

Experimente in der Erziehungswissenschaft

Ein Konzept zur Einführung in empirische Methoden der
Erziehungswissenschaft für den Themenbereich Lerntheorien

Schriftliche Hausarbeit gem. § 33 OVP
im Rahmen der Zweiten Staatsprüfung
für das Lehramt für die Sekundarstufe I/II

vorgelegt von

Thomas Schwarze

Fach: Pädagogik

Fachleiter: Heinz Dorlöchter

Studienseminar für das Lehramt für die Sekundarstufe II

Gelsenkirchen II

Gelsenkirchen, Mai 2006

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Begründungszusammenhang	3
3. Planungsvorhaben	6
3.1 Fachdidaktische Überlegungen / Richtlinienbezug	6
3.2 Theoretische Einordnung	8
3.2.1 Erziehungswissenschaftliche Methoden	8
3.2.2 Die empirische Methode	9
3.2.3 Das Experiment	9
3.3 Konkrete Zielvorstellungen	11
4. Das Konzept	13
4.1 Überlegungen zu den Info-Blättern	15
4.2 Schnittstellen	16
4.2.1 Kriterien eines Experimentes (Experiment nach Bousfield)	17
4.2.2 Fragestellung und Hypothese (Pawlow)	18
4.2.3 Unabhängige und abhängige Variablen (Skinner)	20
4.2.4 Logik des Experimentes (Bandura)	22
4.2.5 Generalisierbarkeit und ethische Gesichtspunkte (Liebert & Baron)	25
4.3 Evaluation	28
5. Fazit und Reflexion	29
6. Literaturverzeichnis	32
7. Anhang	33

1. Einleitung

In der vorliegenden Arbeit soll ein Unterrichtskonzept zur Einführung in die empirischen Methoden der Erziehungswissenschaft am Beispiel des Experimentes vorgestellt werden.

Dazu werde ich zunächst konkrete Beobachtungen während meiner Lehrerausbildung genauer analysieren und die sich daraus ergebenden allgemeinen Zielvorstellungen für ein praktikables Unterrichtskonzept erörtern. Nach der fachdidaktischen Betrachtung unter Einbeziehung des Lehrplans für das Fach Erziehungswissenschaft und einer Verortung des Experimentes aus theoretischer Sicht sollen dann detaillierte Unterrichtsziele formuliert werden, bevor ich das Gesamtkonzept mit entsprechenden Evaluationsmöglichkeiten und einem abschließenden Fazit vorstelle.

2. Begründungszusammenhang

Während meines selbstständigen Unterrichts und meines Ausbildungsunterrichts im Fach Erziehungswissenschaft in der Jahrgangsstufe 11 hatte ich mehrfach die Gelegenheit, Schülern und Schülerinnen (im Folgenden SuS genannt) beim Umgang mit Experimenten und ihrer Ergebnisse zu beobachten.

So behandelte ein EW-Kurs in der 11/2, bei dem ich in meinem ersten Ausbildungshalbjahr hospitierte, verschiedene Experimente. Sowohl während der Bearbeitungsphasen als auch im anschließenden Unterrichtsgespräch und bei der Präsentation von Hausaufgaben fiel mir auf, dass die SuS große Probleme damit hatten,

- die Planungsdetails differenziert herauszuarbeiten und mit dem entsprechenden Fachvokabular zu benennen (Fragestellungen, Hypothesen, Variablen etc.),
- bedeutsame Planungsaspekte zu erkennen und kritisch distanziert zu beurteilen (Validität, ethische Gesichtspunkte),
- die Ergebnisse ohne unreflektierte Generalisierungen zu formulieren und auszuwerten.

In meinem selbstständigen Unterricht in der Jahrgangsstufe 11 arbeitete ich im ersten Halbjahr mit dem Experiment von Lewin zu der Wirksamkeit von Erziehungsstilen. Auch in dieser Gruppe hatten die SuS erhebliche Schwierigkeiten, Planungsdetails differenziert wahrzunehmen, sodass ich mich intensiver mit den Ursachen solcher Probleme und mit den diesbezüglichen Anforderungen an Unterricht auseinander gesetzt habe.

Die Gründe für diese Probleme sehe ich auf unterschiedlichen Ebenen. Für eine angemessene Bearbeitung von Texten, die Experimente beschreiben, muss den SuS zunächst die grundlegende Vorgehensweise bei Experimenten klar sein. So ist die Beschreibung von Experimenten für die Auswertung ihrer Ergebnisse von entscheidender Bedeutung. Bei der Analyse solcher Texte ist ein spezielles selektives Erfassen der Informationen über das Experiment notwendig, wobei die von mir beobachteten SuS nicht auf Vorkenntnisse aus den naturwissenschaftlichen oder sozialwissenschaftlichen Fächern (hinsichtlich des Fachvokabulars, experimenteller Vorgehensweise etc.) zurückgreifen konnten.¹

Die fehlende kritische Distanz der SuS gegenüber den Planungsdetails von Experimenten lässt sich auf unterschiedliche Ursachen zurückführen. Durch die fehlende inhaltliche Auseinandersetzung mit Experimenten ist aus methodischer Sicht nicht von einer kritischen Distanz hinsichtlich der empirischen Methoden auszugehen, zumal die auf den ersten Blick scheinbar *eindeutigen* Aussagen auch zu einem unkritischen Umgang verleiten. Erst durch die Schärfung eines Bewusstseins für Planungsdetails, aber auch durch die Kenntnis der grundsätzlichen Schwäche der empirischen Methode kann der kritische Umgang der SuS mit Experimenten gefördert werden.

Eine Einführung in die empirische Methode *Experiment* ist also notwendig, wenn man die SuS dazu befähigen will, den Ablauf von Experimenten genau zu erfassen, deren Ergebnisse exakt auszuwerten und die Allgemeingültigkeit der Aussagen kompetent zu beurteilen. Denn ohne eine entsprechende Hinführung kann man nicht davon ausgehen, dass sie die vermittelten Aussagen mit der notwendigen kritischen Distanz zu den Unterrichtsinhalten produktiv in Beziehung setzen können.

¹ Im Fazit wird auf die Notwendigkeit fächerverbindender Absprachen hingewiesen.

Der Themenbereich Lerntheorien in der Jahrgangsstufe 11/2 bietet sich für eine solche Einführung an, da für die inhaltliche Erarbeitungen unterschiedliche Experimente herangezogen werden.

Als grundlegende Zielvorstellung kann dabei eine Erarbeitung der wesentlichen Grundbegriffe, Kriterien und Planungsdetails gelten, die den SuS beim Arbeiten und Auswerten von Experimenten die nötigen Grundlagen für eine kritische Betrachtungsweise an die Hand gibt. Dabei sollen Einzelelemente im Laufe der Behandlung des Themenfeldes Lerntheorien schrittweise eingeführt werden – wobei ich herausarbeiten werde, welche Elemente sich in Auseinandersetzung mit den verschiedenen Experimenten im Besonderen anbieten.

Der Schwerpunkt des Konzeptes liegt also in der Lehrerfunktion *Unterrichten*. Zudem leistet es aber auch einen Beitrag hinsichtlich der Lehrerfunktionen *Fördern* (Kritikfähigkeit im Hinblick auf die Generalisierungsansprüche von Experiment-Ergebnissen für die Erziehungspraxis) und *Organisieren* (Integration von aufbauenden Inhalten über einen längeren Zeitraum).

3. Planungsvorhaben

Bevor man die empirische Methode Experiment als Gegenstand für eine Konzeptentwicklung für den Unterricht in Erziehungswissenschaft (EWU) angeht und dafür genaue Ziele formuliert, sind neben der Analyse der Beobachtungen zwei Schritte notwendig: Zum einen muss klar werden, welche Aspekte aus fachdidaktischer Sicht und hinsichtlich der Grundprinzipien des gymnasialen Oberstufenunterrichts für einen Aufbau von methodischen Kenntnissen und Fähigkeiten wichtig sind, zum anderen muss eine theoretische Einordnung der empirischen Methode Experiment geleistet werden, um herausarbeiten zu können, in welchem theoretischen Rahmen die Vermittlung der entsprechenden Inhalte stattfinden soll.

3.1 Fachdidaktische Überlegungen / Richtlinienbezug

Der Lehrplan für das Fach Erziehungswissenschaft geht von einem unauflösbaren Zusammenhang von Theorie und Praxis aus², neben der „Wissenschaftspropädeutik“ nennt er als zentrale Aufgaben „Hilfen zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit“ (Handlungspropädeutik). Dabei geht es bei der Wissenschaftspropädeutik „um eine wissenschaftsgeleitete Auseinandersetzung mit den Gegenständen des Faches, um die Untersuchung und Aufdeckung des Zusammenhangs zwischen Wissenschaft und Erziehungspraxis und um die Frage, inwieweit Wissenschaft diese Praxis initiieren und legitimieren kann.“³ Das didaktische Prinzip der Handlungspropädeutik hingegen richtet den Fokus auf pädagogische Handlungsfelder, Handlungsbedingungen und Möglichkeiten pädagogischen Handelns sowie auf ein Bewusstsein für Konsequenzen pädagogischen Handelns.⁴

Eine Auseinandersetzung mit der empirischen Methode Experiment legt den Schwerpunkt auf den wissenschaftspropädeutischen Auftrag, sollte aber den handlungspropädeutischen Nutzen nicht aus dem Blick verlieren. So ist es hinsichtlich der Förderung der Urteilskompetenz notwendig, dass die SuS lernen, mit verschiedenen wissenschaftstheoretischen Zugriffsweisen

² MSWWF, 1999, S. 5

³ MSWWF, 1999, S. 6

⁴ Vgl. MSWWF, 1999, S. 6

angemessen umzugehen⁵ sowie die Erörterung ihrer pädagogischen Relevanz systematisch zu erweitern.

Der Lehrplan nennt die methodische Erschließung der Erziehungswissenschaft gleichberechtigt neben der inhaltlichen, wobei die empirischen Methoden der Datengewinnung als Methode der Beschaffung, Erfassung und Produktion pädagogisch relevanter Informationen obligatorisch genannt werden.⁶

Stiller hebt hervor, dass die methodische Erschließung hier „im Sinne einer aktiven Aneignung und um Verstehen bemühten Reflexion“⁷ zu verstehen ist. Im Hinblick auf die Erschließung der Lerntheorien durch die in diesem Zusammenhang behandelten Experimente bedeutet dies, dass im Sinne eines forschenden Lernens⁸ den SuS die Möglichkeit geboten wird, sich Unterrichtsinhalte selbstständig zu erschließen. So dient die wissenschaftliche Methode in seinem EWU-Verständnis nicht einem Selbstzweck, sondern der *Erschließung* der Erziehungswirklichkeit.⁹ Da es bei dem vorliegenden Konzept aber um eine *Einführung* in die empirische Methode Experiment geht, soll der Schwerpunkt dieser Arbeit nicht auf der nachforschenden Erschließung der Lerntheorien selbst liegen. Sie zeigt, wie man die grundlegenden Aspekte der Experiment-Methode vermitteln und die SuS dazu befähigen kann, in einer kritischen Auseinandersetzung Chancen und Grenzen der experimentellen Erschließung der Erziehungswirklichkeit zu erkennen. Das Konzept *unterstützt* so ein forschendes Lernen, indem es Grundlagen für dieses schafft.

So wird bei einer Auseinandersetzung mit Experimenten deutlich, dass die Wissenschaft „über manche Sachverhalte durchaus widersprüchliche Aussagen trifft und durchaus unterschiedliche Handlungskonsequenzen aus ihren Aussagen gezogen werden können.“¹⁰ Um dies für SuS abschätzbar zu machen, ist es notwendig, dass sie die unterschiedlichen Formen wissenschaftlicher Aussageweisen und die mit ihnen korrespondierenden Methoden unterscheiden lernen.¹¹ Die Erarbeitung der empirischen Methode Experiment kann hierzu einen Beitrag leisten, indem die SuS die zugrunde liegenden methodischen Grundannahmen

⁵ Vgl. Langefeld, 2000, S. 241

⁶ MSWWF, 1999, S. 12 f.

⁷ Stiller, 2001, S. 34

⁸ Vgl. Stiller, 1997, S. 82 f.

⁹ Vgl. Stiller, 2001, S. 34

¹⁰ Beyer, 2000, S.266

¹¹ Vgl. Hülshof, 2000, S. 159

und die daraus ableitbaren Aussagen kennen und kritisch reflektieren lernen. Eine konkretere Abgrenzung zu den anderen Methoden kann dann in den Jahrgangsstufen 12/13 darauf aufbauend geleistet werden.

So betont auch der Lehrplan für das Fach Erziehungswissenschaft diese Aspekte:

Die SuS sollen:

- „die grundlegenden Fragestellungen und leitenden Begriffe sowie die besondere Sichtweise und *Methodik des Faches Erziehungswissenschaft kennen lernen*, gleichzeitig aber auch Einsicht in die *Leistungen und Begrenzungen wissenschaftlicher Erfassung pädagogischer Probleme gewinnen*
- auf der Basis der Methodenpluralität des Faches *unterschiedliche wissenschaftliche Methoden kennen lernen, anwenden und reflektieren*“¹².

3.2 Theoretische Einordnung

3.2.1 Erziehungswissenschaftliche Methoden

In der aktuellen Literatur werden in der Regel¹³ drei Grundmodelle erziehungswissenschaftlicher Forschungsmethoden unterschieden. Dabei lassen sich die empirischen Verfahren (Experiment, Beobachtung, Befragung oder Test) von denen der Hermeneutik und den qualitativen Methoden abgrenzen.¹⁴

All diesen Methoden liegt das Anliegen zugrunde, möglichst gesicherte Erkenntnisse über die Erziehungswirklichkeit zu gewinnen. Dabei stehen die Methoden durchaus nicht nebeneinander, sondern werden häufig für die Formulierung wissenschaftlicher Aussagen in sich gegenseitig unterstützender Funktion herangezogen. So weist Roth im Hinblick auf die Interdependenz geisteswissenschaftlicher und empirischer Methoden in der Erziehungswissenschaft auf Folgendes hin:

¹² MSWWF, 1999, S. 7 f.

¹³ In älterer Literatur werden vier Methoden unterschieden (empirische, hermeneutische, phänomenologische und dialektische) vgl. z. B.: Hagmüller, 1979

¹⁴ Vgl. Gudjons, 2003, S. 55 ff.

„Man kann eher sagen, daß ohne [...] ‚denkerische Vorarbeit‘, ganz zu schweigen von der ‚denkerischen Nacharbeit‘ die Empirie stumm bleibt und von Forschung im modernen Sinne überhaupt nicht gesprochen werden kann.“¹⁵

3.2.2 Die empirische Methode

Das charakteristische Merkmal der empirischen Forschung ist die Überprüfung von Hypothesen an der Realität mit dem Ziel, mögliche Zusammenhänge, Bedingungen, Wechselwirkungen und Abhängigkeiten von Variablen *erklären* zu können.¹⁶ Es steht so im Gegensatz zum *Verstehen* der geisteswissenschaftlichen Pädagogik. Das bedeutet, dass nicht versucht wird, die Sinnzusammenhänge erziehungswissenschaftlicher Fragestellungen als Ganzes, sondern die Erziehungswirklichkeit mit ihren kausalen und funktionalen Abhängigkeiten zu ergründen. Dazu werden Hypothesen aufgestellt, die daraufhin kritisch überprüft werden, ob sie wahr oder falsch sind. Diese Überprüfung erfolgt systematisch und methodisch kontrolliert.

Für den Erkenntnisgewinn steht eine Reihe von empirischen Methoden zur Verfügung. Dabei werden auch in der heutigen erziehungswissenschaftlichen Empirie die Verfahren Experiment, Beobachtung, Befragung und Test eingesetzt.¹⁷

Gerade im Zusammenhang mit Lerntheorien werden – historisch bedingt – Experimente für die Erarbeitung von lerntheoretischen Unterrichtgegenständen im EWU der Jahrgangsstufe 11 herangezogen.

3.2.3 Das Experiment

Kurz gesagt ist ein Experiment ein absichtliches planmäßiges Herbeiführen eines Vorgangs, um diesen gezielt beobachten zu können. Bisweilen werden aber bei der Definition des Experimentes unterschiedliche Akzente gesetzt. Einigkeit besteht darin, dass die aktive Manipulation der Versuchsbedingungen durch den Experimentator und damit die

¹⁵ Roth, 1969, S. 31

¹⁶ Vgl. Gudjons, 2003, S. 60

¹⁷ Vgl. Gudjons, 2003, S. 60 ff.

Möglichkeit, Ursache und Wirkung zu unterscheiden, das Wesentliche am Experiment ausmacht.¹⁸

Von seinem Ansatz her ist das Experiment die einzige Forschungsform, die es erlaubt, Kausalbeziehungen zwischen Variablen zu überprüfen. Grundlegende Wesensmerkmale eines Experimentes sind dabei die Willkürlichkeit (Planmäßigkeit), die Variierbarkeit und die Wiederholbarkeit. So kann der Forscher die Bedingungen, die Situation, Ort und Zeit selbst bestimmen (Willkürlichkeit) und systematisch die Bedingungen, von denen ein zu beobachtbarer Effekt abhängig ist, ändern (Variierbarkeit). Durch eine genaue Planung muss eine Replikation des Experimentes möglich sein (Wiederholbarkeit).¹⁹

Empirisch orientierte Vorgehensweisen haben das folgende Grundmuster:

1. Formulierung einer Fragestellung
2. theoriebezogene Entwicklung von Hypothesen
3. forschungsbezogene Operationalisierung dieser Hypothesen
4. Auswahl/Kombination von Methoden (in diesem Fall Experiment)
5. Sammeln von Daten
6. die Aufbereitung dieser Daten (in der Regel mithilfe statistischer Verfahren)
7. Interpretation und Herausarbeiten des Kerns der Aussage, die als Resultat Annahmen bestätigt oder widerlegt.²⁰

Im Hinblick auf eine **Einführung** in die Experiment-Methode macht es Sinn, die Punkte 1 – 3 und den Punkt 7 als Gegenstand des vorgeschlagenen Konzeptes auszuwählen, wobei wichtige Planungsgrundlagen der Experiment-Durchführung genau behandelt werden sollen.

Im Zusammenhang mit den Lerntheorien werden im Unterricht lediglich Laborexperimente für die Erarbeitung herangezogen. Im Unterschied zu den Feldexperimenten können hierbei störende äußere Bedingungen sehr gut kontrolliert werden, indem viele unerwünschte Störquellen einfach eliminiert werden.²¹ Da die grundsätzliche experimentelle Vorgehensweise gerade bei Laborexperimenten klar wird, bieten sich die im Unterricht herangezogenen Experimente deshalb für die Erarbeitung der Experiment-Methode an.

¹⁸ Stangl, 2005

¹⁹ Vgl. Skowronek, 1977, S 49 ff.

²⁰ In Anlehnung an Gudjons, 2003, S. 61

²¹ Vgl. Jacobs, 1998

Der Hauptansatz für eine **Kritik** an den empirischen Methoden – und damit auch am Experiment – ist der, dass die Standardisierung des Umfelds, die um der Exaktheit und Kontrollierbarkeit willen nötig ist, zwangsläufig zu einer Reduktion der Erkenntnismöglichkeit führt. So werden die Fragestellungen von ihrem Kontext stark isoliert, das Subjekt „vergleichsgültig“, sodass „aus dem Durchschnitt kaum gültige Aussagen über den Einzelfall zu machen sind“.²²

Für die Förderung eines angemessenen kritischen Umgangs mit experimentellen Untersuchungen bedarf es zudem einer genaueren Betrachtung der experimentellen Planungsaspekte: Dadurch, dass Experimente eng umgrenzte Kausalbeziehungen zwischen Variablen überprüfen möchten, muss der Experimentator bei der Versuchsplanung darauf achten, mögliche Stör-Faktoren (externe Variablen) auszuschalten, die einen Einfluss auf die zu untersuchende Beziehung haben könnten. Neben diesem Aspekt, der die Gewährleistung der inneren Gültigkeit betrifft, muss der Experimentator auf die äußere Gültigkeit achten, d. h. er muss das Experiment möglichst so planen, dass das Ergebnis auch außerhalb der experimentellen Untersuchungsanordnung eine Aussagekraft hat. Durch die Kenntnis der Planungsnotwendigkeiten können die SuS die Relevanz der experimentellen Ergebnisse für die Erziehungspraxis besser abschätzen lernen.

3.3 Konkrete Zielvorstellungen

Im Lehrplan werden vier methodische Schritte genannt, die im Laufe der gymnasialen Oberstufe einer Bewusstmachung und Einübung bedürfen:

1. wahrnehmen, erkennen und darstellen
2. deuten, analysieren und erklären
3. urteilen, entscheiden und Stellung nehmen
4. planen, simulieren und handeln²³

Für die Auseinandersetzung in der Jahrgangsstufe 11/2 im Themenbereich Lerntheorien soll sich das Konzept auf eine Heranführung an die ersten drei Ebenen beziehen. So soll ein Konzept erstellt werden, das zunächst auf der ersten Ebene die inhaltlichen (methodischen)

²² Gudjons, 2003, S. 65

²³ Vgl. MSWWF, 1999, S. 12

Grundlagen von Experimenten erarbeitet, so dass Experimente angemessen von den SuS erfasst werden können. Bei der Vertiefung von wichtigen Aspekten werden ihnen zusätzlich Werkzeuge an die Hand gegeben, Experimente sowohl angemessen auszuwerten (zweite Ebene) als auch kritisch zu der Planung und Durchführung Stellung zu beziehen (dritte Ebene). Die vierte Ebene, die eine sinnvolle Planung und Durchführung eines Experimentes mit den erarbeiteten Kriterien und Grundlagen der Versuchsplanung und -durchführung einschließen würde, ist hinsichtlich der vorgestellten fachdidaktischen Ausgangslage zwar erstrebenswert, soll aber unter dem Zielgedanken einer Einführung in dieser Arbeit nicht vertiefend thematisiert werden.²⁴

Die anzustrebenden Lernziele lassen sich also wie folgt zusammenfassen:

Die SuS sollen

- das grundlegende Anliegen empirischer Methoden kennen,
- die Kriterien von Experimenten kennen und konkrete Experimente anhand dieser überprüfen können,
- Fragestellungen für Experimente – ausgehend von dem Planungsvorhaben – möglichst genau formulieren können,
- Hypothesen formulieren können,
- die Bedeutung von Fragestellung und Hypothese für die Planung von Experimenten erläutern können,
- aus einer Experiment-Beschreibung die unabhängige(n) und abhängige(n) Variablen herausarbeiten können,
- aus einer Experiment-Beschreibung herausarbeiten können, welche externen Variablen hinsichtlich der internen Validität kontrolliert werden,
- die Bedeutung der Operationalisierung von Begriffen kennen,
- kritisch Generalisierungsansprüche von Ergebnissen aus Experimenten ausgehend von den Planungsnotwendigkeiten angemessen erörtern können,
- strukturbedingte Möglichkeiten und Grenzen der empirischen Methode kennen und in ihre Generalisierungserörterungen miteinbeziehen,
- unter ethischen Gesichtspunkten Experimente kritisch betrachten können.

²⁴ Im Fazit wird aber auf diesen Aspekt im Sinne eines Ausblickes noch einmal eingegangen.

4. Das Konzept

Zur Einführung in die empirische Methode Experiment habe ich unterschiedliche Schnittstellen während der Erarbeitung der Lerntheorien in der Jahrgangsstufe 11/2 ausgesucht, an denen die dem Konzept zugrunde liegenden Ziele erreicht werden sollen.

Um eine Häufung des Stoffes zu vermeiden, habe ich mich dazu entschieden, die Kenntnisse und Fertigkeiten an jeweils bedeutsamen Experimenten aufzubauen. Die auf Experimente bezogenen methodischen Überlegungen sind für die SuS am ehesten leistbar und zumutbar, wenn sie an konkrete Beispiele gekoppelt sind.²⁵ Zudem bleibt der Fokus des Unterrichts (durch die Aufteilung der inhaltlichen Erarbeitung auf mehrere Experimente) auf die Erarbeitung der Lerntheorien gerichtet. Die schrittweise Erarbeitung der Experiment-Methode dient so immer auch der inhaltlichen Theorie-Erschließung.

Diese Vorgehensweise bietet sich auch deshalb an, weil im Zusammenhang mit dem Klassischen und Operanten Konditionieren vorwiegend Tierexperimente behandelt werden und erst im späteren Halbjahr Versuche mit Menschen (Lernen am Modell). So ist es möglich, die Kenntnisse und Fähigkeiten zunächst auf einfach struktureller Ebene zu erarbeiten. Verbunden mit weiteren Übungen können die SuS bei der Thematisierung von komplexeren, an Menschen durchgeführten Experimenten weitere Aspekte erarbeiten und schließlich ethische Gesichtspunkte und Probleme der Generalisierbarkeit diskutieren.

Die Lernprogression wird so schrittweise erfolgen, wobei immer wieder das schon erarbeitete Wissen aufgegriffen und vertieft wird, während mit wachsender Komplexität neue Inhalte hinzukommen, was den Erwerb von zusammenhängendem Wissen im Umgang mit Experimenten fördert. Eine immanente Wiederholung in thematisch neuen Zusammenhängen gewährleistet zudem eine Zunahme der fachlichen Substanz.²⁶

Hierfür ist eine auf die Anforderungen an die SuS ausgerichtete didaktische Reduktion der Planungsschritte von Experimenten mit seinen grundlegenden Kriterien notwendig, die dann sinnvoll auf die Schnittstellen verteilt werden müssen.

²⁵ Vgl. MSWWF, 1999, S. 34

²⁶ Vgl. MSWWF, 1999, S. 34

