

Autorengruppe IPN Kiel

Zusammenfassende Ergebnisse aus Forschungsarbeiten zur Didaktik der Naturwissenschaften

Autorengruppe IPN (Häussler, Peter, Bündler, Wolfgang, Duit, Reinders, Gräber, Wolfgang, Mayer, Jürgen), 1998: Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel, IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften)

«Was wissen wir über das Lernen und Lehren in den Naturwissenschaften?»

Ausgangspunkt für die Zusammenstellung der Dokumentation des IPN war eine Publikation aus den USA mit dem obgenannten Titel. Die Autoren des IPN setzten sich zum Ziel, für die Unterrichtspraxis im deutschsprachigen Raum wichtige Ergebnisse der fachdidaktischen Forschung in verständlicher Form zusammenzustellen, eine Art Synthese vorzunehmen und entsprechende Empfehlungen zu geben. Die Autoren verbinden ihre Arbeit mit dem Anliegen, die Kluft zwischen Theorie und Unterrichtspraxis zu überwinden.

Die Dokumentation gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Welche Ziele und Inhalte sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht verfolgt werden?
- Wie lässt sich Unterrichtserfolg messen (Beurteilung)?
- Welche Perspektiven eröffnet die Interessensforschung?
- Welche Perspektiven eröffnet die Unterrichtsforschung?
- Welche Perspektiven eröffnet die Behaltensforschung?
- Welche Perspektiven eröffnet die Forschung zu vorunterrichtlichen Vorstellungen und zum Lernprozess?
- Versuch einer Synthese

Die folgenden «Checklisten» sind dem Synthesekapitel entnommen und ergänzen Hinweise und Anregungen, wie sie zum Teil auch im thematisch-strukturierten Zugang zu finden sind.

Zehn Gesichtspunkte für die Gestaltung naturwissenschaftlichen Unterrichts, um ihn insgesamt, besonders aber für Mädchen, interessanter zu machen

1. Wie wird Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben, zu staunen und neugierig zu werden, und wie wird erreicht, dass daraus ein Aha-Erlebnis wird?
2. Wie wird an außerschulische Erfahrungen angeknüpft, die zur Vermeidung geschlechtsspezifischer Dominanzen Mädchen und Jungen in gleicher Weise zugänglich sind?
3. Wie wird es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, aktiv und eigenständig zu lernen und Erfahrungen aus erster Hand zu machen?
4. Wie wird erreicht, dass Schülerinnen und Schüler einen Bezug zum Alltag und zu ihrer Lebenswelt herstellen können?
5. Wie wird dazu angeregt, die Bedeutung der Naturwissenschaften für die Menschen und die Gesellschaft zu erkennen und danach zu handeln?
6. Wie wird der lebenspraktische Nutzen der Naturwissenschaften erfahrbar gemacht?
7. Wie wird ein Bezug zum eigenen Körper hergestellt?
8. Wie wird die Notwendigkeit und der Nutzen der Einführung und des Umgehens mit quantitativen Größen verdeutlicht?
9. Wie wird sichergestellt, dass den Formeln ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgeht?
10. Wie kann vorzeitige Abstraktion vermieden werden zugunsten eines spielerischen Umgangs und unmittelbaren Erlebens?

Ergebnisse aus der Unterrichtsforschung – Massnahmen mit relativ hoher Effektivität (d)

Gute Leistungen verstärken (d = 1.17)

Nicht pauschales Lob (d = 0.16, relativ ineffektiv) sondern die auf eine bestimmte Leistung (korrekte Antwort, weiterführende Bemerkung, originelle Idee, sorgfältig durchgeführtes Experiment) bezogene Anerkennung ist hier gemeint.

Nach einer Frage genügend lange warten (d = 0.90)

Die Effektivität des Unterrichts kann erhöht werden, wenn man nach einer Frage, den Schülerinnen und Schülern genügend Zeit zum Nachdenken lässt und sie nicht zu einer raschen Antwort drängt. Die optimale Wartezeit ist überraschend lang und wird in manchen Studien mit über 10 Sekunden angegeben. Das erfordert einige Übung. Bis man sich daran gewöhnt hat, sollte man vielleicht langsam mitzählen. Diese Geduld kann erlernt werden.

Mastery – learning (d = 0.81)

Kürzere Unterrichtsabschnitte von wenigen Unterrichtsstunden werden mit einem schriftlichen Test abgeschlossen. Nur wenn X % der Schülerinnen und Schüler Y % der Aufgaben des Tests korrekt lösen (eine gängige Formel ist z.B. 90 % schaffen 90 % der Testaufgaben) geht die Lehrkraft zum nächsten Thema über, andernfalls werden bei der Wiederholung des Unterrichtsstoffs individuelle Hilfen gegeben. Die Methode des Mastery-learning ist in Deutschland unter dem Schlagwort «Alle Schüler schaffen es» bekannt geworden.

Auf Hausaufgaben erfolgt eine individuelle Rückmeldung (d = 0.79)

Gemeint ist hier, dass die Lehrkraft nicht nur das Anfertigen der Hausaufgaben kontrolliert, sondern jeweils individuell eine Rückmeldung in Form von Korrekturen oder Kommentaren gibt. Eine Benotung ist nicht erforderlich, schadet aber auch nicht.

Kooperatives Lernen in kleinen Gruppen (d = 0.76)

Kleinen Lerngruppen wird ein Teil der Verantwortung für den Lernerfolg der einzelnen Gruppenmitglieder übertragen. Sie helfen sich gegenseitig und entscheiden bis zu einem gewissen Grad selbst, wie sie lernen und wie schnell sie dabei vorgehen wollen.

Schülerversuche (d = 0.57)

Gemeint sind nicht nur Schülerversuche im engeren Sinne, sondern in einem allgemeinen Sinne alle Aktivitäten, die ein «learning by doing» ermöglichen. Zu vermeiden sind allerdings Aktivitäten, bei denen eine bestimmte Folge von Tätigkeiten mechanisch abgearbeitet wird. Den Schülern und Schülerinnen sollte in jedem Moment klar sein, was und zu welchem Zweck sie etwas tun.

Sieben Regeln für den Kampf gegen das Vergessen – Ergebnisse aus der Behaltensforschung

1. Zu Lernendes mit bereits Gelerntem vernetzen

Dahinter steht die auch empirisch gestützte Vorstellung, dass im menschlichen Gedächtnis jeder Begriff seine Bedeutung erst dadurch erhält, dass er in Beziehung zu anderen Begriffen steht. Man spricht in diesem Zusammenhang treffend vom semantischen Netz. Sinnvolles Lernen heisst also in diesem Bild, dass dieses Netz durch neue Maschen erweitert oder dass durch Umstrukturierung Verbindungen neu geknüpft werden. In beiden Fällen spielt das alte Netz eine wesentliche Rolle. Wird umgekehrt das neu zu Lernende mit dem alten Netz nicht verknüpft, bleibt es bedeutungsleer und wird ähnlich schnell wieder vergessen wie sinnlose Inhalte.

2. Gelerntes muss aktualisierbar sein

Das im Sinne von (1) geknüpfte Netz verändert sich nicht nur durch Lernprozesse, sondern ist auch ohne bewusstes Lernen gewissen Änderungen unterworfen. Sachverhalte und damit im Zusammenhang stehende Begriffe, mit denen es ein Individuum häufig zu tun hat, werden allmählich im semantischen Netz durch stabilere, gegen Veränderungen resistenterer Verknüpfungen repräsentiert als solche, mit denen das Individuum nur selten konfrontiert ist. Für einen Unterricht, der um ein langfristiges Behalten des Gelernten bemüht ist, bedeutet dies, dass es günstig ist, wenn der zu lernende Inhalt auch ausserhalb der Schule aktualisiert werden kann. Das ist am besten gewährleistet, wenn die Beispiele, an denen ein bestimmtes Phänomen oder eine bestimmte Gesetzmässigkeit erarbeitet werden sollen, von vorneherein aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler entlehnt sind.

3. Das zu Lernende muss Bedeutung haben

Diese Forderung hat eine kognitive und emotionale Seite. Die kognitive Seite ist fatal trivial. Bedeutungslose Inhalte können ja nicht in das bestehende semantische Netz integriert werden und sind damit auf Dauer nicht lernbar, es sei denn, sie werden durch ständigen Gebrauch so häufig aktualisiert, dass man sie «auswendig» kann. Hier ist vor allem die emotionale Seite angesprochen: Können Lernende dem zu Lernenden eine solche Bedeutung beimessen, dass sie sich aus eigenem Antrieb damit beschäftigen möchten? Zwischen den Begriffen und Prinzipien im engeren Sinne muss eine Brücke geschlagen werden zur Lebens-, Interessen- und Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler. Mit ihrem Erlernen sollte immer ein persönlicher Kompetenzgewinn erfahren werden können. Dies ist für viele Schüler und Schülerinnen leichter möglich, wenn sie mit dem Eindringen auch einen gewissen lebenspraktischen Nutzen verbinden können.

4. Qualitativ geht vor quantitativ

Die in (3) formulierte Forderung, dass ganz allgemein das zu Lernende für die Lernenden eine Bedeutung haben solle, gilt erst recht für das Quantitative (z.B. in den Naturwissenschaften). Erst wenn in einer Gleichung vorkommenden Begriffe qualitativ

in ihrer Bedeutung begriffen sind und die in der Formel zum Ausdruck gebrachte Beziehung qualitativ nachvollzogen werden kann, ist die Zeit reif für eine quantitative Behandlung.

5. Man verachte die Fachsystematik nicht

Eine Erneuerung des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts, die ausschliesslich innerhalb der fachsystematischen Grenzen erfolgt, erscheint ebenso erschwert wie bei einem Verzicht auf die Fachsystematik. Würde sich der Unterricht nämlich nur an der Fachsystematik orientieren, so wäre der Zugang für den überwiegenden Teil der Schülerschaft versperrt. Würde dagegen die Fachsystematik zugunsten einer Orientierung an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler gänzlich verbannt werden, so käme ein Unterricht heraus, der wegen seines episodenhaften Charakters ebenfalls nicht sehr effektiv wäre. Es geht vielmehr darum, Unterricht so zu gestalten, dass sowohl eine systematische Entwicklung der Begrifflichkeit als auch eine Anbindung an die Lebens- und Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler möglich ist.

6. Raum für den Transfer lassen

Transfer muss geübt werden. Wenn Schülerinnen und Schüler im Unterricht erfahren, wie das gleiche Prinzip in äusserlich ganz unterschiedlich gearteten Situationen zur Erklärung herangezogen werden kann, dann fällt es ihnen leichter, dieses Prinzip in für sie neuen Situationen zu erkennen oder anzuwenden. Transferleistungen brauchen Zeit, bis sie sich einstellen.

7. Haben Sie Mut zur Lücke

Alle in den ersten sechs Punkten gegebenen Empfehlungen laufen darauf hinaus, dass sie dafür Zeit für die Vorbereitung und Zeit im aktuellen Unterricht brauchen. Wer sich (1) um eine gute Vernetzung mit dem bereits Gelernten oder vorunterrichtlich Gewussten bemüht, der muss Zeit und Geduld darauf verwenden, die richtigen Brücken zu bauen. Wer (2) den Unterrichtsstoff so gestalten will, dass das Gelernte auch ausserhalb des Klassenzimmers aktuell und (3) für die Schülerinnen und Schüler bedeutsam ist, kann sicher sein, dass viel mehr Fragen und engagierte Beiträge bearbeitet werden müssen. Wer (4) nicht sofort auf die Formel zustrebt, sondern Begriffe sich qualitativ entwickeln lässt, wer (5) neben der Fachsystematik auch die Lebenswelt zu ihrem Recht kommen lässt, und wer (6) Raum für vielfältige Anwendungsbeispiele lässt, um Transfer anzubahnen und zu erleichtern, der muss unweigerlich inhaltliche Schwerpunkte setzen. Unterricht kann und sollte deshalb nicht enzyklopädisch vollständig sein. Der langfristigen Wirkung von Unterricht schadet das nicht. Im Gegenteil, exemplarische Behandeltes hat weit bessere Chance behalten zu werden und später nützlich zu sein als halbverdaute Vollständigkeit.

Einige Regeln für die Planung und Durchführung von Unterricht – mit Bezug zu Ergebnissen aus der Forschung zur Rolle vorunterrichtlicher Vorstellungen

1. Die vorunterrichtlichen Vorstellungen ernst nehmen

Die vorunterrichtlichen Vorstellungen müssen beim gesamten Planungsprozess berücksichtigt werden. Die Sachstruktur für den Unterricht muss gewissermassen rückblickend auf die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler geplant werden. Es ist zu berücksichtigen, von welchen Vorstellungen ausgegangen werden soll und wie von dort Schritt für Schritt zu den wissenschaftlichen Vorstellungen geleitet werden kann. Bei den einzusetzenden Medien (z.B. Illustrationen, Bilder, Experimente) muss beobachtet werden, dass die Schülerinnen und Schüler sie aus ihrer Perspektive möglicherweise ganz anders interpretieren, als es beabsichtigt war. Unterrichtsmethoden müssen so ausgewählt werden, dass die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit haben, sich mit den neu zu lernenden Vorstellungen intensiv auseinander zu setzen.

2. Nicht Wissen übergeben wollen, sondern aktive Auseinandersetzung mit dem zu Lernenden anregen und fördern

Diese intensive Auseinandersetzung schliesst auch die Reflexion über das erworbene und das alte Wissen, also über den durchlaufenden Lernprozess ein.

3. Unterrichtsbewertung im Dienste der Lernberatung

Unterrichtsbewertung sollte nicht auf eine abschliessende Einordnung der Schülerinnen und Schüler auf Skalen, die in die Zensur eingehen, fokussiert sein, sondern auf die Lernberatung. Aus dieser Sicht sind beispielsweise die aus fachlicher Perspektive falschen Antworten interessanter und wichtiger als die richtigen.

4. Konzeptwechsel benötigen Zeit

Der Wechsel von den vorunterrichtlichen zu den wissenschaftlichen Vorstellungen ist in aller Regel langwierig. Schwierige Begriffe und Prinzipien erschliessen sich nicht in einem Anlauf.