lernen



Wo löst sich Zucker schneller auf?		**Die Schüler*innen untersuchen nach einer vorgegebenen Methode, welchen Einfluss die Wassertemperatur auf die Auflösungsgeschwindigkeit von Zucker hat. Die Ergebnisse interpretieren sie selbstständig. Die Schüler*innen lernen, vorgegebene Untersuchungen durchzuführen, Daten auszuwerten und daraus eigenständig Schlussfolgerungen abzuleiten.**
fragen	Frage durch LP vorgegeben	Die Lehrperson stellt die Forschungsfrage: «Löst sich Zucker in warmem oder in kaltem Wasser schneller auf?» Die Schüler*innen übernehmen die Frage und klären gemeinsam, was mit «schneller auflösen» gemeint ist.
vermuten	SuS formulieren eigene Vermutung zur Frage	Die Schüler*innen formulieren zunächst eine eigene Vermutung, beispielsweise: «Ich vermute, dass sich Zucker in warmem Wasser schneller auflöst, weil sich dort alles schneller vermischt.» Die Lehrperson sammelt die Vermutungen, ohne sie zu bewerten. Die Forschungsfrage und die zu vergleichenden Bedingungen bleiben vorgegeben.
machen	Anleitung durch LP vorgegeben	Die Lehrperson stellt zwei gleiche Gläser, kaltes und warmes Wasser, Zucker, Teelöffel und eine Stoppuhr bereit. Die Schüler*innen erhalten eine genaue Anleitung: Fülle zwei gleiche Gläser mit jeweils 100 ml Wasser, eines mit kaltem und eines mit warmem Wasser. Gib gleichzeitig in jedes Glas einen gestrichenen Teelöffel Zucker. Rühre in beiden Gläsern gleich schnell und gleich oft. Miss jeweils die Zeit, bis keine Zuckerkristalle mehr sichtbar sind. Die Lehrperson erläutert, weshalb Wassermenge, Zuckermenge und Rührbewegungen gleichbleiben müssen. Die Schüler*innen führen den Versuch selbstständig nach Anleitung durch.
beobachten	SuS erstellen eigene Auswertung	Die Schüler*innen tragen die gemessenen Zeiten in eine vorbereitete Tabelle ein. Anschliessend vergleichen sie die beiden Messwerte. Sie stellen fest, in welchem Glas sich der Zucker schneller aufgelöst hat, und überprüfen, ob ihre ursprüngliche Vermutung mit den Beobachtungen übereinstimmt.
berichten	SuS formulieren eigene Schlussfolgerung	Die Schüler*innen formulieren selbstständig eine Antwort auf die Forschungsfrage. Sie begründen diese anhand ihrer Messwerte, beispielsweise: «Im warmen Wasser waren nach 35 Sekunden keine Zuckerkristalle mehr sichtbar, im kalten Wasser erst nach 70 Sekunden. In unserem Versuch hat sich der Zucker deshalb im warmen Wasser schneller aufgelöst.» Anschliessend vergleichen sie ihre Schlussfolgerung mit der ursprünglichen Vermutung und diskutieren mögliche Abweichungen zwischen den Gruppen.

4.3 Geführtes forschendes Lernen



Wo rollt ein Auto am weitesten?		**Die Schüler*innen übernehmen Verantwortung für die Untersuchungsplanung und die Wahl geeigneter Methoden. Sie lernen, wie sich Vermutungen durch systematische und möglichst faire Vergleiche überprüfen lassen. Die Lehrperson gibt die Forschungsfrage vor und begleitet den Prozess beratend.**
fragen	Frage durch LP vorgegeben	Die Lehrperson präsentiert ein Spielzeugauto, eine Rampe und verschiedene Untergründe, beispielsweise einen glatten Boden, ein Handtuch und Schmirgelpapier. Anschliessend stellt sie die Forschungsfrage: «Auf welchem Untergrund rollt das Auto am weitesten?» Die Schüler*innen besprechen, was untersucht werden soll und wie sich die Rollstrecke bestimmen lässt.
vermuten	SuS formulieren eigene begründete Vermutung	Die Schüler*innen formulieren eigene Vermutungen und begründen diese anhand ihrer bisherigen Erfahrungen. Eine mögliche Vermutung lautet: «Ich vermute, dass das Auto auf dem glatten Boden am weitesten rollt, weil es dort weniger gebremst wird.» Andere Schüler*innen könnten annehmen, dass das Auto auf dem Handtuch schneller zum Stillstand kommt. Die Vermutungen werden schriftlich festgehalten und dienen als Ausgangspunkt für die Untersuchungsplanung.
machen	SuS erstellen eine Planung	Die Lehrperson stellt die Materialien bereit, gibt jedoch keine Schritt-für-Schritt-Anleitung vor. Die Schüler*innen überlegen in Gruppen, wie sie ihre Vermutungen überprüfen können. Dabei müssen sie unter anderem folgende Fragen klären: • Wie bringen wir das Auto bei jedem Versuch unter vergleichbaren Bedingungen ins Rollen? • Wie messen wir die zurückgelegte Strecke? • Was muss bei allen Versuchen gleichbleiben? • Wie oft sollten wir den Versuch wiederholen? Die Gruppen entwickeln einen Untersuchungsplan, den sie vor der Durchführung mit der Lehrperson besprechen. Beispielsweise entscheiden sie, eine Rampe mit festem Startpunkt zu verwenden, das Auto ohne Anschubsen loszulassen und die Rollstrecke auf drei verschiedenen Untergründen jeweils dreimal zu messen. Die Lehrperson unterstützt bei Bedarf durch gezielte Fragen, ohne den Lösungsweg vorzugeben.
beobachten	SuS erstellen eigene Erfassung und Auswertung	Die Schüler*innen führen ihre geplanten Untersuchungen durch und dokumentieren die gemessenen Rollstrecken. Sie entscheiden selbst, wie sie ihre Ergebnisse übersichtlich darstellen, beispielsweise in einer Tabelle oder einem Säulendiagramm. Anschliessend vergleichen sie die Messwerte und untersuchen, ob sich ein Zusammenhang zwischen dem Untergrund und der Rollstrecke erkennen lässt.
berichten	SuS formulieren eigene Schlussfolgerung und Reflexion	Die Schüler*innen beantworten die Forschungsfrage anhand ihrer Ergebnisse und überprüfen ihre ursprünglichen Vermutungen. Sie erläutern, auf welchem Untergrund das Auto am weitesten gerollt ist und welche Beobachtungen ihre Schlussfolgerung stützen. Zudem reflektieren sie die Qualität ihrer Untersuchung: «War unser Vergleich fair?», «Welche Schwierigkeiten sind aufgetreten?» und «Was würden wir bei einer Wiederholung verändern?» Die Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse und vergleichen unterschiedliche Vorgehensweisen.

4.4 Offenes forschendes Lernen



Wovon hängt es ab, wie schnell ein Fallschirm zu Boden sinkt?		**Die Schüler*innen gestalten den Forschungsprozess weitgehend eigenständig. Sie entwickeln überprüfbare Forschungsfragen, formulieren begründete Vermutungen, planen Untersuchungen und interpretieren ihre Ergebnisse. Die Lehrperson schafft geeignete Rahmenbedingungen und unterstützt bei fachlichen, methodischen oder sicherheitsrelevanten Schwierigkeiten.**
	SuS formulieren eigene Frage	Die Lehrperson zeigt einen einfachen Fallschirm, der langsam zu Boden sinkt, und stellt Materialien wie Folie, Schnüre, Papier und kleine Gewichte bereit. Sie gibt keine Forschungsfrage vor, sondern regt die Schüler*innen dazu an, das Phänomen zu beobachten und eigene Fragen zu entwickeln. Mögliche Forschungsfragen der Schüler*innen sind: «Fällt ein grosser Fallschirm langsamer als ein kleiner?», «Welche Rolle spielt das Gewicht?» oder «Was passiert, wenn die Schnüre unterschiedlich lang sind?». Die Schüler*innen wählen eine eigene Frage aus und überlegen, ob und wie sie diese mit den vorhandenen Materialien untersuchen können. Die Lehrperson unterstützt gegebenenfalls bei der Eingrenzung auf eine überprüfbare Fragestellung.
	SuS formulieren eigene begründete Vermutungen	Ausgehend von ihrer Forschungsfrage formulieren die Schüler*innen eine begründete Vermutung. Eine Gruppe, die den Einfluss der Fallschirmgrösse untersucht, könnte beispielsweise vermuten: «Je grösser die Fläche des Fallschirms ist, desto langsamer fällt er, weil die Luft ihn stärker abbremst». Eine andere Gruppe könnte untersuchen, ob ein schwereres Gewicht die Fallgeschwindigkeit verändert. Die Schüler*innen halten ihre Vermutungen fest und überlegen, welche Beobachtungen dafür oder dagegen sprechen würden.
	SuS erstellen eigene Planung	Die Schüler*innen entwickeln einen eigenen Untersuchungsplan. Sie wählen geeignete Materialien, bauen ihre Fallschirme und legen fest, welche Bedingungen sie verändern und welche sie konstant halten möchten. Eine Gruppe könnte beispielsweise zwei unterschiedlich grosse Fallschirme aus demselben Material herstellen, an beiden gleich schwere Gewichte befestigen und sie aus derselben Höhe fallen lassen. Eine andere Gruppe könnte Fallschirme mit unterschiedlichen Gewichten untersuchen. Die Schüler*innen entscheiden selbst, wie sie die Fallzeit messen, wie viele Wiederholungen sinnvoll sind und wie sie ihre Ergebnisse dokumentieren. Vor der Durchführung prüfen sie gemeinsam mit der Lehrperson, ob ihre Planung sicher und durchführbar ist. Die Fallversuche erfolgen aus einer sicheren Höhe.
	SuS erstellen eigene Erfassung und Auswertung	Die Schüler*innen führen ihre Untersuchungen durch, halten Beobachtungen und Messwerte fest und wählen eine geeignete Darstellungsform. Sie vergleichen ihre Ergebnisse mit den ursprünglichen Vermutungen und suchen nach möglichen Erklärungen. Treten unerwartete Ergebnisse auf, überlegen sie, woran dies liegen könnte. Bei Bedarf verändern sie ihre Versuchsanordnung und führen weitere Untersuchungen durch.
	SuS formulieren eigene Schlussfolgerungen, Reflexion und neue Fragen	Die Schüler*innen präsentieren ihre Forschungsfrage, ihre ursprüngliche Vermutung, das gewählte Vorgehen und die gewonnenen Ergebnisse. Sie erläutern, welche Schlussfolgerungen sich aus ihren Beobachtungen ziehen lassen, und welche Fragen offenbleiben. Beispielsweise könnte eine Gruppe berichten: «Unser grosser Fallschirm brauchte bei den meisten Versuchen länger bis zum Boden als der kleine. Das passt zu unserer Vermutung. Wir möchten als Nächstes herausfinden, ob das auch mit einem schwereren Gewicht funktioniert». Die Ergebnisse können als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dienen. Damit wird der zyklische Charakter des Forschungsprozesses besonders deutlich.