

Kumulatives Lernen mit dem Lichtwegkonzept

Thomas Weber, Lutz-Helmut Schön

(aus: *Zur Didaktik der Physik und Chemie* 22, S. 351-353. Alsbach : Leuchtturm. Vortrag auf der Tagung für Didaktik der Physik und Chemie 2001 in Dortmund)

Vorbemerkung

Durch Ergebnisse der TIMS-Studien ist der von Gagné [Gag73] geprägte Begriff des kumulativen Lernens Ende der 90er Jahre erneut aktuell geworden. Ausgehend davon wird die geringe Kumulativität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts weithin als "curriculare Problemzone" angesehen [Bun97]. Die deskriptiven Befunde von TIMSS lassen jedoch weitgehend offen, um welche Art von Lernprozessen es dabei eigentlich geht und wie ein Instruktionsdesign aussehen muss, durch das kumulatives Lernen gefördert wird.

Dementsprechend gibt es bisher kaum aktuelle Vorschläge für die Gestaltung kumulativer Lernprozesse im Physikunterricht. Harms und Bündler [HB99], sowie Hertrampf [Her99] machen Vorschläge, die sich aber auf den Mathematik-, Biologie- und Chemieunterricht beziehen. Eine empirische Prüfung, ob es mit diesen Unterrichtskonzepten tatsächlich gelingt, in verstärktem Maße kumulative Lernprozesse in Gang zu setzen, liegt bisher in keinem Fall vor.

Im Folgenden soll mit dem dem von Erb und Schön unter dem Namen "Lichtwegkonzept" entwickelten Optikcurriculum (vgl. [Sch93, ES96]) ein Unterrichtskonzept vorgestellt werden, in dem – zunächst theoretisch – eine Förderung kumulativer Lernprozesse zu erwarten ist.

1 Der Begriff kumulativen Lernens

Um die Kumulativität von Unterricht zu beurteilen, werden drei Kriterien zugrunde gelegt, die in der aktuellen Literatur immer wieder auftauchen (vgl. u.a. [HB99]) und sich auch für eine empirische Untersuchung kumulativen Lernens operationalisieren lassen:

- Der Aufbau einer gut organisierten Wissensbasis: Kumulatives Lernen ist nicht als additives "Dazulernen" zu verstehen, sondern zielt auf ein qualitativ angemesseneres, vertieftes Verständnis eines vorher in Umrissen bekannten Sachverhalts ab. Letzteres ist mit einer strukturellen Neuorganisation der Wissensbasis verbunden, wobei die Vernetzung und hierarchische Ordnung des begrifflichen Wissens bzw. der kognitiven Schemata als entscheidende Merkmale angesehen werden.

Zahlreiche Untersuchungen deuten darauf hin, dass sich die Strukturmerkmale der Wissensbasis durch Concept Mapping-Verfahren erfassen lassen (vgl. Fischler und Peuckert

[FP00]). Dafür kommen insbesondere die anhand einfacher Strukturparameter (Kantenzahl, Knotenzahl, Dichte, Anzahl zentraler Begriffe, Anzahl einzeln vernetzter Begriffe) zu beurteilende Strukturqualität, aber auch die (strukturelle) Ähnlichkeit zu Expertenmaps oder die Position abstrakter und konkreter Begriffe im Map in Frage.

- Die Anschlussfähigkeit für nachfolgendes Lernen: Anschlussfähigkeit im Unterricht ist gleichbedeutend damit, dass bei den Lernenden sequenzieller Transfer zustande kommt, d.h. dass Dinge, die zu einem Zeitpunkt gelernt werden, Einfluss auf das Lernen zu einem späteren Zeitpunkt haben. Sequenzieller Transfer erfolgt immer in ein und demselben Kontext und ist somit domänenspezifisch.

Sequenzieller Transfer sollte sich darin bemerkbar machen, dass einmal erworbene Lerninhalte für das Weiterlernen im selben Wissensbereich genutzt werden können. Dies wäre beispielsweise daran zu erkennen, wie oft die Schülerinnen und Schüler beim Beginn eines neuen Unterrichtsabschnitts auf früher gelerntes Wissen zurückgreifen können, was sich z.B. über die Anzahl rückbezogener Äußerungen zu Beginn des neuen Unterrichtsabschnitts feststellen lässt.

- Das Erleben von Kompetenzzuwachs: Kumulativer Wissenserwerb zielt nicht nur auf Verbesserungen im kognitiven Bereich ab, sondern es wird als ebenso wichtig angesehen, dass die Schülerinnen und Schüler die Nützlichkeit ihrer fachbezogenen Kompetenzentwicklung spüren. Dies soll gerade dadurch geschehen, dass sie in kumulativ verlaufenden Lernprozessen ihr Wissen und Können Stück für Stück erweitern und vertiefen.

Das Erleben von Kompetenzzuwachs sollte sich positiv auf die subjektive Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in dem betreffenden Wissensgebiet, aber auch auf die Beziehung zu den Lerninhalten, an denen Kompetenzzuwachs erfahren wird, auswirken. Insofern erscheint es sinnvoll, Variablen des Interesses und des fachspezifischen Selbstkonzepts als Indikatoren für das Erleben von Kompetenzzuwachs zu verwenden.

2 Instruktionsmassnahmen zur Förderung kumulativen Lernens

Maßnahmen, die vorgeschlagen werden, um die Kumulativität des Unterrichts zu erhöhen, beziehen sich in erster Linie auf die Anordnung der Lerninhalte. So wird eine kohärente Sequenzierung des Lehrstoffs gefordert, die durch vertikale Verknüpfungen zwischen zeitlich aufeinanderfolgenden Lerninhalten hergestellt werden soll [Bun97]. Seel [See00] betont, dass nachfolgendes Lernen die Existenz assoziierbarer Anker im semantischen Gedächtnis voraussetzt. Damit kumulatives Lernen stattfinden kann, müssten solche Anker in Form von Organisierern (d.h. Begriffe oder Regeln) von außen implantiert werden.

3 Kumulatives Lernen und Struktur des Lichtwegkonzepts

Das Optik-Curriculum ist so angelegt, dass ein Wechsel von Modellen und Beschreibungsweisen während der gesamten Schulzeit nicht nötig ist. Im Zentrum steht auf allen Stufen des Unterrichts die räumliche Beziehung zwischen Lichtquelle, optischen Medien oder Hindernissen und einem Lichtempfänger, z.B. dem Auge des Beobachters, sowie die geometrische Beschreibung von Lichtwegen zwischen Quelle und Empfänger (vgl. auch [Mai86]). Auf diese Weise durchzieht der Begriff des Lichtwegs das gesamte Curriculum.

Im Abschnitt für die Mittelstufe, der geometrischen Optik, kommt es durch die Verwendung eines übergeordneten, verbindenden Prinzips, des Fermat-Prinzips, zu einer vertikalen Vernetzung der einzelnen Lerninhalte der geometrischen Optik (Reflexion, Brechung, Abbildung). Dieses Prinzip soll im Unterricht immer wieder aufgegriffen und dabei schrittweise genauer und umfassender formuliert werden. Auf diese Weise wird eine einheitliche Deutung der geometrischen Optik möglich (vgl. Abbildung 1).

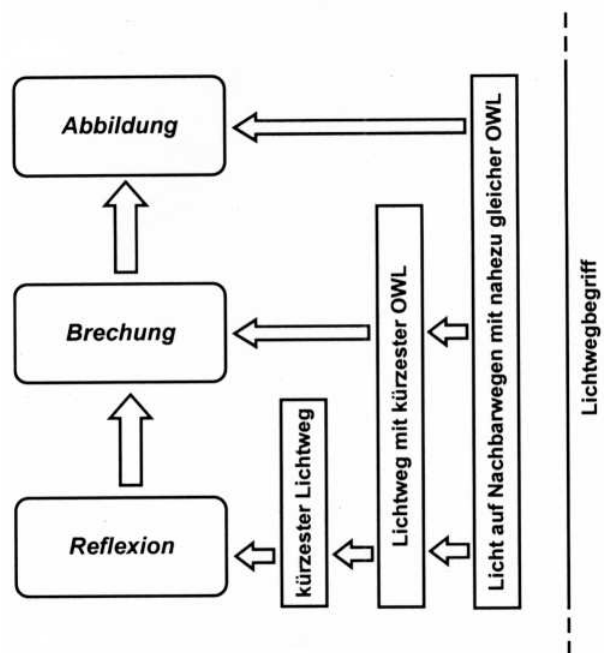


Abbildung 1: Inhaltliche Struktur des Abschnitts zur geometrischen Optik im Lichtwegkonzept.

Der Lichtwegbegriff sowie das Fermat-Prinzip stellen "Organisierer" des Unterrichts im oben beschriebenen Sinne dar. Zugleich gewährleisten sie die geforderte vertikale Vernetzung des Lehrstoffs. Solche "Organisierer" innerhalb des Wissensbereichs "Optik" fehlen im schulüblichen Unterricht. Insgesamt weist das Lichtwegkonzept also eine *Strukturierung der Inhalte* auf, die eine verstärkte Förderung kumulativer Lernprozesse erwarten lässt.

4 Untersuchung kumulativen Lernens am Beispiel des Lichtwegkonzepts

Im Rahmen einer vergleichenden empirischen Untersuchung sollte geprüft werden, ob die vermuteten Zusammenhänge zwischen der Inhaltsstruktur eines Curriculums und dem Auftreten kumulativer Lernprozesse nachweisbar sind. Dabei wurde das Lichtwegkonzept als Beispiel für ein Unterrichtskonzept angesehen, in dem eine stärkere Förderung kumulativer Lernprozesse zu erwarten ist als im schulüblichen Optikunterricht.

Die Durchführung der vergleichenden Untersuchung erfolgte in zwei Schritten: Zunächst erhielten eine Experimentalgruppe und eine Kontrollgruppe in der Jahrgangsstufe 10 Unterricht zur geometrischen Optik nach dem Lichtwegkonzept bzw. nach einem schulüblichen Unterrichtsgang. In einem zweiten Schritt wurde etwa ein Jahr später in der Jahrgangsstufe 11 bei denselben Schülern eine fünf Unterrichtsstunden dauernde Einführung in die Interferenzoptik unterrichtet. Begleitend wurden mit Hilfe von Fragebögen, Concept-Mapping Aufgaben und Videoaufzeichnungen Daten zur Prüfung der drei genannten Kriterien kumulativen Lernens sowie auf die Inhalte des Unterrichtskonzepts bezogene Daten erhoben.

5 Ausblick

Die Darstellung der Ergebnisse dieser Untersuchung ist Teil einer in Kürze abzuschließenden Dissertation. Darin wird in erster Linie der Frage nachgegangen, ob sich in einer nach dem Lichtwegkonzept unterrichteten Schülergruppe in stärkerem Maße kumulative Lernprozesse nachweisen lassen als in einer schulüblich unterrichteten Kontrollgruppe. Darüber hinaus wird untersucht, ob neben der Strukturierung der Lerninhalte auch die Auswahl der Inhalte selbst eine Rolle beim Zustandekommen kumulativer Lernprozesse spielt.

Literatur

- [Bun97] BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (Hrsg.): *Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"*. Bonn, 1997 . – In: Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, H. 60
- [ES96] ERB, R. ; SCHÖN, L.: Vom Sehen zur Optik – Ein Curriculum für die Mittelstufe. In: *PdN-Physik* 45 (1996), Nr. 8, S. 31–36
- [FP00] FISCHLER, H. ; PEUCKERT, J.: *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin : Logos-Verlag, 2000

- [Gag73] GAGNÉ, R. M.: *Die Bedingungen menschlichen Lernens*. Hannover : Schroedel, 1973
- [HB99] HARMS, U. ; BÜNDER, W. *Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen*. 1999
- [Her99] HERTRAMPF, M. *Erfahren von Kompetenz im Mathematikunterricht*. 1999
- [Mai86] MAIER, G.: *Optik der Bilder*. Dürnau : Verlag der Kooperative Dürnau, 1986
- [Sch93] SCHÖN, L.: Vom Sehen zur Optik – Ein Curriculum für die Mittel- und Oberstufe.
In: BEHRENDT, H. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Chemie und Physik – Vorträge der GDCP-Tagung in Erfurt 1992* Bd. 13. Alsbach : Leuchtturm, 1993, S. 271–273
- [See00] SEEL, N. M.: *Psychologie des Lernens*. Stuttgart : UTB, 2000