

Wissenschaftsorientierte Lernziel dimension des Experiments im Unterricht

1. Wissenschaftsorientierung als didaktisches Leitmotiv

Jede Art von Unterricht hat in unserer modernen wissenschaftsoptimistischen Industriegesellschaft dem Axiom zu folgen, daß *effektives Lernen stets ein wissenschaftliches Lernen* sein müsse. Die Lehr- und Lernaktivitäten, aber auch die Lehr- und Lerninhalte sollen wissenschaftlichen Ansprüchen genügen. Die prinzipielle Orientierung aller Lehrinhalte und Lehrmethoden an den Inhalten und Methoden der Wissenschaften ist Leitprinzip jeder Unterrichtsorganisation geworden, denn „die Bedingungen des Lebens in der modernen Gesellschaft erfordern, daß die Lehr- und Lernprozesse wissenschaftsorientiert sind.“ [1]

Ein besonderes Gewicht kommt in diesem Zusammenhang der *Einführung in die wissenschaftlich-adäquaten Methoden* zu, was schon Dewey betonte:

„Fast täglich hören wir von vielen Seiten, daß es den Menschen nicht gelinge, ihr Leben vernünftig zu lenken. Wir hören da einerseits, daß eine umfassendere soziale Planung und vernünftige Regierung vereitelt wurde durch die Kompliziertheit der menschlichen Beziehung in häuslicher und auch internationaler Sicht. Andererseits scheitern Reformbestrebungen auch an dem Umstand, daß der Mensch, wie manche Kritiker behaupten, zu sehr ein Geschöpf seiner Emotionen und fixierten Gewohnheiten ist. Dieser Standpunkt wäre glaubhaft, wenn wenigstens einmal ein systematischer Versuch – beginnend bei der frühkindlichen Erziehung bis zu dem stetigen Arbeiten und Lernen der Jugend – mit dem Ziel unternommen worden wäre, die Methode des Denkens, wie sie sich in der Wissenschaft zeigt, als Lernmethode in die Erziehung einzuführen.“ [2]

Diese grundlegende Methode wissenschaftlichen Denkens und Forschens ist das *experimentelle Verfahren*, welches als experimentelle Lehr-Lern-Strategie [3] die übrigen wissenschaftlichen Tätigkeiten und Arbeitsweisen tangiert bzw. zur Voraussetzung hat. Wissenschaftsorientiertes Lehren und Lernen ist deshalb nur über die Methode „Lernen durch Experimentieren“ denkbar. Das bedeutet nicht, daß Wissenschaftsorientierung als didaktisches Leitmotiv ausschließlich ein methodisches Anliegen ist. Vielmehr ist durch den Vollzug der wissenschaftsadäquaten Methode des Experimentierens auch die Vermittlung wissenschaftsgemäßer Aussagen und Einsichten (Inhalte, Modelle) und die Gewinnung von positiven Einstellungen zur „Wissenschaft als Phänomen und Daseinsmacht“ (Kanz) möglich. Die didaktische Zielvorstellung der Wissenschaftsorientierung fordert dreidimensional die Schulung kognitiver, psychomotorischer und emotionaler Verhaltensdispositionen; sie kommen innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mehr oder weniger interdependent zur Anwendung.

Wissenschaftsorientierte Inhaltsvermittlung als Zieldimension der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

mäß dem didaktischen Leitprinzip der Wissenschaftsorientierung sollen die Lehr-Lerninhalte *wissenschaftlich adäquate Einzelkenntnisse bzw. theoretische Systeme* vermitteln. Das bedeutet, daß die Auswahl, Anordnung und Vermittlung der Lehr-Lern-Gegenstände repräsentativ, elementar und fundamental hinsichtlich der Wissenschaften sein muß. Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung kann im Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht angemessen erfüllt werden, wie die folgenden Ausführungen zeigen.

Wissenschaftliche Aussagen beschreiben Sachverhalte in einem wissenschaftslogisch strukturierten Theoriegefüge. Sie weisen gemäß ihrer jeweiligen Methodenabhängigkeit einen je *ekthaften Charakter* auf und sind deshalb als wissenschaftliche Einzelbegriffe und Theoriegefüge hinsichtlich ihrer strukturspezifischen (fachspezifischen, disziplin-orientierten) Natur der Sachverhalte als nur relativ gültige Erkenntnisse zu werten. Die Konstruktion einer Theorie von allen Richtungen der Forschung und der menschlichen Interessen akzeptierbarer „Einheitswissenschaft“ ist bisher nicht gelungen. Auch die naturwissenschaftliche Forschung als exakte Forschung hat seit dem Ende der Neuzeit eine je relative Einschätzung „Einheitswissenschaft“ oder überhaupt als Wissenschaft erfahren [4].

Die wissenschaftsadäquate inhaltliche Planung und Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen bedeutet das: Der Unterricht soll die wissenschaftslogisch strukturierten Theoriegefüge „nur“ als *Erklärungsmodelle* der realen Sachverhalte repräsentativ vermitteln. Solche wissenschaftlichen Modellvorstellungen sind als Basiskonzepte im Sinne von „Hilfskonstruktionen“ [5] zur logischen Erklärung der Wirklichkeit in elementarer, verständlicher Weise den wissenschaftlichen Ergebnissen nicht widersprechender Weise anzubieten. Den Charakter der Modellhaftigkeit und Methodengebundenheit wissenschaftlicher Inhalte ist es nun – der wissenschaftlichen Wahrhaftigkeit willen – im Unterricht deutlich zu machen.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist der adäquate methodische Grundtyp der Vermittlung, da *durch den experimentellen Vorgang die Methodenabhängigkeit wissenschaftlicher Aussagen deutlich* wird. Das Experiment ist wissenschaftstheoretisch als „Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht“ mit zyklischer Struktur zu bestimmen [6]. Eine Hypothese als Annahme innerhalb eines Theoriegefüges wird auf ihren „Wahrheits“-Gehalt mit Hilfe des Experiments im Rahmen eines Theoriegefüges untersucht. Die beim Experiment beobachteten sinnlichen Daten werden durch die Rückkoppelung an den theoretischen Vorentwurf interpretiert. Wissenschaftliche Begriffe und Konzeptionen sind also theoretische Basis für das Experiment als empirische Forschungsmethode. Die Herleitung von „experimentellen Sätzen“ aus „theoretischen Sätzen“ als erste Formalstufe des Experimentierens ist nach Holzkamp [7] die Basis für die zweite Formalstufe des Experimentierens als „herstellende Realisationshandlung.“ Ebenso ist die Bewertung der experimentellen Befunde nach Abschluß des „Realisationsversuchs“ nicht ohne Rückkoppelung an den theoretischen Vorentwurf sinnvoll. Die theoretische Vorbereitung des Experiments und die theoretische Auswertung sind an Theoriegefüge gekoppelt, die durch Begriffe,

Aussagen und Relationen konstituiert werden. Die Konstruktebene (hypothesis) wird durch die Indikatoren (experimentum) verifiziert oder falsifiziert. So ist das Experiment ein Prüfinstrument zur Konstruktion von wissenschaftlichen Modellvorstellungen über Sachverhalte. Die Art und Weise der experimentellen Anordnung entspricht dem theoretischen Vorentwurf und bestimmt die Interpretationsergebnisse entscheidend mit.

Für die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie bedeutet das, daß die Kenntnis wissenschaftstheoretischer Inhalte (Begriffe und Konzepte) vorausgesetzt ist, aber auch Inhalte neu erarbeitet und vertieft werden. Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie mit den ihr eigenen Merkmalen des wissenschaftlichen Forschungsprozesses ist eine adäquate Vermittlungsmethode wissenschaftlicher Inhalte. *Wissenschaftstheoretische Inhalte* (Begriffe, Konzepte, Einsichten, Systeme) bilden die *Grundlage* für die Hypothesenbildung als erste Formalstufe des Experimentierens. Wissenschaftstheoretische Inhalte (Begriffe, ...) sind auch Produkte der Interpretation des experimentellen Vorgangs und der experimentellen Befunde. Die experimentelle Strategie führt zu einem funktionalen Verständnis der wissenschaftlichen Begriffe und Zusammenhänge. Denn die Lerngegenstände können sachgemäß als Modellvorstellungen und nicht als ein für allemal festgelegte Regelgebilde „gelernt“ werden. Das ist auch bedeutsam im Sinne eines „erziehenden“ Unterrichts; denn die „Welt“ ist kein Katalog von schlicht zu lernenden Daten, Fakten und Begriffen. Die Gegenstandsstruktur ist nicht steril-eindimensional festlegbar, sondern in einem mehr oder weniger offenen *Untersuchungs- und Deutungsprozeß* jeweils neu festzustellen [8].

Durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kann begreifbar gemacht werden, wie der Mensch im experimentellen Zugriff die Gegenstände und Sachverhalte auf ihre Merkmale und Relationen hin untersucht und zu Kenntnissen und Einsichten über die „Natur“ (Umwelt) gelangt. Für den Lernenden selbst werden durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie wissenschaftliche Begriffe subjektiv „entdeckbar“ und in ihrem theoriespezifischen semantischen Stellenwert und Gehalt erkennbar. Schlüsselbegriffe wie Objekt, Interaktion, Relativität (vgl. Karplus bzw. Spreckelsen) sind nur über die methodische Vermittlung durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie in ihrer inhaltlichen Bestimmung operational erfaßbar. Der Lernende wird fähig, Untersuchungsergebnisse von anderen so zu interpretieren, als ob er sie selbst entdeckt hätte. Den Erwerb dieses funktionalen Verständnisses für naturwissenschaftliche Grundbegriffe kann man als „naturwissenschaftliche Bildung“ bezeichnen [9].

3. Wissenschaftsorientierte Methoden-anwendung als Zieldimension der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Sollen die Lehr-Lern-Methoden den Wegen der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung adäquat sein, so müssen im Unterricht fundamentale wissenschaftliche Forschungsmethoden in elementarer Weise eingeübt werden. Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie mit den ihr eigenen Merkmalen des wissenschaftlichen Forschungsprozesses ist eine *zentrale Methode zur Einschulung eines wissenschaftsadäquaten Forschungsverhaltens*. Sie ermöglicht das Erlernen elementarer Methodenkenntnisse und eines fundamentalen methodi-

schen Könnens mit elementaren Teilfertigkeiten, wie z.B. die Zielorientierung, die hierarchische Phaseneinteilung, den extern-internen Operationszusammenhang, die Koordination von Einzelaktivitäten und die Einsicht in die Methodenabhängigkeit des wissenschaftlichen Forschungsprozesses.

Die experimentelle Methode ist das komplexeste wissenschaftliche Handlungsmodell, das für alle naturwissenschaftlichen Disziplinen übergreifend gilt. Die *experimentelle Überprüfbarkeit* gilt als ein bedeutsames *Kriterium für Wissenschaftlichkeit*. Die experimentelle Methode als „Königsweg der Wissenschaft“ [10] hat eine zentrale Funktion innerhalb der wissenschaftsadäquaten Strategien der Informationsgewinnung, Informationsverarbeitung und Informationsdarstellung einzunehmen. Methodenorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht hat sich in einem „induktiv-deduktiven Verfahrenszirkel“ [11] zu vollziehen. Entsprechend dem Forschungsverhalten des Naturwissenschaftlers, das durch eine große Anzahl mehr oder weniger komplexer intellektueller und manueller Aktivitäten konstituiert wird, hat auch der in die wissenschaftliche Forschungsart einzuführende Lernende eine Reihe von Teilfertigkeiten zu erlernen. Bei der Einübung in die experimentelle Methode als zentrale wissenschaftliche Forschungsstrategie kommen u.a. folgende Aktivitäten in unterschiedlicher Kombination und Gewichtung zur Anwendung:

beobachten, analysieren, Hypothesen aufstellen, vergleichen, voraussagen, untersuchen, planen, konstruieren, isolieren, messen, zählen, verbalisieren, tabellieren, Schlüsse ziehen, Beziehungen herstellen, Modelle bilden.

Diese Fähigkeiten und Fertigkeiten stellen *Verhaltensziele der experimentellen Lehr-Lern-Strategie* dar. Als Leistungsdispositionen ist jeder dieser aufgeführten Prozesse wiederum durch verschiedene Qualitätsstufen charakterisiert. Der Lernende sollte über einen quantitativ und qualitativ hohen Anteil dieser Aktivitäten verfügen, wenn er die experimentelle Strategie als Problemlösungsstrategie anwenden will. Die einfacheren Prozesse sollen nach Gagne [12] schon in der Grundschule teilweise voneinander getrennt und in systematischer Weise erlernt werden. Die Koordination der Einzelaktivitäten zum Gesamtverlauf der experimentellen Methode mit operativem, hierarchischen Prozeßcharakter ist dabei ein immanent angestrebtes Lernziel, das im Unterricht nur ansatzweise realisiert werden kann. Aber die Strukturmerkmale der Mehr-Schrittigkeit des experimentellen Forschungsprozesses, der Aktivitätenkombination, der zyklischen Struktur und des intern-externen Operationszusammenhanges können (den internen und externen Operationsbedingungen entsprechend) in unterschiedlichen Qualitätsstufen erarbeitet werden. Die experimentelle Methode als eine zentrale Methode innerhalb der „Trias Subjekt-Methode-Objekt“ [13] sollte deshalb eine fundamentale Methodenerfahrung im naturwissenschaftlichen Unterricht darstellen [14].

4. Wissenschaftsorientierte Einstellungsanbahnung als Zieldimension der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Sollen positive Einstellungen zur Wissenschaft und Verhaltensdispositionen für ein wissenschaftsgemäßes Verhalten angebahnt werden, so muß die Wissenschaftlichkeit als Um-

gangsweise mit der Wirklichkeit den Unterrichtsstil mitbestimmen. Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung kann durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie angemessen erfüllt werden. Die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mit den ihr eigenen Merkmalen des wissenschaftlichen Forschungsprozesses ist von *wissenschaftsadäquaten Haltungen* und Verhaltensweisen geprägt. Epistemisches Verhalten, sachlich-kritische Einstellung, Interesse an intersubjektiv überprüfbarem Wissen und Vertrauen in die Effektivität wissenschaftsmethodischer Forschung als „Tugenden“ der Wissenschaftler sind Bedingungsfaktoren für die Planung, Durchführung und Ergebnisfeststellung der experimentellen Methode in der wissenschaftlichen und in der unterrichtsimmanenten Forschung.

In modernen naturwissenschaftlichen Curricula ist die Zielsetzung „scientific attitudes“ eingeplant. Damit sind Einstellungen von Außenstehenden gegenüber der Wissenschaft und sogenannte wissenschaftliche „Tugenden“ der Naturwissenschaftler gemeint, die als wissenschaftsgemäße Haltungen dem Schüler durch den Unterricht vermittelt werden sollen, z.B. Forschungsinteresse, Frageverhalten, Sachlichkeit, Kritikbereitschaft und Kritikfähigkeit, Aufgeschlossenheit, Rationalität. Das *Interesse am forschenden Umweltbezug und eine rational-kritische Einstellung* sind grundlegend für ein positives Verhältnis zur wissenschaftlichen Arbeit und zu wissenschaftlichen Ergebnissen. Auch die Erziehungsziele der früheren Bildungspläne (vgl. Kerschensteiner u.a.) werden in diesem Zusammenhang angeführt, z.B., daß die Methoden der Untersuchung, der genauen Beobachtung und des Experimentierens die „Tugenden“ der Gründlichkeit, Gewissenhaftigkeit, Sauberkeit, Redlichkeit, Ehrlichkeit, Kooperationsbereitschaft und Rücksichtnahme heranbilden [15]. Einstellungsziele und Verhaltensdispositionen stehen im Dienste des modernen emanzipatorischen Reforminteresses; sie sind eine elementare Zielkomponente des wissenschaftsorientierten Unterrichts.

Rationalität, Objektivität, epistemisches Verhalten, Kritikfähigkeit und Vertrauen auf wissenschaftliche Verfahren sowie die Wertschätzung eines intersubjektiv überprüfbaren Wissens bilden die Schwerpunkte dieses Zielsetzungskomplexes. Sachbestimmte Einstellungen und kritisches Urteilsvermögen sind die Basis für eine kritisch-prüfende Sachauseinandersetzung im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Die experimentelle Methode bildet als eine kritische Forschungsmethode einen bedeutsamen Realisationsfaktor für diese Zielvorstellung. Die Adressaten der Lehrintentionen lernen *innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie die Methodengebundenheit wissenschaftlicher Erkenntnisse entsprechend zu werten und kritisch zu reflektieren*. Sie können feststellen, daß z.B. mit Verlagerung des Forschungsinteresses sich auch die Perspektive in der Phänomenbetrachtung und Phänomenuntersuchung ändert [16]. Das Experimentieren als eine nach logischen Regeln sich vollziehende Umgangsweise mit der Wirklichkeit erfordert rationale Planung und rationale Interpretation. Das Erkenntnisinteresse, das sich in einem epistemischen Verhalten äußert, ist eine unabdingbare Voraussetzung der experimentellen Methode, weil es deren Zielsetzung mitbestimmt. Der Einsatz der experimentellen Methode verfolgt aber auch stets einen ganz bestimmten Zweck: Aufgrund der Wertschätzung eines empirisch bzw. intersubjektiv geprüften Wissens wird das Experiment gezielt innerhalb des Prozesses der Wissens- bzw. Erfahrungsgewinnung ein-

gesetzt. Die anthropologische Mehrdimensionalität der Erfahrungsgewinnung ist auch ein Strukturmerkmal der experimentellen Methode; ohne die *affektive Komponente als Anbahnung sachlich-kritischer und zugleich vertrauender Einstellungen zu wissenschaftlichen Forschungsmethoden* kann die experimentelle Methode ihre wissen-„schaffende“ und wissen-prüfende Funktion nicht erfüllen. Deshalb ist die sachgemäß durchgeführte experimentelle Methode auch eine effektive Realisationsweise wissenschaftsadäquater Verhaltensdispositionen innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

5. Resümee

Wissenschaftsorientierter Unterricht ist gemäß den drei Zielkomponenten der *wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung*, der *wissenschaftsadäquaten Methodenanwendung* und der *wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung* zu konzipieren. Durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie können diese Zielvorstellungen in qualitativ und quantitativ mehrfacher Hinsicht realisiert werden. Die *Mehrdimensionalität* der Lehr-Lern-Aktivitäten bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie entspricht der Mehrdimensionalität des Lehr-Lern-Prozesses, der gemäß den *einzelnen Zielkomponenten* der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung gestaltet werden soll. Die wissenschaftsadäquate *Inhaltsvermittlung* richtet sich primär auf die *kognitive Lerndimension*; Hypothesenbildung und Interpretationsvollzüge innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie sind durch primär kognitive Lehr-Lern-Aktivitäten konstituiert. Die wissenschaftsadäquate *Methodenanwendung* richtet sich auch an die *psychomotorische Lerndimension*; Vorbereitung, Anordnung und Durchführung des Experiments als Realisations-

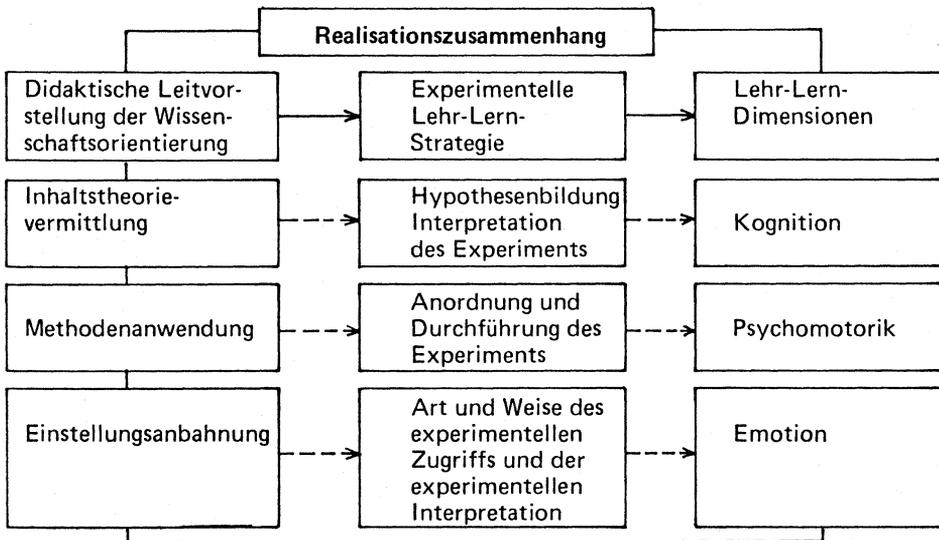


Abb. 1: Strukturmodell des Realisationszusammenhanges zwischen den durch die didaktische Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung angezielten Lehr-Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

handlung innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie können nicht ohne psychomotorische Lehr- und Lern-Aktivitäten vollzogen werden. Die wissenschaftsadäquate *Einstellungsanbahnung* richtet sich primär an die *emotionale Lerndimension*; Art und Weise des experimentellen Zugriffs und der experimentellen Interpretation sind durch emotionale Einstellungen mitbestimmt.

In Abb. 1 werden diese Zusammenhänge überblicksmäßig veranschaulicht (nach [17]).

Anhang

Im folgenden wird an Hand eines Beispiels das Zusammenwirken zwischen Lehr-Lern-Strategie, Unterrichtsformen, Lehrinhalten, Lernzielen, Lehr- und Lernaktivitäten dargestellt. Das Beispiel ist in diesem stofflichen Anspruchsniveau für die Jahrgangsstufe 3 - 4 der allgemeinbildenden Schule konzipiert. Das Strategie-Schema kann jedoch auch bei geändertem stofflichen Anspruchsniveau für andere Altersstufen – einschließlich Erwachsener – verwendet werden.

<i>Fachbezug: Physik/Technik</i>		Didaktische Intention: Den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion technischer Gegenstände erfassen
<i>Experimentelle Lehr-Lern-Strategie</i> <i>Unterrichtsformen</i>	<i>Lehr-Inhalte</i> <i>Lern-Ziele</i>	<i>Lehr-Aktivitäten (L)</i> <i>Lern-Aktivitäten (L *)</i>
<p>I. Fragestellung Unterrichtsgespräch bzw. Lehrgespräch</p>	<p>Können wir eine Taschenlampe zerlegen und wieder so zusammenbauen, daß sie beim Einschalten leuchtet?</p>	<p>L: eine Erlebnissituation aus der Erfahrungswelt als Sachsituation aufgreifen L*: sich mit der Aufgabenstellung identifizieren</p>
<p>II. Planung Lehrgespräch</p>	<p>Wir untersuchen, – aus welchen Einzelteilen eine Taschenlampe besteht, – wie die einzelnen Teile richtig zusammengehören, – was in der Taschenlampe geschieht, wenn wir den Schalter betätigen.</p>	<p>L/L*: die Vorgehensweise besprechen L: – Taschenlampen verschiedener Ausführung mitbringen (lassen) – zum sachgemäßen Zerlegen bzw. Zusammenbauen der Einzelteile anhalten – individuelle Hilfen geben</p>
<p>III. Durchführung der Experimente aufgebendes Lehrverfahren</p>	<p>V1: Taschenlampe (verschiedene Ausführungen) in ihre Aufbauteile zerlegen – unter den verschiedenen Formen bzw. Größen der Einzelteile eine sachgemäße Einteilung/Zuordnung treffen</p>	<p>L*: – Taschenlampe gemäß dem Arbeitsauftrag zerlegen – Bezeichnungen für die einzelnen Teile finden (nennen)</p>

Experimentelle Lehr-Lern-Strategie Unterrichtsformen	Lehr-Inhalte Lern-Ziele	Lehr-Aktivitäten (L) Lern-Aktivitäten (L *)
Versuche in Alleinarbeit bzw. Gruppenarbeit	<p>V2: Aus den Einzelteilen die Taschenlampe wieder so zusammenbauen, daß sie beim Ein- und Ausschalten funktioniert</p> <p>V3: Verschiedene Stellungen und Berührungspunkte zwischen Batterie und Glühbirne erfinden</p> <ul style="list-style-type: none"> – jeweils beobachten, ob das Birnchen leuchtet – Birnchen und Polblech der Batterie mit verschiedenen Stoffen verbinden 	<p>L: – zum Verbalisieren der einzelnen Tätigkeiten auffordern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fachbegriffe anbieten – die Unterschiede zwischen dem veränderbaren Aussehen und der nicht veränderbaren Funktion feststellen (lassen) – Zusammenhänge zwischen Zuordnung und Funktion der Einzelteile beschreiben
<p>IV. Auswertung</p> <p>Unterrichtsgespräch als entwickelndes Verfahren</p>	<p>LZ1: Die Taschenlampe kann man in Einzelteile zerlegen, ohne daß diese zerstört werden. Jede Taschenlampe hat 6 ähnliche Aufbauteile: Gehäuse, Scheinwerfer, Glühbirne, Batterie, Deckel, Schalter.</p> <p>LZ2: Sind die einzelnen Teile in einer ganz bestimmten Anordnung zusammengesetzt, „funktioniert“ die Taschenlampe, d.h.</p> <ul style="list-style-type: none"> – das Birnchen leuchtet beim Einschalten auf, – die Stellung der Batterie(teile) ist dabei besonders wichtig. <p>LZ3: Das Glühbirnchen leuchtet, wenn die beiden Pole der Batterie mit der metallenen Fassung der Glühbirne verbunden sind: dann liefert die Batterie den Strom für das Licht.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wenn Glas, Gummi, Papier, Porzellan, Wolle dazwischen sind, leuchtet das Birnchen beim Einschalten nicht auf. – Beim Einschalten der Taschenlampe wird der Stromkreis zwischen Batterie und Glühbirne geschlossen – beim Ausschalten unterbrochen. 	<p>L*:</p> <ul style="list-style-type: none"> – die Fachbegriffe richtig verwenden – möglichst viele Variationen bei den „Leucht“-Versuchen durchführen – aus den Beobachtungen bzw. aus den experimentellen Aktivitäten logische Schlußfolgerungen ziehen.

Literatur

- [1] **Deutscher Bildungsrat (Hrsg.)**, Strukturplan für das deutsche Bildungswesen. Empfehlungen der Bildungskommission. Stuttgart. 1970. (S. 33).
- [2] **Dewey, J.**, Psychologische Grundfragen der Erziehung, hrsg. v. Corell, W. (amerikan. Ausgabe 1938). München. 1974. (S. 279).
- [3] **Bäumli, M.-A.**, Didaktische Funktionen des Experiments im Sachunterricht der Grundschule. Eine Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den didaktischen Leitvorstellungen der Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (mit besonderer Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Lernbereichs). Regensburg. 1977. (Diss.-Druck). (S. 34-58).
- [4] **Burk, K.**, Grundschule: Kinderschule oder Vorschule der Wissenschaft. Frankfurt. 1976.
- [5] **Giehl, K.**, Das Problem einer wissenschaftlichen Didaktik. (In: **Hiller, G.G.**, Konstruktive Didaktik. Düsseldorf. 1973. (S. 231).)
- [6] **Bäumli, M.-A.**, a.a.O., S. 17 ff.
- [7] **Holz kamp, K.**, Theorie und Experiment in der Psychologie. Berlin. 1964.
- [8] **Neff, G. (Hrsg.)** Praxis des entdeckenden Lernens in der Grundschule. Kronberg. 1977. (S. 15 ff.).
- [9] **Kleinschmidt, G.**, Einige lern- und denkpsychologische Grundlagen des modernen Mathematik- und Sachunterrichts in der Grundschule. (In: Lebendige Schule. 1970., H. 6, S. 218).
- [10] **König, G.**, Hypothese, Experiment, Falsifikation. (In: Rombach, H. (Hrsg.), Wissenschaftstheorie. Struktur und Methode der Wissenschaften. Freiburg/Basel/Wien. 1974. (S. 55).).
- [11] **Tütken, H./Spreckelsen, K.**, Zielsetzung und Struktur des Curriculum. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. Bd. 1. Frankfurt. 1971.
- [12] **Gagné, R.M.**, Psychological Issues in „Science — A Process Approach.“ (In: AAAS, The Psychological Bases of Science — A Process Approach. Chicago. 1965. S. 4.).
- [13] **Wagenschein, M.**, Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. Bd. I. Stuttgart. 1965. (S. 309).
- [14] **Eckardt, P.D.**, Sachunterricht. Analyse und Kritik. Ratingen/Kastellaun/Düsseldorf. 1974. (S. 116 ff.).
- [15] **Freise, G.**, Weg in die Naturwissenschaft — oder Irrwege einer Unterrichtsreform? Anmerkungen zu einigen Arbeitsmaterialien für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Grundschule. (In: Die Grundschule. 1972. H. 5. (S. 313).).
- [16] **Kleinschmidt, G.**, a.a.O., (S. 218).
- [17] **Bäumli, M.-A.**, a.a.O.. (S. 190.).