

Jenna Koenen

II. Gestaltung von Experimentiersituationen – Wahl verschiedener Öffnungsgrade

1. Gestaltungsmöglichkeiten von Experimentiersituationen

Im vorangegangenen Beitrag zur Förderung im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung wurden bereits die von Herron (1971) vorgeschlagenen Grade der Öffnung eines Experiments kurz thematisiert. Er unterscheidet zwischen vollständig offenen Experimenten, geführten Experimenten, vorstrukturierten Experimenten und Bestätigungsexperimenten, die nach Bell et al. (2005) vollständig geschlossen gestaltet sind (vgl. Abbildung I.2). Diese vier Arten des Experiments unterscheiden sich durch das Vorhandensein bzw. Fehlen einer Fragestellung, des Vorgehens oder der Lösung (siehe Kapitel I). Fragen, die sich stellen, sind, ob es nicht auch innerhalb eines geführten Experiments (Fragestellung gegeben, Vorgehen offen, Lösung offen) verschiedene Öffnungsgrade geben kann und wie sich diese in ihrer Form gestalten lassen.

Eine weitere Frage, die man sich stellen muss, wenn man Experimente im Unterricht einsetzt, ist, auf welcher Ebene diese eigentlich thematisiert werden sollen. Soll der Fokus allein auf der fachinhaltlichen Auswertung des Experiments liegen oder soll auch der Lösungsweg im Sinne des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens thematisiert werden? In Abhängigkeit von dieser Entscheidung steht dann auch die Wahl des entsprechenden Lernmaterials. Als eine mögliche Unterstützungsmöglichkeit bei der Entscheidung zur Gestaltung der Experimentiersituation kann Abbildung II.1 dienen. Diese Abbildung visualisiert die Öffnungsgrade der Experimentiersituation bezüglich der beiden Ebenen, durch aus deren Perspektive ein Experiment betrachtet werden kann.

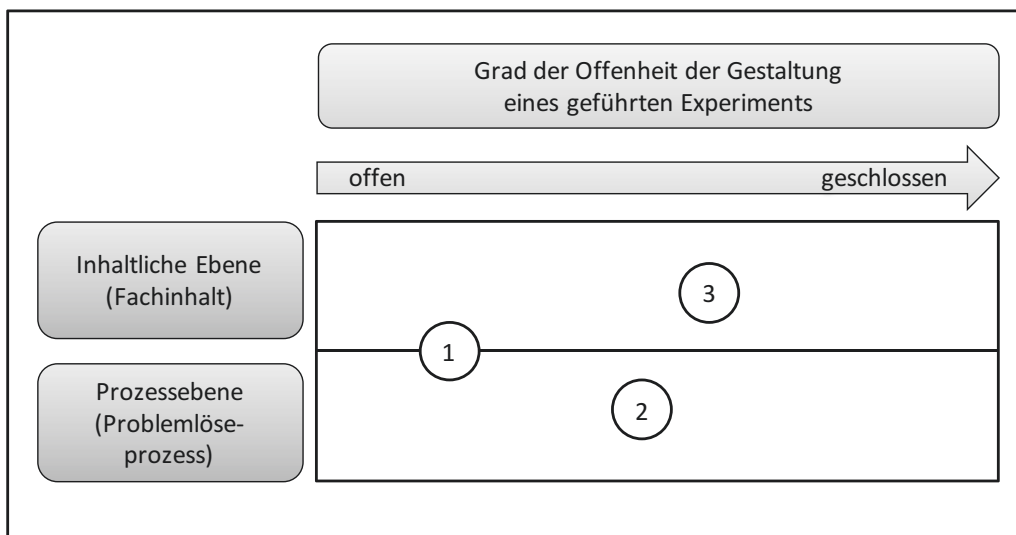


Abbildung II.1:
Zusammenhang zwischen dem Grad der Offenheit der Gestaltung eines geführten Experiments (vgl. Bell et al., 2005; Herron, 1971) und den beiden Ebenen, auf denen eine Betrachtung des Experiments möglich ist

1.1 Öffnungsgrade innerhalb des geführten Experiments

Ein geführtes Experiment zeichnet sich dadurch aus, dass lediglich die Fragestellung gegeben ist, das Vorgehen zur Lösung der Fragestellung jedoch ist offen (Bell et al., 2005). In Abbildung II.1 wird diese Situation durch die Nummer 1 markiert. In der Bearbeitung der Aufgabenstellung sind die Schülerinnen und Schüler völlig frei und sie erhalten kein Unterstützungsangebot. Eine solche Art von Experimentiersituation setzt einen relativ hohen Grad an Vorwissen ebenso voraus wie ausgepräg-

te experimentelle Fähigkeiten. Zwar ist es tendenziell auch möglich, allein durch ‚Trial and Error‘ zum Ziel zu gelangen, jedoch ist dies in der Regel nicht das gewünschte Vorgehen und darüber hinaus erweist sich dieser Weg selten als effizient. Hypothesen-geleitetes Experimentieren wäre im Sinne des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung ein geeignetes Vorgehen bei der Bearbeitung einer solchen Aufgabe. Je weniger Schülerinnen und Schüler über Vorwissen und Vorerfahrungen verfügen, desto stärker sind sie auf Unterstützungsangebote angewiesen, um die Aufgabe kompetenzorientiert bearbeiten zu können. Dies bedeutet nicht, dass ihnen direkt das gesamte Vorgehen im Sinne eines vollkommen geschlossenen Vorgehens (z. B. im Rahmen einer Kochbuchanleitung) zur Verfügung gestellt werden muss. Dabei würde es sich nach Herron (1971) dann um ein vorstrukturiertes Experiment handeln.

Es gibt jedoch die Möglichkeit, den Öffnungsgrad zwischen diesen beiden Polen (kein Unterstützungsangebot vs. Vorgabe des Lösungsweges) beliebig zu verschieben. Dies wird anhand Nummern 2 und 3 in der Abbildung II.1 deutlich. Die Verschiebung nach rechts (stärker geschlossen) oder links (stärker geöffnet) erfolgt über die Gestaltung der Hilfestellungen, die den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt werden. Auch bei der Unterstützung durch Hilfestellungen sind die Schülerinnen und Schüler in der Bearbeitung der Aufgabenstellung im Grunde völlig frei, sie können selbstständig darüber entscheiden, welche Hilfestellung sie in welcher Form nutzen möchten. Eine Möglichkeit zur Unterstützung in der Strukturierung des Vorgehens sind Hilfekarten. Einige werden exemplarisch in Kapitel III dieses Heftes genauer vorgestellt. Eine weitere Möglichkeit zur Unterstützung ist die Nutzung von Protokollvorlagen. Diese ermöglichen den Schülerinnen und Schülern die Strukturierung ihres Arbeitsprozesses. Eine solche Protokollvorlage kann darüber hinaus Hinweise zur Bearbeitung der Aufgabenstellung geben, sodass der Grad der Offenheit der Aufgabe ein wenig reduziert wird.

1.2. Verschiedene Ebenen der Betrachtung eines Experiments

Neben der Offenheit der Gestaltung des Vorgehens bei der Lösung einer Aufgabe ist auch relevant, auf welcher Ebene die Betrachtung der Aufgabe erfolgen soll. Für Schülerinnen und Schüler ist es häufig sehr schwierig, zwischen der Ebene fachinhaltlichen Lernens und einer Prozessebene zu unterscheiden, die sich problemlösendem Lernen durch naturwissenschaftlich-experimentelle Arbeitsweisen widmet. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass diese Ebenen miteinander verknüpft sind.

Des Weiteren ist das Experiment in der Regel ein zentraler und spezifischer Schritt im Unterrichtsprozess und daher eng mit dem Lernerfolg verknüpft (vgl. Tesch & Duit, 2004). In experimentorientierten Lernprozessen müssen Schülerinnen und Schüler nach Tesch und Duit (2004) zirkelhaft den Bezug zwischen einem Experiment und seiner konzeptuellen Basis erschließen (siehe Abbildung II.2). Aus dem Experiment werden inhaltliche Zusammenhänge abgeleitet und aus den Zusammenhängen werden andererseits neue Hypothesen generiert, die in Experimenten überprüft werden.

Zum Erlernen von Inhalten aus dem Bereich Erkenntnisgewinnung ist es notwendig, diese Inhalte explizit zu thematisieren und die Prozessebene bewusst zu fokussieren. Dies kann über Hilfekarten, Protokollvorlagen oder in der abschließenden Besprechung des Experiments im Rahmen des Unterrichts geschehen.

Der Fokus der Auswertung des Experiments kann entweder nur auf eine der beiden Ebenen oder aber auch auf beide Ebenen gelegt werden. Im Rückbezug zur Gestaltung von Experimentiersituationen bedeutet dies, dass die in Abbildung II.1 dargestellten Kreise in ihrer Höhe verschiebbar sind je nachdem, wo der Fokus des Experiments liegen soll (1: Fokus auf beiden Ebenen, 2: Fokus auf der Prozessebene, 3: Fokus auf der fachinhaltlichen Ebene). Die enge Verknüpfung dieser beiden Ebenen verdeutlicht auch, dass es

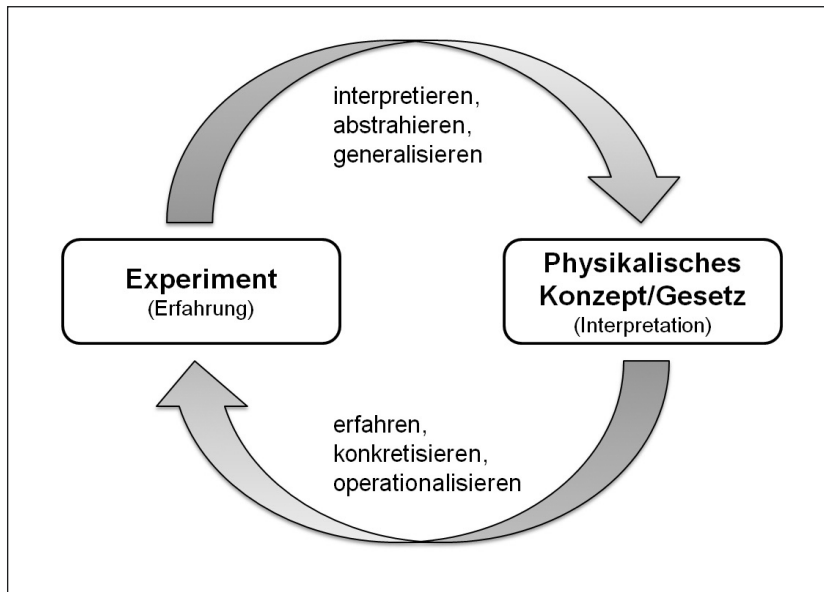


Abbildung II.2:
Zusammenhang zwischen
Experiment und Fachwissen
(adaptiert nach Tesch &
Duit, 2004, S. 53)

sehr gut möglich ist, beide miteinander zu kombinieren, sodass die Thematisierung des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung im Unterricht nicht notwendigerweise zu Lasten des Anteils an zu erlernenden Fachinhalten gehen muss.

2. Beispiele zur Gestaltung von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad

Im Folgenden sollen einige Beispiele zur Gestaltung einer Experimentiersituation mit unterschiedlichem Fokus auf die beiden Ebenen (fachinhaltliche Ebene, Prozessebene) und mit unterschiedlichem Öffnungsgrad dargestellt werden.

2.1 Mittlerer Öffnungsgrad mit Fokus auf den Erkenntnisgewinnungsprozess

Ein Beispiel für eine Experimentiersituation mit einer gegebenen Aufgabenstellung und einem geringen bis mittleren Grad an Offenheit bei der Lösung der Aufgabenstellung liegt vor, wenn die Schülerinnen und Schüler eine Experimentierbox erhalten, die verschiedene Materialien enthält und eine Aufgabenstellung, in der ein Problem beschrieben wird, welches gelöst werden soll. Der Fokus bei der Bearbeitung der Aufgabe soll dabei primär auf der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung liegen. Ein mögliches Ziel dieser Stunde ist: Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit dem naturwissenschaftlichen Problemlöseprozess auseinandersetzen, ihn durchlaufen und reflektieren. Ein solches Ziel setzt voraus, dass der Prozess den Schülerinnen und Schülern zumindest in seinen Grundzügen bereits bekannt ist. Ein Training zum Erlernen dieses Prozesses mit Fokus auf wesentliche Elemente wurde bereits in Kapitel I kurz thematisiert. Die zusätzlichen Hilfestellungen, die die Schülerinnen und Schüler während der Bearbeitung der Aufgabe erhalten, sollten den vereinfachten Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung anleiten (Findung einer Idee, Planung und Durchführung eines Experiments, Ziehen einer Schlussfolgerung (vgl. Klos, Henke, Kieren, Walpuski & Sumfleth, 2008)). Eine Möglichkeit der Unterstützung besteht darin, eine Strukturierungshilfe in Form eines Flussdiagrammes zur Verfügung zu stellen, die den Prozess veranschaulicht (vgl. Ab-

Abbildung II.3:
Ausschnitt aus einer
Protokollvorlage,
die den Prozess der
naturwissenschaftlichen
Erkenntnisgewinnung
fokussiert (nach Emden,
2011)

Das machen wir gerade	
 Wir fragen uns gerade:	
 Wir haben gerade diese Idee:	
 Wir führen gerade diesen Versuch durch:	
 Wir können gerade sehen, dass ...	
 Wir haben gerade DAS herausgefunden:	

bildung I.3). Eine weitere Möglichkeit könnte eine Protokollvorlage sein, die die einzelnen Prozessschritte fokussiert. Wie detailliert diese Protokollvorlage gestaltet ist, hängt von den individuellen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler ab. Ein mögliches Beispiel für die Strukturierung einer solchen Vorlage findet sich in Abbildung II.3. Bei der abschließenden Besprechung sollte der Fokus der Auswertung entsprechend auf den Prozess und damit auf das Vorgehen der Schülerinnen und Schüler gelegt werden (Welche Idee hattet ihr?, Wie sah euer Experiment aus?, Warum habt ihr es so geplant, wie ihr es geplant habt?, u. ä.). Sollte eine Besprechung im Unterricht nicht möglich sein, so kann alternativ auch eine Lösungskarte verwendet werden, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, ihre Lösung mit der prozessbezogenen Karte abzugleichen. Ein Beispiel für die Gestaltung einer solchen Karte findet sich in Abbildung II.4. Sie erlaubt es den Schülerinnen und Schülern noch einmal rückblickend ihren Lösungsprozess nachzuvollziehen und zu reflektieren.

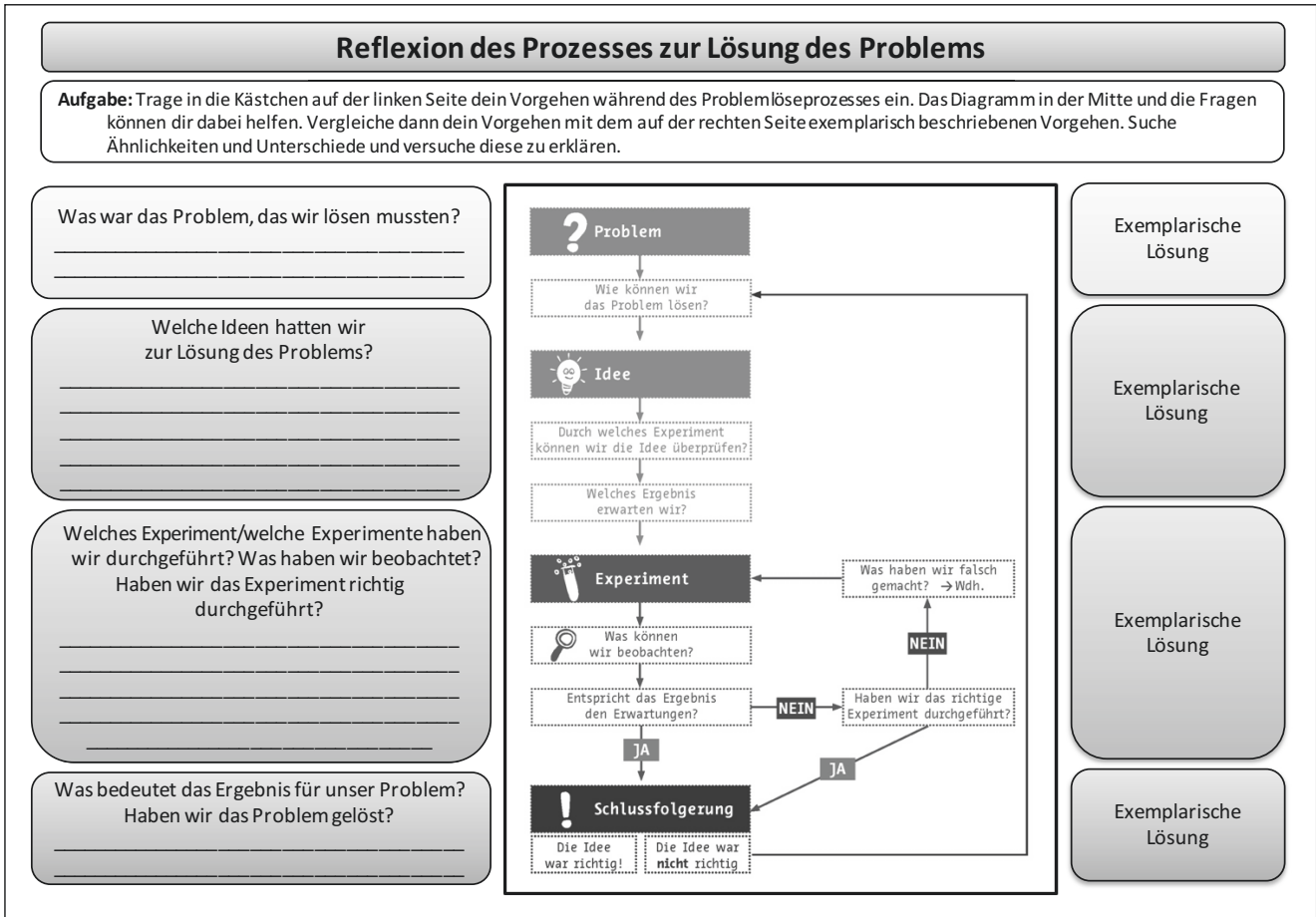


Abbildung II.4: Beispiel einer Lösungskarte mit Bezug zur Prozessebene

2.2 Mittlerer Öffnungsgrad mit Fokus auf den Fachinhalt

Die Ausgangssituation entspricht der in Abschnitt 2.1. beschriebenen Situation. Die Schülerinnen und Schüler erhalten eine Experimentierbox und eine Aufgabenstellung. Der Fokus soll hierbei auf dem Erlernen des Fachinhalts liegen. Entsprechend sollte dieser in den zur Verfügung gestellten Hilfen thematisiert werden. Auch hier stellen Hilfekarten eine gute Möglichkeit zur Unterstützung der Schülerinnen und Schüler dar. In Kapitel III wird explizit auf die Gestaltung von Hilfekarten auf fachlicher Ebene eingegangen und einige Karten werden exemplarisch vorgestellt. Daher wird an dieser Stelle darauf verzichtet. In der Auswertung des Versuchs sollte der Fokus wiederum auf den Fachinhalt gelegt werden. Dieser kann im anschließenden Unterrichtsgang vertieft werden. Prinzipiell besteht auch hier die Möglichkeit, eine Lösungskarte vorzuhalten, wenn die Schülerinnen und Schüler z. B. außerhalb des Regelunterrichts mit einer solchen Experimentierbox arbeiten. Es ist an dieser Stelle dann ausreichend, wenn die Karte ausschließlich den für das Experiment zentralen Fachinhalt thematisiert und nicht das Vorgehen während der Bearbeitung der Aufgabe. Abbildung II.5 zeigt ein Beispiel für eine solche Lösungskarte auf fachinhaltlicher Ebene, sie bezieht sich auf die experimentelle Identifizierung von Salzwasser.

Abbildung II.5:
Beispiel einer Lösungskarte
auf fachinhaltlicher Ebene

Erklärung

Man kann durch das Verdampfen von Wasser Salz aus Meerwasser gewinnen, weil das Salz selbst erst bei sehr hohen Temperaturen verdampft. Wenn Salz im Wasser vorhanden ist, dann bleibt das Salz nach dem Verdampfen des Wassers als weißer Rückstand zurück. Diesen Vorgang nennt man Eindampfen. Auf diese Art und Weise wird auch das Salz gewonnen, das in der Küche verwendet wird. Im Meerwasser ist Salz gelöst. Dieses wird in warmen Regionen in flache Becken gepumpt. Wenn das Meerwasser dann verdampft, bleibt Salz zurück.

2.3 Mittlerer Öffnungsgrad mit Fokus auf den Fachinhalt und den Erkenntnisgewinnungsprozess

Bei einer Experimentiersituation, in der der Fokus auf beiden Ebenen liegen soll, ist es entsprechend notwendig, beide Ebenen explizit zu thematisieren. Auch dies kann im Rahmen der Arbeit mit einer solchen Experimentierbox geschehen. Es ist dann notwendig, die Unterstützungsmaßnahmen, die für beide Ebenen bereits beschrieben wurden, miteinander zu kombinieren. Im einfachsten Fall bedeutet dies, getrennte Hilfestellungskarten für beide Ebenen zur Verfügung zu stellen. Diese können beispielsweise farbig unterschiedlich kodiert sein, sodass Schülerinnen und Schüler selbstständig erkennen können, auf welcher Ebene sie Hilfe in Anspruch nehmen. Alternativ lassen sich die verschiedenen Arten von Karten auch ineinander integrieren, solange eine Trennung der beiden Ebenen nachvollziehbar bleibt. In der Besprechung der Aufgabe sollte der Fokus dann entsprechend auch auf beide Ebenen gelegt werden und eine Trennung zwischen ihnen herausgearbeitet werden. Im Rahmen einer Sicherung an der Tafel könnte zum Beispiel zweispaltig agiert werden. Dies würde beide Ebenen (Prozess- und fachinhaltliche Ebene) voneinander trennen und gleichzeitig könnten die Ebenen aufeinander bezogen werden. Ähnliches gilt, wenn eine Lösungskarte zur Verfügung gestellt werden soll. Diese sollte auch Elemente mit Fokus auf den Prozess aber auch mit Fokus auf den Fachinhalt enthalten.

3. Fazit

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass die Gestaltung von Experimentiersituationen im Sinne experimenteller Lernarrangements vieler Überlegungen bedarf. In Abhängigkeit von dem Lernziel, das erreicht werden soll, entscheidet sich, welche Ebenen des Experiments – Prozess- und/oder fachinhaltliche Ebene – durch die zur Verfügung gestellten Materialien oder in einer anschließenden Besprechung thematisiert werden müssen. Ist es ausreichend allein auf fachinhaltlicher Ebene zu lernen oder sollen Aspekte des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung thematisiert werden? Des Weiteren muss die Offenheit der Experimentiersituation an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler angepasst werden. Von der Antwort auf die Frage ‚Wie viel Hilfe ist notwendig?‘ hängt dann ab, wie viele und welche Unterstützungsmaßnahmen benötigt werden. Die drei vorgestellten Beispiele als Möglichkeiten der Gestaltung sind dabei als gleichwertig nebeneinanderstehend zu betrachten. Ihre Eignung variiert lediglich in Bezug auf das zugrunde gelegte Lernziel. Die verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten eröffnen demnach ein weitreichendes Potenzial zur Differenzierung.