

Experiment

1. Kurze Beschreibung der Methode

Traditionell ist das Experiment als wissenschaftliche Methode vor allem in den Naturwissenschaften eingesetzt worden. Daher hat sich seine Anwendung in der Schule insbesondere in diesem Bereich etabliert.

Mit Hilfe eines Experimentes können Aussagen hinsichtlich „wahr“ oder „falsch“ untersucht bzw. Zusammenhänge dargestellt oder reproduziert werden. Das Schulexperiment zielt auf die Selbsttätigkeit der Lernenden. Es wird eine didaktische Situation vorstrukturiert, in der die Lernenden durch Probieren, Untersuchen usw. für sie neue Sachverhalte erforschen sollen. Dabei geht es in erster Linie um das Entdecken und Finden von etwas, was man noch nicht genau weiß. Es geht aber auch um das „Warum“ von bereits bekannten Erfahrungswerten.

Das Experiment in der Wissenschaft unterscheidet sich sehr stark von den in der Schule üblicherweise durchgeführten Experimenten. In der Wissenschaft gilt es, bestimmte Untersuchungs-Anordnungen zu berücksichtigen, um so die Erhebung von Daten zu sichern. Wählt man das Experiment als Methode in der Sozialwissenschaft, so kann man mit seiner Hilfe z.B. Verhaltensweisen erforschen.

2. Primäre und sekundäre Quellen

2.1 Primäre Quellen:

Als Klassiker des Experiments gilt John Dewey. In seiner Theorie des Inquiry hat er fünf Stufen einer wissenschaftlichen, experimentellen Untersuchung herausgestellt: (1) eine problematische Situation und eine emotionale Reaktion hierauf; (2) Beschreibung des Problems und Sammlung von ersten Hypothesen; (3) Suche nach möglichen Erklärungen und Lösungen; (4) Aufstellen der Erklärung und ihrer gerechtfertigten Behauptbarkeit; (5) weitere Beobachtungen und Untersuchungen/Experimente, um die Anwendbarkeit kritisch zu überprüfen. Diese fünf Stufen sind auch für die elementare Planung in der konstruktivistischen Didaktik wesentlich (vgl. unter Theoretische Begründung und in Reich, K.: Konstruktivistische Didaktik).

Martin Wagenschein hat das Experiment für den naturwissenschaftlichen Unterricht im deutschsprachigen Raum besonders eindrucksvoll herausgearbeitet. Seine Arbeiten finden sich aufgelistet unter:

<http://www.martin-wagenschein.de/Archiv/Bibliogr.htm>

Seine Werke werden im Blick auf aktuelle Anforderungen des Unterrichts besonders rezipiert in:

CECH, D. u.a.: Die Aktualität der Pädagogik Martin Wagenscheins für den Sachunterricht. Bad Heilbrunn, 2001

Kommentar: Die Pädagogik Martin Wagenscheins stellt eine elementare Grundlage des experimentellen Unterrichts dar. In diesem Buch werden von den verschiedenen Autoren einerseits die Konturen des Ansatzes (exemplarisches, sokratisches und genetisches Lernen)

als auch ihre Umsetzung im Sachunterricht der Schule und beschreibende Beispiele aufgeführt. Der Inhalt des Buches kann als theoretisches Fundament des Experiments im Unterricht genutzt werden.

2.2 Sekundäre Quellen:

BECKER, R.: Sachunterricht begreifen: Experimente und Studien für den Sachunterricht in der Primarstufe Bd. 1 von Rainer Becker und Klaus Klein. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren, 2000

Kommentar: Dieses Buch beinhaltet eine umfangreiche Sammlung verschiedenster Experimente, die im Sachunterricht der Primarstufe durchgeführt werden können. Die Versuche sind nach Oberthemen, Lehrer/Schüler Versuchen sowie Lernstufen geordnet und lassen sich somit gut in den jeweiligen Unterricht einfügen. Jeder Versuch wird ausführlich beschrieben (Dauer, Schwierigkeitsgrad, Material, Einbindung in den Unterricht, Lernziele, Beschreibung des Experiments sowie eine Skizze des Versuchsaufbaus).

In dieser Reihe sind zudem zwei weitere Bände mit Experimenten für den Sachunterricht der Primarstufe erschienen.

ATTESLANDER, P.: Methoden der empirischen Sozialforschung. Berlin, 1995

Kommentar: In diesem Buch wird neben verschiedenen anderen Methoden das Experiment im Rahmen der empirischen Sozialforschung vorgestellt.

Links

<http://de.wikipedia.org/wiki/Experiment>

Kommentar: Die Seite beschreibt ausführlich die Definition von Experimenten und gibt auch Beispiele für klassische Experimente inklusive weiterer Verweise auf entsprechende Links an.

<http://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/experiment/>

Kommentar: Kurze Einführung in die Methode Experiment für Unterricht.

www.stangl-taller.at/TESTEXPERIMENT/grundlagen.html

Kommentar: Diese Seite bietet eine gute Möglichkeit, das Experiment in seiner wissenschaftlichen Form einführend kennen zu lernen. Dabei wird hier vor allem auf den psychologischen Bereich eingegangen. Da sich die Form des Schulexperiments von dieser Form ableitet, lohnt es sich, einen Blick auf diese Seite zu werfen.

www.awista.uni-linz.ac.at/loidl/esof98w/experiment.htm

Kommentar: Ähnlich wie schon bei Stangl wird auch hier das Experiment in der Sozialforschung dargestellt. Von verschiedenen Experimentarten bis hin zur Technik und Kontrolle des Experiments kann hier vieles nachgelesen werden. Interessant für jeden, der sich noch etwas tiefer mit der Materie beschäftigen möchte, für die Durchführung eines Schulexperiments aber nicht unbedingt nötig.

http://de.wikipedia.org/wiki/Stanley_Milgram

Kommentar: Das klassische Verhaltensexperiment zur autoritären Hörigkeit. Seite mit Erklärungen und weiterführenden Links.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Stanford-Prison-Experiment>

Kommentar: Ein klassisches Verhaltensexperiment in Situationen von Gefangenschaft. Seite mit Erklärungen und weiterführenden Links.

[http://de.wikipedia.org/wiki/Das_Experiment_\(Film\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Das_Experiment_(Film))

Kommentar: Seite zum Film „Das Experiment“, der gut genutzt werden kann, um Gefahren sozialpsychologischer Experimente zu thematisieren.

<http://www.hunkinsexperiments.com/>

Kommentar: Experimente aus verschiedenen Bereichen in Form von Karikaturen dargestellt. Sehr anregende Seite für den Unterricht.

<http://www.cci.ethz.ch/>

Kommentar: Chemische Experimente im Internet.

Viele weitere Experimente können im Internet gefunden werden, wenn das Fach zum Experiment oder der Name des Experiments gesucht wird.

3. Theoretische und praktische Begründung:

3.1. Theoretische Begründung

John Dewey hat in seinem pädagogischen Ansatz sehr viel Wert auf das Experimentieren in allen Lehr- und Lernsituationen gelegt. Er war der Auffassung, dass Lerner immer eine gewisse Lernerfahrung machen, die eine experimentelle Phase im weitesten Sinne einschließt. Für ihn baut sich Lernen folgendermaßen auf (vgl. dazu weiterführend Hickman/Neubert/Reich. John Dewey: zwischen Pragmatismus und Konstruktivismus. Münster, Waxmann 2004):

1. *Emotionale Antwort:* Ein Lerner erfährt in einer Situation etwas Unerwartetes, das ihm zum Antrieb für eine Lösungssuche wird. Lernen und Lehren benötigen immer diesen Antrieb, der nicht bloß kognitiv bleiben sollte, weil erst eine *emotionale* Reaktion dafür sorgen wird, sich auf den Sinn des Lernens einzulassen. Wird es versäumt, die Lerner emotional einzubinden, dann scheitern die instruktiven Versuche der Lehrenden meist.
2. *Definition des Problems:* Der Lerner versucht die Lernsituation zu stabilisieren, indem er bereits durch frühere Erfahrungen Erlerntes anwendet – die neue Situation kann dann, wie schon andere zuvor, erkundet werden. Oft setzt unmittelbar mit der emotionalen Reaktion dabei eine *intellektuelle* Reaktion ein.
3. *Hypothesenbildung:* Nachdem die Situation als etwas definiert worden ist, das erkundet werden muss, wendet der Lerner eine vertraute Methode bisheriger Untersuchungen an und probiert diese aus oder bildet Hypothesen darüber, was zu tun wäre.
4. *Testen und Experimentieren:* Lösungen werden im Lernen dann erfolgreich handlungsbezogen geleistet, wenn der Lerner seine Lösungen tatsächlich ausprobieren kann. Je weniger handlungsbezogene Möglichkeiten geboten werden, desto stärker

sinkt nicht nur das Lerninteresse, sondern auch die Einsicht in den Sinn des Lerngegenstandes und die erbrachte Behaltensleistung („*learning by doing*“).

5. *Anwendung*: Das Wissen von Welt, das durch die Erfahrungen mit den Lerngegenständen erworben wurde, bedarf anschließend der (kontinuierlichen) Anwendung, um zeigen zu können, was mit dem Lernergebnis erreicht werden kann. Je öfter und je umfassender solche Anwendungen tatsächlich genutzt werden können, desto sicherer wird die Anwendung und das Behalten im Lernen realisiert werden.

Das Experimentieren kann für Dewey in sehr unterschiedlichen Formen erfolgen. Versuch und Irrtum wären ein möglicher Zugang, gezielte Untersuchungen mit Absichten, die an Vorerfahrungen anderer Experimente methodisch anschließen, sind das Ziel einer sinnvollen Experimentierweise im Unterricht. Weitere Literaturhinweise finden sich im oben angegebenen Band.

Das Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht wird am klarsten bei Wagenschein herausgearbeitet. Obwohl Wagenschein bereits seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts für ein exemplarisches Lehren und Lernen stritt, blieb sein Ansatz auf wenige Reformschulen und reformpädagogisch orientierte Lehrer beschränkt. Auf Wagenschein wird in der Darstellung der experimentellen Methode in einem Beispiel noch eingegangen. Wagenschein war in vielerlei Hinsicht seiner Zeit voraus, denn er zeigte ähnlich wie Dewey auf, dass handlungsorientiertes Lernen dann besonders erfolgreich für den Lerner verläuft, wenn er kontextbezogen und situiert in einer angemessenen Lernumgebung lernt. Dies ist für die heutigen Lerntheorien mit konstruktivistischer Orientierung besonders wichtig geworden. Insoweit zählt die experimentelle Methode zum methodischen Grundbestand einer konstruktivistischen Didaktik. Hierfür sind die Arbeiten Deweys und Wagenscheins mit begründend.

3.2.Praktische Begründung

Das Experiment in der Wissenschaft ist aus verschiedenen Gründen eine wesentliche Forschungsmethode. Die Kernidee hierbei ist die aktive Manipulation der Versuchsbedingungen durch den Experimentator, wodurch es möglich wird, als Beobachter eine gedachte und re/konstruierte Ursache von einer erfahrbaren Wirkung zu unterscheiden. Durch die so genannte Kausalanalyse kann ich die Versuchsbedingungen bewusst manipulieren, um den Einfluss einer oder mehrerer unabhängiger Variablen auf eine abhängige Variable festzustellen. Durch das Experiment kann zudem eine Weiteruntersuchung von bereits gewonnenen Ergebnissen durchgeführt werden. Habe ich z.B. durch eine Beobachtung die Erkenntnis gewonnen, dass sich Schnecken mit Hilfe von Bier anlocken lassen, kann ich die Variable „Bier“ verändern. Ich könnte also die Bestandteile des Bieres so benutzen, dass ich den Schnecken jedes einzelne Element (Hopfen, Malz, usw.) vorsetze, um dann zu erforschen, ob es ein Element gibt, von dem sie sich besonders angezogen fühlen. Oder andere alkoholische Getränke (Wein, Sekt, ...) bzw. verschiedene Biersorten mit unterschiedlichem Alkoholgehalt benutzen.

Das Schulexperiment nimmt diesen Gedanken auf. Laut Lehrplan wird über einen bestimmten Zeitraum ein Thema behandelt, z.B. Wasser. Abhängig davon gilt es nun, eine gewisse Basis im Hinblick auf dieses Thema zu vermitteln. Nach einiger Zeit wäre dann ein Experiment durchzuführen, um bereits angesprochene Erkenntnisse zu verdeutlichen. Die Lernenden sind zu diesem Zeitpunkt keine „Anfänger“ auf diesem Gebiet, insofern wird jeder eigene Ideen, Vorstellungen und Meinungen haben. Durch das Experiment werden Fragen wie „Warum?“,

„Wodurch?“ und „Wie?“ beantwortet. Allerdings sind solche Lehrplanvorgaben vorsichtig zu deuten. Denn sinnvoller können Experimente dort eingesetzt werden, wo die Lerner noch kein Vorwissen erworben haben, sondern zunächst durch Experimentieren eigenständig Bedingungen von Ressourcen und Lösungen erforschen. Nur so wird eine experimentelle Einstellung vermittelt, die einer konstruktivistischen Didaktik genügt. Es sollte möglichst immer vermieden werden, Experimente bloß als Illustration eines zuvor gehaltenen Unterrichts zu nutzen, der die „Wahrheit“ schon verkündet hat. Dies erzeugt bloß Langeweile und auf keinen Fall eine forschende Einstellung der Lerner.

Werden Experimente durchgeführt, so gilt es zu Beginn eine Vermutung aufzustellen, zu welchen Ergebnissen das Experiment kommen könnte (Hypothese). Dabei sollte beachtet werden, dass die Erstellung einer Hypothese möglichst von den Schülern erarbeitet und später dann überprüft wird. Es geht vor allem darum, den Schülern kein „vorgekautes“ Thema zu präsentieren. Vielmehr sollten sich die Schüler von Anfang an selbst und in aktivem Handeln mit der Materie auseinandersetzen. Deshalb ist es auch besonders wichtig, dass die Schüler von Anfang an mit einbezogen werden und sich nicht „übergangen“ fühlen.

Die didaktische Qualität des Experiments zeigt sich in der besonderen Lernaktivität beim Experimentieren. So führen die oft sonderbaren, überraschenden oder beunruhigenden Ergebnisse zu höherer Motivation und fordern das logische Denken der Lerner heraus. Dies führt in der Regel zu einer hohen Auseinandersetzung mit dem Thema. Die Ergebnisse werden nicht auf Grund einer passiven Rezeption theoretischer Konstrukte angeeignet, sondern durch konkret-handgreifliche Lerngegenstände im handelnden Gebrauch. Dieses tatsächliche Auseinandersetzen (wie z.B. schneiden, bauen) wirkt als eine zusätzliche Lernaktivierung.

Das im Unterricht so wichtige problemorientierte Lernen wird durch die Durchführung eines Experiments stark provoziert. Der Lernende kann die Aufgabe nicht allein mit Hilfe eines bereits verfügbaren, rein theoretischen Mittel oder Schema angehen, sondern muss neue Problemlöseaktivitäten überlegen. Das können sein: praktische Versuche, Beschaffung neuer Informationen (z.B. durch Personenbefragung) usw.

Im Experimentieren werden oft tote Sachverhalte in lebendige Handlungen zurückverwandelt, wodurch der Lerner maßgeblich an diesem Prozess beteiligt ist und als Konsequenz einen Effekt und ein Ergebnis sieht.

4. Darstellung der Methode

Das Experiment ist klassischer Bestandteil der naturwissenschaftlichen Forschung. Es kann neben seiner Anwendung im Feld der Empirie auch als Lehr-/Lernmethode in vielen Fächern des Schulunterrichts und der Weiterbildung eingesetzt werden. Der genaue Verlauf wird allerdings je nach Fachrichtung differieren, je nachdem in welchem Bereich (naturwissenschaftlich / geisteswissenschaftlich) das Experiment durchgeführt werden soll.

In den naturwissenschaftlichen Fächern bietet sich ein klassisches Experiment an, bei dem die Lernenden als Versuchsleiter fungieren. Dies können sowohl Demonstrationsexperimente sein, in deren Rahmen es lediglich um die Vorführung einer Theorie und ihrer Aussagen oder einer Methode geht, oder aber auch (Hypothesen-)Prüfexperimente.

In den geisteswissenschaftlichen Fächern können auch Experimente im Sinne der empirischen Sozialforschung durchgeführt werden, bei denen die Lerner als Versuchsleiter agieren und andere Lerner oder außen stehende Personen als Versuchsperson dienen. Diese Art von Experiment erfordert allerdings je nach Experiment (wie Beispiele weiter unten noch zeigen) vom Versuchsleiter eine gewisse Reife und Verantwortungsbewusstsein gegenüber den

Versuchspersonen und ist daher zumeist eher für ältere Lernende, beispielsweise im Bereich der Erwachsenenbildung oder an der Universität, geeignet.

Da das Experiment in den verschiedenen Fächern jeweils unterschiedliche Funktionen erfüllt und auf verschiedene Arten durchgeführt werden kann, beschränken wir uns hier zur exemplarischen Verdeutlichung von Prinzipien auf die Darstellung des Experiments im Sachunterricht und in der empirischen Sozialforschung.

4.1 Beispiel: Die Blumentopf-Kläranlage

Um zu verdeutlichen, wie ein solches Experiment im Rahmen des Sachunterrichts in der Primarstufe aussehen könnte, stellen wir an dieser Stelle die „Blumentopf-Kläranlage“ vor. In der Versuchsanordnung dieses Experiments geht es darum, dass die Schüler verschiedene Stoffe in Wasser einrühren und diese Mischungen anschließend durch mit Reinigungsmaterialien (Watte, Sand, Papier, Erde) gefüllte Blumentöpfe schütten. Die Schüler sollen anhand des Wassers, das unten wieder austritt, erkennen, welches Material am Besten reinigt, und welche Spuren (Geruch, Färbung) es hinterlässt. Anschließend gibt es noch die Möglichkeit, das gereinigte Wasser zu destillieren, um eventuelle Rückstände sichtbar zu machen.

4.2 Die Merkmale des Experiments

Anhand dieses Beispiels möchten wir nun die Merkmale des Schul-Experiments nach Wagenschein kurz erläutern.

- *Wiederholbarkeit*: Dieses Merkmal beinhaltet mehrere Aspekte. Das Experiment muss mit seinen Resultaten zu jedem Zeitpunkt wiederholbar sein – mit der Bedingung, dass diese Reproduktion personenunabhängig geschieht. Dieser Punkt impliziert, dass das Experiment in seiner Planung und Durchführung so klar zu deuten sein muss, dass es für Außenstehende nachvollziehbar ist.

Der Lernende sucht auf diesem Weg nach einem Zeugen für seine Wahrnehmung der Realität, jemandem, der seine Sicht mit ihm teilt.

In unserem Beispiel „Blumentopfkläranlage“ findet sich dieses Merkmal folgendermaßen wieder: Wenn die Lernenden ihre Ergebnisse mit denen anderer Schüler vergleichen, können sie erkennen, dass diese ähnliche Resultate gefunden haben. Ein weiterer Weg, die Wiederholbarkeit des Experiments zu überprüfen, liegt in der Möglichkeit, den Versuch zu Hause nachzustellen und erneut die gleichen Resultate zu erzielen.

- *Erhaltung*: Dieses Merkmal besagt, dass keines der Elemente, die an dem jeweiligen Experiment beteiligt sind, verloren geht, sondern in irgendeiner Form erhalten bleibt. Die Lernenden wissen, dass der beobachtete Effekt einen Grund hat, den sie herausfinden möchten. Im Beispiel der Blumentopfkläranlage sehen sie den Prozess der Reinigung des Wassers. Die Antwort auf die Frage, wohin die Verunreinigungen des Wassers gegangen sind, können sie sich selbst beantworten, indem sie das Reinigungsmaterial untersuchen und die verschiedenen Stoffe darin auffinden.
- *Ordnung*: Kinder beobachten ihre Umwelt genau und versuchen, die vielen Eindrücke und Erfahrungen, die sie jeden Tag machen, zu sortieren und in ihre bisherigen Kenntnisse einzugliedern. Wenn die Lernenden im Unterricht etwas Neues erfahren, etwas Unerklärliches und vielleicht sogar Unstimmiges beobachten, möchten sie diese

gewonnenen Eindrücke für sich erklären, beispielsweise indem sie sie in einen Zusammenhang mit alten Informationen bringen.

In unserem Beispiel können die Kinder sehen, dass das verunreinigte Wasser, nachdem es aus dem Blumentopf wieder austritt, wieder klar und sauber aussieht. Das ist für die Lernenden zunächst nicht nachvollziehbar. Wenn sie das Experiment allerdings selbst durchführen, können sie Verbindungen zwischen dem Wasser und den verschiedenen Reinigungsmaterialien ziehen und sich das Phänomen der Reinigung des Wassers erklären.

Der Verlauf des Experiments im Schulunterricht lässt sich auch dem problemlösenden Handlungsschema Deweys zuordnen, wie es weiter oben in der theoretischen Begründung geschildert wurde.

4.3 Die Phasen des Experiments

Ein Experiment verläuft in drei Phasen, der Planungs-, der Durchführungs- und der Auswertungsphase. Häufig ist hierbei die Planungsphase für die Durchführung entscheidend, da sie die weiteren Schritte festlegt und somit hier der Grundstein für das Gelingen oder Misslingen des Experiments gelegt wird.

Wir werden die Phasen nun zunächst anhand des Experiments in der empirischen Forschung (in vereinfachter Form) vorstellen und anschließend die jeweiligen Bezüge zum Experiment in der Schule herstellen.

Anhand dieser Gegenüberstellung können wir am Ende Gemeinsamkeiten bzw. Ähnlichkeiten oder auch Unterschiede dieser beiden Experimentarten aufzeigen.

Planungsphase

Fragestellung:

- Die Grundlage der Anwendung eines Experiments bildet meist ein wissenschaftlicher Hintergrund, der dem Forscher bestimmte Fragen aufwirft. Dies bedeutet, dass ein Experiment dem Forscher zur Problemlösung dient. Der Forscher wird mit einer ihm unbekanntem oder für ihn überraschenden Tatsache konfrontiert, was dazu führt, dass er mehr über diesen Vorgang erfahren möchte. Der erste Schritt ist hier die Formulierung einer präzisen Fragestellung. Diese sollte eine konkrete Aussage über das Ziel des Experiments beinhalten (was genau will ich herausfinden?)
- Beim Experiment im Rahmen des Schulunterrichts beinhaltet der erste Schritt zunächst einmal die Überlegung, wie die Lernenden an die Lernform „Experiment“ herangeführt werden können. Im naturwissenschaftlichen Unterricht spielt das Entdecken neuer Sachverhalte für die Lernenden eine bedeutsame Rolle. Ein Ausgangspunkt könnte für die Lernenden ein für sie unverständliches Phänomen sein, das Fragen aufwirft, sie vielleicht verwundert, erstaunt oder verwirrt hat. Eigeninitiierte Fragen der Kinder können ebenso als Einstieg in das Experimentieren genutzt werden, wie Fragen, die ein Ausflug in die Natur oder ein kleiner Modellversuch des Lehrenden provoziert. All diese verschiedenen Möglichkeiten haben zur Folge, dass die Neugier der Lernenden geweckt wird, dass sie sich für eine Sache zu interessieren beginnen und mehr darüber erfahren wollen. An dieser Stelle ist es wichtig zu berücksichtigen, dass das zu untersuchende Phänomen aus der

Erlebenswelt der Kinder stammt, das heißt konkret, dass die Kinder mit den Dingen, die sie untersuchen sollen, im Alltag bereits Erfahrungen gemacht haben. Somit können während des Experiments bereits erlernte Fähigkeiten eingesetzt werden, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen, andererseits können diese das Wissen, das im alltäglichen Leben benötigt wird, vervollständigen. Die konkrete Fragestellung zu einem Experiment bildet sich oft heraus, indem die Kinder ein für sie unerklärliches Phänomen betrachten und ihre Vermutungen und Fragen äußern.

Sachliche Hypothesen:

- Nach diesen ersten Überlegungen kann der Forscher seine Hypothese nach folgenden Regeln entwickeln: sie darf keine Negationen enthalten, sollte als Aussage formuliert werden und sich nicht widersprechen.
- Beim Experiment sollte die Hypothesenbildung möglichst den Lernenden überlassen werden, die sich Gedanken über den möglichen Verlauf des Experiments machen und anhand ihrer Vorerfahrungen mit den Materialien versuchen können, Effekte einzuschätzen und vorherzusagen. Der Lehrende sollte den Lernenden die Möglichkeit geben, anhand ihrer Ideen eine Hypothese zu formulieren. Der nächste Schritt beinhaltet dann die Überlegung, wie die Hypothese überprüft werden könnte, welche Materialien dazu benötigt werden, wer welche Aufgabe übernehmen könnte usw. Aus den Lernenden ist eine kleine Forschergruppe geworden, die ein Ziel verfolgt und eine Erklärung beispielsweise für die Vorgänge in der Natur finden möchte.

Operationalisierung der Hypothese:

- Die Operationalisierung macht Begriffe beobachtbar bzw. messbar. Der Forscher muss den in der Hypothese genannten Verhaltensweisen oder Zuständen von Materialien beobachtbare Daten zuordnen, um so die Messbarkeit der verschiedenen Phänomene garantieren zu können.
- Im Unterricht überlegen die Lernenden, wie sie das Ergebnis ihres Experiments messen oder auch mit anderen Ergebnissen vergleichen könnten. Dies könnte beispielsweise – auf das Eingangsexperiment „Kläranlage“ bezogen – eine genaue Definition des Zustandes „sauber“ für das Wasser sein, das am Ende des Experiments gewonnen wird. An dieser Stelle muss beispielsweise geklärt werden, ob es hierzu schon ausreicht, wenn das Wasser wieder klar aussieht, oder ob es auch sauber riechen und schmecken sollte.

Variablen:

- Die Ergebnisse des Experiments beziehen sich auf die Wirkung der verschiedenen Variablen, die vom Forscher verändert werden können. In der Forschung kann zwischen drei Arten von Variablen unterschieden werden. Die unabhängigen Variablen werden vom Versuchsleiter nach Plan verändert, um deren Wirkung auf die abhängigen Variablen feststellen zu können. Diese Variation kann, je nach Komplexität des Experiments, in zwei oder auch in mehreren Stufen geschehen. Die Abhängigkeit der zuletzt genannten Variablen von der unabhängigen Variablen stellt den eigentlichen Gegenstand der Untersuchung dar. Eine weitere Variable, die die Ergebnisse prägen kann, ist die so genannte Störvariable. Darunter werden alle

äußeren Einwirkungen zusammengefasst, die neben der unabhängigen Variablen einen Einfluss auf den Untersuchungsgegenstand haben. Der Versuchsleiter muss auch diese Variablen kontrollieren, um später die Eindeutigkeit der Ergebnisse gewährleisten zu können.

- Auch beim Schulexperiment spielen die Variablen eine Rolle. Die Lernenden können die verschiedenen Stoffe, mit denen sie experimentieren, gegen andere Materialien austauschen, sie variieren, um die Wirkung dieser Veränderung auf die verbleibenden Stoffe zu testen. Auch bei dieser Art von Experiment gibt es ebenso wie in der empirischen Forschung eine abhängige und eine unabhängige Variable. Dies möchten wir am Beispiel „Kläranlage“ kurz verdeutlichen. Das mit Farbe verunreinigte Wasser, das von den Lernenden durch die verschiedenen Filter gegeben wird, stellt die abhängige, die Töpfe mit den verschiedenen Reinigungsmaterialien stellen die unabhängige Variable dar. Die Lernenden können einen Teil des verunreinigten Wassers durch je ein Material filtern und die Unterschiede herausstellen. Das Experiment kann allerdings auch mit verschiedenen Flüssigkeiten und nur einem Reinigungsmaterial durchgeführt werden, wobei dann die Flüssigkeiten als unabhängige Variable und das Reinigungsmaterial als abhängige Variable fungiert. Bei diesem Experiment ist sowohl die eine als auch die andere Vorgehensweise empfehlenswert, da so alle Auswirkungen, welche die Variablen aufeinander haben, beobachtet werden können.

Stichprobe:

- Der naturwissenschaftliche Forscher muss seinen Gegenstandsbereich und hierin sein Messfeld festlegen. Der Forscher in der empirischen Sozialforschung wählt die Versuchsgruppen aus, die an dem von ihm geplanten Experiment teilnehmen sollen. Er muss an dieser Stelle überlegen, für wen sein Forschungsergebnis gelten soll und dementsprechend seine Auswahl an Versuchspersonen treffen, da diese repräsentativ für die Zielgruppe stehen. Während des Experiments arbeitet der Forscher mit mehreren Gruppen, deren Anzahl sich z.B. an den unabhängigen Variablen orientiert, nebst einer unbehandelten Kontrollgruppe.
- Im Schulexperiment wählen die Lernenden analog beispielsweise zwischen verschiedenen Materialien aus, deren Reaktion aufeinander erforscht werden soll. Dabei stellt ein Stoff A die abhängige Variable dar, zwei andere die unabhängigen Variablen B und C. Im Experiment werden dann zuerst A und B miteinander vermischt, dann A und C. Die Kontrollgruppe besteht in diesem Fall nur aus dem unbehandelten Stoff A.

Versuchsplanung:

- Dem Forscher stellt sich die Aufgabe, eine geeignete Versuchssituation zu finden, in der die Wirkung der Variablen messbar sein wird.
- Die Lernenden überlegen konkret, was sie für die Umsetzung des Experiments benötigen, welche Materialien sich besonders gut eignen könnten oder welche Voraussetzungen für ein gutes Gelingen zusätzlich gegeben sein müssen. Bei jüngeren Teilnehmern sollte der Lehrende an dieser Stelle besonders unterstützend zur Seite stehen bzw. den Versuchsablauf genau erklären. Anschließend wird das genaue Vorgehen festgelegt, entweder anhand eines vom Lehrenden vorgefertigten Versuchsplans oder anhand der Überlegungen der Forschergruppe.

Durchführungsphase

- Diese Phase beginnt mit der Erledigung verschiedener organisatorischer Aufgaben wie z.B. der Auswahl der Versuchspersonen, des Versuchsleiters oder auch der Räumlichkeiten. Das Experiment wird dann dem Versuchsplan zufolge durchgeführt, die Beobachtungen des Versuchsleiters protokolliert.
- Im Sachunterricht wird zunächst das Versuchsmaterial durch den Lehrer bereitgestellt, anschließend beginnen die Lernenden mit dem Versuchsaufbau. Nach Abschluss dieser Vorbereitungen wird das Experiment nach Plan durchgeführt. Diese ersten Schritte von der Bereitstellung des Materials bis zur Durchführung werden von den Lernenden schriftlich festgehalten, da diese Aufzeichnungen anschließend mit in die Auswertung einfließen, um beispielsweise Aufschluss über mögliche Fehler während des Experiments zu geben, die zur Verzerrung der Ergebnisse beigetragen haben könnten. Die einzelnen Beobachtungen, welche von den Lernenden während der eigentlichen Durchführung gemacht werden, müssen genau protokolliert werden. Die Schüler lernen während eines Experiments die relevanten Variablen zu erkennen, sie können Wenn-Dann-Beziehungen formulieren. Zudem eröffnet sich ihnen die Möglichkeit, das eigene Experiment mit anderen Experimenten (beispielsweise denen der Mitschüler) oder auch mit persönlichen Alltagserfahrungen zu vergleichen. Für Wagenschein bedeutet „verstehen“ „verbinden“: Die Lernenden verbinden Neues mit Altem, sie stellen eine Beziehung her und erweitern ihr Wissen. Während der Arbeit in der Gruppe werden zudem noch soziale Verhaltensweisen und das eigene Selbstbewusstsein trainiert, da die Lernenden einerseits mit den anderen Gruppenmitgliedern kooperieren müssen, andererseits aber auch ihre Meinung vertreten und ihre Interessen durchsetzen wollen.

Auswertungsphase

- In der empirischen Forschung sollte der Auswertungsplan bereits vor der eigentlichen Auswertungsphase entwickelt werden, die Auswertung der Daten verläuft dann anschließend nach vorher festgesetzten Regeln. Allerdings besteht die Gefahr, dass sich eine Reihe von Fehlern im Zeitraum zwischen Planung und Auswertung einschleichen, die zu verzerrten Ergebnissen führen können. Zu diesen Fehlern zählen beispielsweise:
 - Bedeutungsfehler: Es werden nur operationalisierbare Phänomene beobachtet, was die Konsequenz haben kann, dass andere wichtige Vorgänge als unwichtig eingestuft werden. Dies führt zu einer eher inhaltslosen Forschung.
 - Planungsfehler: Um Fehler bei der Planung zu verhindern, sollte der Forscher, bevor er mit der Durchführung beginnt, eine Pause einlegen und sein Vorhaben noch einmal überdenken, um so mögliche Unebenheiten vorab klären zu können.
 - Instruktionsfehler: Diese Fehler können entstehen, wenn die Versuchspersonen nicht umfassend auf das Experiment vorbereitet werden.
 - Isolationsfehler: Die „unnatürliche“, inszenierte Umgebung vieler Experimente kann verschiedene Effekten bei den Versuchspersonen evozieren, die dann zu verzerrten Ergebnissen führen.
 - Übergeneralisation: Die Resultate, die oft nur für eine kleine Gruppe von Menschen zutreffend sind, werden auf eine zu große Menge übertragen und verallgemeinert.

Allgemein lassen sich die Ergebnisse von Experimenten auf dreierlei Art klassifizieren. Zum Einen gibt es jene Experimente, deren Resultate die vorab aufgestellte Hypothese bestätigen, auf der anderen Seite stehen die Versuche, bei denen der Forscher die erwarteten Effekte nicht feststellen konnte. Bei diesen Experimenten muss anschließend die Möglichkeit geklärt werden, ob die Effekte doch vorhanden waren, aber von Zufallseinflüssen überlagert worden sind, so dass es dem Forscher nicht möglich war, sie nachzuweisen. Bei manchen Experimenten treten neben den erwarteten zusätzliche Nebeneffekte auf, die vom Forscher nicht einkalkuliert waren.

- Auch im Unterricht werden die Ergebnisse des Experiments von den Lernenden gesichert und ausgewertet. Je nach Alter der Schüler und Schwierigkeitsgrad des jeweiligen Experiments kann der Lehrende ihnen bei dieser Arbeit unterstützend zur Seite stehen. An die Lernenden werden in dieser Phase verschiedene Anforderungen gestellt wie beispielsweise die Berechnung von Mittelwerten, das Erkennen von Sinnzusammenhängen, die Herleitung eines End-Ergebnisses durch die Deutung der Einzelergebnisse oder auch die Abgleichung der Ergebnisse mit der Hypothese (bestätigt/nichtbestätigt). Die Sicherung der Ergebnisse durch die Lernenden sollte nach der Brunerschen Medientheorie in drei Schritten verlaufen:
 - enaktiv: dies bedeutet, dass die Lernenden sich während des Verlaufs des Experiments handelnd mit ihm auseinandersetzen
 - ikonisch: die Ergebnisse werden schriftlich-bildlich festgehalten; dies kann beispielweise in Tabellen oder Skizzenform (z.B. über den Versuchsaufbau) geschehen.
 - symbolisch: die Ergebnisse werden den anderen Gruppen präsentiert

Die Rolle des Lehrenden und der Lernenden

Die Rolle des Lehrenden

Die Rolle des Lehrenden zeichnet sich vor allem durch seine Zurückhaltung aus. Bevor das Experiment beginnt, trifft er die Vorbereitungen, wählt ein Experiment und eventuell das dazugehörige Material aus und überlegt sich anschließend eine passende Einleitung in das Thema, mit der er die Lernenden auf das Experiment einstimmen kann. Während der eigentlichen Durchführung steht er den einzelnen Gruppen als Lernberater zur Verfügung, beantwortet Fragen oder gibt Unterstützung bei Problemen.

Der Lehrende sollte seinem Schüler die Möglichkeit geben, selbst mitzubestimmen, auszuwählen und zu entscheiden, sich aber auch mit anderen Schülern abzusprechen und mit diesen ein Team zu werden. All das kann nur erreicht werden, wenn die Lernenden als selbständige Individuen betrachtet werden, die ohne Beeinflussung oder gar Druck entdecken, fragen und die Dinge verstehen dürfen. Jeder Einzelne muss dabei je nach seinen Stärken und Schwächen individuell gefördert werden, so dass er als aktives Mitglied an der Arbeit seiner Gruppe teilnehmen kann.

Im Allgemeinen sollte der Lehrende darauf achten, dass das Experimentelle in seinem Unterrichtsexperiment nicht zu kurz kommt und die Lernenden nicht rein reproduktiv ausschließlich Versuch für Versuch auswendig lernen, statt selbst neue Methoden auszuprobieren und neue Wissensgebiete zu erforschen.

Die Rolle der Lernenden

Die Rolle der Lernenden ist geprägt durch ein Interesse an neuen Sachverhalten, die es zu entdecken gilt, ebenso durch Selbständigkeit beim Lernen als auch durch die Fähigkeit, in Gruppen zusammenzuarbeiten und ein Team zu bilden. Dies impliziert, dass der Impuls, ein Experiment im Unterricht durchzuführen, möglichst auch von ihnen kommen sollte. Die Grundlage hierzu muss allerdings vom Lehrenden geschaffen werden, indem er die Lernenden schon früh in die Methode Experiment einführt und sie somit zu einem natürlichen Bestandteil des Unterrichts macht.

Die Lernenden müssen sich auf neue, noch unbeantwortete Fragestellungen zu einem Thema einlassen können und Probleme in Eigenorganisation lösen lernen. Dies stellt einen hohen Anspruch an ihre Kommunikationsfähigkeit, die sich während der Arbeit im Team immer weiter ausbauen sollte, da nur bei einem funktionierenden Austausch untereinander gemeinschaftliche Ergebnisse gefunden werden können.

5. Beispiele

Als Beispiele für Experimente nennen wir drei sehr bekannt gewordene Experimente mit sozialwissenschaftlichem Hintergrund. Schulische Beispiele finden sich in der oben angegebenen Literatur und zahlreiche auch im Internet unter dem Stichwort „Experiment“, das mit Untersuchungsbegriffen nach Fächern eingegrenzt werden kann.

5.1 Die Welle:

Morton Rhue, Die Welle. New York, Delacorte Press (1981) (als deutsche Erstausgabe 1984 im Otto Maier Verlag Ravensburg erschienen); vgl. dazu auch

[http://de.wikipedia.org/wiki/Die_Welle_\(Roman\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Die_Welle_(Roman))

Das Buch beschreibt einen Unterrichtsversuch, der zu weit ging. Ein von einem Lehrer an einer anerkannten Highschool in den USA tatsächlich durchgeführter Versuch (1969) sollte den Schülern verständlich machen, wie die Ereignisse in Deutschland zur Zeit des Nationalsozialismus 1933-1945 geschehen konnten. Dargestellt werden die Thematik des Faschismus und seine Folgen.

„Sobald wir einmal damit angefangen hatten, spürte ich, dass sie mehr davon wollten: Sie wollten diszipliniert werden. Und jedes Mal, wenn sie eine Regel beherrschten, verlangten sie eine neue. Ich bin ganz sicher, dass es für sie mehr als ein Spiel war.“

Links:

http://de.wikipedia.org/wiki/Die_Welle (Einführung und weitere Links)

<http://www.schule-inside.de/html/rightschoolpage22.html> (Materialien)

http://www.freenet.de/freenet/kino/filme/die_welle/index.html (der Film)

http://www.welle.info/?gclid=CMX_rrqJvJICFQ0euwodXm89YA (Filmtrailer)

5.2 Das Milgram Experiment

<http://userpage.fu-berlin.de/~tkleber/sop1.htm>

Kommentar: Das Experiment ist ein Versuch zur Gehorsamsbereitschaft gegenüber

Autoritäten: Von 2 Personen wird der eine zum „Lehrer“, der andere zum „Schüler“ ernannt. Die Aufgabe des Lehrers ist es, dem Schüler Fragen zu stellen und eine falsche Antwort zu bestrafen. Der Schüler wird (angeblich!!!) im Nebenraum auf einen elektrischen Stuhl gesetzt und bei einer falschen Antwort mit immer stärker werdenden Stromstößen bestraft. In dem Experiment soll festgestellt werden, inwieweit Versuchspersonen Anweisungen entsprechen, die ihrem Gewissen widersprechen.

Diese Seite der Berliner Universität beschreibt die wichtigsten Informationen zu diesem Experiment auf einfache und übersichtliche Weise. Dort finden sich auch weitere Literaturhinweise.

www.stangl-taller.at/TESTEXPERIMENT/experimentbspmilgram.html

Kommentar: Eine weitaus genauere Beschreibung dieses Experiments kann auf dieser Seite gelesen werden. Verdeutlicht mit Tonbandaufnahmen (aus dem Originalexperiment) kann sich der User die Situation genau vor Augen und Ohren führen und an den aufrüttelnden Ergebnissen Teil haben, welche in diesem Experiment gezeigt werden.

http://de.wikipedia.org/wiki/Stanley_Milgram

Kommentar: Das klassische Verhaltensexperiment zur autoritären Hörigkeit. Seite mit Erklärungen und weiterführenden Links.

5.3 Das Stanford Prison Experiment

An der Stanford University (USA) wird 1971 das „Stanford Prison Experiment“ durchgeführt. Ziel der sozialpsychologischen Studie ist die Erforschung von menschlichem Rollenverhalten. 24 freiwillige Versuchspersonen werden per Zufall in „Gefangene“ und „Wärter“ aufgeteilt und sollen zwei Wochen in diesen Rollen bleiben. Als Gefängnis dient ein umgebauter Flur im Keller der Universität. Die Gefangenen müssen drastische Einschränkungen in Kauf nehmen: anstatt Kleidung tragen sie nur ein langes Hemd und werden zu dritt in eine enge Zelle gepfercht. Die Wärter müssen für Ordnung sorgen. Das tun sie mit drastischen Maßnahmen: bereits in der ersten Nacht bestrafen sie aufmüpfige „Häftlinge“, indem sie ihnen die Betten wegnehmen, sie ausziehen und mit einem Feuerlöscher abspritzen. Doch es wird noch schlimmer, und bereits nach sieben Tagen muss das Experiment abgebrochen werden.

Das Experiment ist verfilmt und im Film etwas abgewandelt worden. Trotz des sehr dramatisierten Verlaufs kann der Film für Diskussionsrunden gut genutzt werden. Siehe:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Stanford-Prison-Experiment>

Kommentar: Ein klassisches Verhaltensexperiment in Situationen von Gefangenschaft. Seite mit Erklärungen und weiterführenden Links.

<http://www.prisonexp.org/german/indexg.htm>

Kommentar: Ein interessanter Aufbau des Experiments. Von der Vorbereitung, über die Ausführung – mit allen Problemen -, bis hin zum Abbruch des Experiments beschreibt diese Seite (eindrucksvoll mit Videoaufnahmen) das Experiment. Der User kann sich entweder von vorne bis hinten „durchklicken“, oder aber nur bestimmte Punkte herausgreifen.

[http://de.wikipedia.org/wiki/Das_Experiment_\(Film\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Das_Experiment_(Film))

Kommentar: Seite zum Film „Das Experiment“, der gut genutzt werden kann, um Gefahren sozialpsychologischer Experimente zu thematisieren. Interessant ist es, sich den Film anzuschauen. In dem Thriller von 2001 mit Moritz Bleibtreu in der Hauptrolle wird der Handlungsstrang über den Punkt hinausgeführt, an dem er in der Realität aufgehört hat. Die

Frage: Was wäre passiert, wenn das Experiment nicht abgebrochen worden, sondern weitergelaufen wäre?

Die Drehbuchvorlage zu diesem Film wurde aus Mario Giordanos Buch „Black Box“ entnommen, welches genau dieses Problem thematisiert.

<http://www.kinopolis.de/filminfo/e/experiment.html>

6. Reflexion der Methode

6.1. Methodenkompetenz

Die Methode des Experiments als eine Methode zu sehen, die dem oft kritisierten und überholt wirkenden Frontalunterricht entgegenwirkt, gestaltet sich als nicht besonders schwierig. Durch das mehrdimensionale Lernen und das Zusammenwirken von kognitiven, emotionalen und praxisorientierten Handlungen („Kopf-Herz-Hand“) ist die Aktivität, Selbstbestimmtheit und Produktivität der Lernenden in höchstem Maße gefordert.

Im Experimentieren wird besonders die Beobachtungsgabe geschult. Die Lernenden müssen in der Lage sein, sich auf bestimmte Vorgänge zu konzentrieren und wahrzunehmen, was genau in diesem Bereich vor sich geht. Die Beobachtung gilt als Vorstufe des Protokollierens und als Grundlage eines Experiments.

Sieht man die Lernvorgänge während des Experimentierens und die Methode als solche, bemerkt man die gegenseitige Beeinflussung, die zwischen beiden besteht:

Die Methode beeinflusst den Lernvorgang innerhalb der schrittweisen Annäherung ans Endergebnis. Der Lerner sieht sich mit anderen Vorgängen und Handlungen konfrontiert, als er es z.B. im Frontalunterricht wäre. Er muss selbstständiger handeln und die (weitreichenderen) Konsequenzen diesbezüglich tragen. Das Textverständnis, die Formulierung einer Hypothese, die Durchführung des Experiments und schließlich die gewonnene Erkenntnis stehen im klaren Gegensatz zu einer vom Lehrenden formulierten Frage, die der Lernende von seinem Stuhl aus beantwortet.

Doch trotzdem setzt sich das Experiment in der Schule nur langsam durch. In den Naturwissenschaften findet man diese Art der Lehrstoff-Vermittlung noch am ehesten. Hier können berühmte Experimente nachgestellt werden, die benötigten Materialien finden sich in den Lehrstoffsammlungen. Die Schüler erleben, was z.B. passiert, wenn man Flüssigkeit A mit Flüssigkeit B mischt, ohne dieses auf rein theoretischem Weg zu (er-)lesen.

Leider wird es in vielen schulischen Bereichen nicht als notwendige Unterrichtsmethode betrachtet. Unter Rahmenbedingungen, die bestimmt sind von Geld-, Lehrer und Zeitmangel, kann sich eine solche Methode nicht unbedingt durchsetzen. Es ist unbestreitbar, dass die Durchführung eines Experiments aufwendiger ist, als wenn ein Lehrer den Schülern rein theoretisch darüber referiert. Um die volle Effektivität des Experiments zu erreichen, genügt es auch nicht, den Schülern einen Tatbestand zu erläutern und ihnen die Vorgaben für das Experiment zu geben. Von großer Bedeutung ist die Mitarbeit der Lerner an der Hypothesenerstellung. Die benötigten Materialien dann aufzutreiben, um mit Hilfe von „Versuch und Irrtum“ zu einem Ergebnis zu gelangen, nimmt sehr viel Zeit in Anspruch, die für andere Lerngegenstände verloren geht.

Was nützt es aus gesellschaftlicher Perspektive also, könnte man sich fragen, wenn die Lerner zwar auf einem Gebiet „Meister“ sind – von der Herleitung des Problems bis zur Abschluss-

Formulierung, aber auf den anderen Gebieten regelrecht „versagen“, da die zeitlichen Bedingungen verhindern, dass sie durchgenommen wurden?!

Um also das Experiment in dem Maße und Rahmen anwenden zu können, dass es sowohl der Schule (mit den leider vorherrschenden Mängeln), der Gesellschaft (mit ihren Anforderungen – die nach Pisa noch höher geworden sind), den Lehrenden (mit den vorgegebenen Curricula) und natürlich den Lernenden entspricht, sind reifliche Vorüberlegungen nötig.

Wo lohnt sich der Aufwand eines Experimentes bzw. welche Sachverhalte könnte man auch durch andere Unterrichtsformen hinreichend klären? Wie viel kann der Lehrer vorgeben, um Zeit zu sparen, aber die Schüler doch genügend mit einzubeziehen? – dies sind nur einige mögliche und wichtige Fragen.

Ein erster Versuch, diesen Anforderungen zu entsprechen, wäre fächer-übergreifender Unterricht. Zum Beispiel könnte das Thema „Wasser“ im Deutschunterricht durch themenspezifische Texte behandelt werden, in denen die Metapher „Wasser“ eine wichtige Rolle spielt. In Biologie bestünde die Möglichkeit, einen Versuch zur Reinigung von verschmutztem Wasser durchzuführen, bei dem die Lernenden direkt mit dem Element arbeiten. Die Physik könnte Dichtebestimmungen vornehmen, usw.

Zugleich wird ein Schulsystem, das noch überwiegend auf reproduktive Kenntnis- und Wissensvermittlung ausgelegt ist, aber auch umdenken müssen, wie die schwachen Pisa-Ergebnisse in Deutschland zeigen. Weniger ist dann mehr, wenn in den Methoden zugleich eine Methodenkompetenz ausgebildet werden kann, die eine eigenständige spätere Informations- und Wissensbeschaffung einschließt. Dazu aber sind Experimente besonders geeignet. Ihr Anteil im Lernen sollte daher deutlich erhöht werden.

6.2. Methodenvielfalt

Das Experiment bietet in seiner Form als Schulexperiment oder Experiment in Weiterbildungen eine hohe Variations- und Durchführungsvielfalt. Der Gewinn einer bestimmten Erkenntnis lässt sich mit Hilfe dieser Methode auf viele Weisen ermöglichen. Die Lernenden können Experimente im Hinblick auf „Was passiert, wenn...“ / „Passiert X wenn Y“, usw. durchführen. Es ist eine Methode, die durch die Vielfalt der Möglichkeiten ihres Ablaufes ein besonderes Maß an Verknüpfungen bestimmter Methoden und Techniken des Lernens ermöglicht. Es gilt so nicht nur einen Text zu lesen, sondern es müssen bestimmte Items herausgestellt werden, die es den Lernenden ermöglichen, hiermit weiterzuarbeiten (z.B. um eine Hypothese aufstellen zu können). Die Materialienbeschaffung erfordert ein gewisses Maß an Organisationstalent; später, bei der eigentlichen Durchführung werden Motorik, Ausdauer und sauberes Arbeiten genauso geschult, wie die Fähigkeit stets das richtige „Maß aller Dinge“ zu verwenden (Zeit, Mengen, usw.).

Des Weiteren bietet die Methode des Experiments eine große Erfahrungsnähe dadurch, dass vor allem sinnliche Erfahrungen im Vordergrund stehen. Es geht nicht nur darum, ein Endergebnis im Sinne von „richtig“ und „falsch“ zu ermitteln, sondern vielmehr ist es der Prozess der Erfahrung selbst, der den gewünschten Lerneffekt beschreibt. Denn auch durch ein „falsches“ Ergebnis kann der Lernende wichtige Aussagen über das Erlernete machen.

Das Experiment ist in seiner Vielfalt eine sehr teamorientierte Methode. Durch die Verbindung verschiedener Methoden und Techniken im Experiment erweist es sich gerade für heterogene Gruppen als gut geeignet. Aufgrund der Variation von Tempo, Aufgabe, usw. können die einzelnen Gruppenmitglieder nach ihren Möglichkeiten arbeiten und sich aufeinander einstellen. Langsamere könnten Aufgaben übernehmen, die einfacher und nicht so zeitintensiv sind, während andere sich eher mit den kniffligen Problemen beschäftigen. Um

dann zu einem richtigen Ergebnis zu gelangen, müssen die unterschiedlich bearbeiteten Aufgaben zusammengefügt werden. Jeder muss sich auf jeden verlassen – Teamarbeit ist gefragt.

Einen weiteren Pluspunkt verbucht das Experiment gegen den Schematismus. Oftmals haben Lernende eine eingeschränkte Sicht auf Lerninhalte, wodurch auch keine neuen eigenen Ideen zur Problembearbeitung eines Lerngegenstandes mehr zustande kommen. Jeder hat sich sein Lernschema, das er in fast jedem Bereich auch anwenden kann, aufgebaut und gefestigt. Die Möglichkeit des Experiments, auf unterschiedlichen Lernwegen zum Ergebnis zu kommen, wirkt diesem Phänomen entgegen und macht die Lernenden sensibler für künftige Lernsituationen.

6.3. Methodeninterdependenz

Gemeint ist hiermit die Frage, mit welchen Methoden sich das Experiment besonders gut kombinieren lässt. Besondere Erwähnung soll hier die [Erkundung](#) finden, eine Methode, deren Gelingen in besonderem Maße auf der Neugier der Lernenden aufbaut. Im Rahmen einer Erkundung ergeben sich neue Fragestellungen zu einem Themengebiet, die anhand der Durchführung eines Experiments gelöst werden können. Die Erkundung stellt zudem eine Möglichkeit dar, Material für ein Experiment zu sichten.

Das Experiment kann beispielsweise auch als Bestandteil einer [Projektarbeit](#) eingesetzt werden, sofern dies der zu bearbeitende Thematik entspricht.

Zudem sind andere, „kleinere“ Lernmethoden und Techniken mit dem Experiment leicht verknüpfbar. Ein Beispiel hierfür wäre das Protokollieren, das während des Experimentierens eine große Rolle spielt. Nur so können Erkenntnisse definiert und ggf. nachgeprüft werden. Das Protokollieren als Ergänzung zum Experiment zu sehen, ist insofern ein wichtiger Punkt. Zur Präsentation der Ergebnisse eines Experiments eignen sich Visualisierungstechniken/-methoden, etwa die [Metaplan-Methode](#), diese können auch in der Planungsphase hilfreich sein, etwa bei der Fragestellung oder Versuchsplanung.

7. Praxiserfahrungen

Von Julia Auffenberg:

Meine These ist, dass Experimente besser im Gedächtnis bleiben, als andere Stoffvermittlungen. Und sie wecken zudem ein höheres Methodenbewusstsein.

Als eine Praxiserfahrung soll ein Experiment genannt werden, das ich selbst als Grundschülerin durchgeführt habe. Dabei ging es darum, Wasser zu reinigen. Das Wasser war mit Sand und Salz verschmutzt.

Das Experiment wurde zum Unterrichtsthema „Wasser“ durchgeführt. Wir haben uns später selbst ein Wasserwerk angeschaut und durften Fragen zu den einzelnen Techniken und Maschinen stellen. Zuvor hatten wir einen Spaziergang gemacht, um das Wasser in einem Fluss zu begutachten. Es ging vor allem darum, das Wasser in seiner natürlichen Form zu sehen – also nicht: Wasserhahn auf/zu...

Um nun „unser“ Wasser zu reinigen, ging es zunächst darum Ideen zu entwickeln, wie man diese Durchführung handhaben könnte.

Nachdem wir einige Ideen gesammelt hatten, wurden Tischgruppen zusammengestellt, die mit Hilfe bestimmter Materialien untersuchen sollten, ob die Reinigung des Wassers auf diese – von uns ausgedachte – Möglichkeit funktionierte.

Wir haben das Wasser zunächst gefiltert. Dabei war der gröbste Schmutz natürlich herausgefiltert, doch war das Wasser immer noch etwas bräunlich. Je feiner die Filteranlagen wurden, umso klarer wurde das Wasser. Es lief irgendwann darauf hinaus, dass wir mehrere Kaffeefilter übereinander stülpten, um ganz feine Poren zu bekommen.

Blieb nur noch das Problem mit dem Salz. Doch auch das konnten wir klären, indem wir das Wasser destillierten: Wir haben es zum Kochen gebracht und den Wasserdampf aufgefangen. Nach einiger Zeit konnte man feststellen, dass in dem ursprünglichen Gefäß das Salz zurückblieb, während sich in dem neuen Gefäß klares Wasser befand.

Gezeigt hatte uns der Versuch, wie schwierig es im Prinzip ist, Wasser richtig zu reinigen. Von uns wollte keiner das angeblich „saubere“ Wasser trinken.

Es ging um die Verschmutzung vieler Flüsse und Seen, und dass wir darauf achten müssen, die Umwelt nicht zu zerstören. Mit Hilfe dieses Experiments sollten die Lernenden sensibilisiert für die Umwelt und deren Erhaltung werden.

Ich kann mich noch daran erinnern, wie viel Spaß das experimentieren gemacht hat. Und an der Tatsache, dass ich mich auch heute noch relativ gut daran erinnern kann, kann man erkennen, dass durch Experimentieren doch einiges „hängen bleiben“ kann.