

Kognitive Aktivierung

Ralph Schumacher, Lorenz Stäheli

Teil 1: Vorwissen erfassen und bewerten

Die kognitive Psychologie hat in den letzten Jahrzehnten beachtliche Fortschritte in der Erforschung des verstehenden Lernens gemacht, bei dem es um den Aufbau von Bedeutungen und Erklärungen geht, die uns helfen, die Welt besser zu verstehen und uns darüber mit anderen auszutauschen. Dabei ist die Art und Weise, wie Wissen aufgebaut und mit bereits bestehendem Wissen verbunden wird, entscheidend (Schneider & Stern, 2010; Stern, Schalk & Schumacher, 2016). Schulische Lerngelegenheiten können ihre Wirkung nur entfalten, wenn sie den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, ihr bereits verfügbares Wissen – auch wenn es fehlerhaft ist – zu aktivieren, und wenn Beschränkungen in der menschlichen Informationsverarbeitung berücksichtigt werden (Stern, 2017). In dieser Serie wird dargestellt, welche Vorgehensweisen wie das Erfassen des Vorwissens vor dem Unterricht und vor allem welche kognitiv aktivierenden Lernformen sich in empirischen Vergleichsstudien als besonders lernwirksam erwiesen haben.

Lernwirksam unterrichten heißt, den zu vermittelnden Stoff durch die kognitionspsychologische Brille zu sehen: Man muss wissen, welche Begriffe und Erklärungen den Schülerinnen und Schülern besondere Verständnisschwierigkeiten bereiten, und die Lerngelegenheiten darauf ausrichten. Insbesondere in den MINT-Fächern wurde im traditionellen Unterricht der Schwerpunkt auf Fakten und Prozeduren gelegt. Man ging – bewusst oder unbewusst – davon aus, dass die Kinder und Jugendlichen auf dieser Grundlage verstehendes Wissen aufbauen können, ohne dass man dies direkt fördern muss. Dank der kognitionspsychologischen Forschung wissen wir aber, dass dies selbst den sehr intelligenten Schülerinnen und Schülern eher selten gelingt. Deshalb muss man im Unterricht von Anfang an am Verständnis arbeiten, wenn man verhindern möchte, dass lediglich so genanntes situiertes Wissen erworben wird. Darunter versteht man Wissen, welches so eng an die Erwerbssituation gebunden ist, dass es lediglich in Situationen abgerufen werden kann, die dieser sehr ähnlich sind. Wenn Übungs- und Klausuraufgaben ähnlich sind, zeigen sich zufriedenstellende Leistungen. Defizite zeigen sich erst, wenn sich die Aufgaben oder die Anwendungssituationen ändern.

Wie können wir Schülerinnen und Schüler besser auf das Lernen vorbereiten und beim Aufbau von intelligentem Wissen unterstützen, so dass sie das Gelernte auf neue Situationen übertragen können? Die Lehr- und Lernforschung liefert viele empirische Befunde zu besonders wirksamen und nachhaltigen Lernformen, die aber nicht leicht umzusetzen sind, weil

sie auf die verschiedenen Lerninhalte und den Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler abgestimmt werden müssen. Mit der vorliegenden Serie wird Lehrpersonen ein praxisorientiertes Hilfsmittel an die Hand gegeben, mit dem es ihnen erleichtert werden soll, Ergebnisse der Lehr- und Lernforschung im eigenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht umzusetzen.

In diesem ersten Teil der Serie steht die folgende Frage im Mittelpunkt: Warum ist es wichtig, den Kenntnisstand vor dem Unterricht zu erfassen?

Um den Unterricht zu einem neuen Thema gut vorzubereiten, empfiehlt es sich, vorher zu prüfen, ob die Schülerinnen und Schüler die erforderlichen Kenntnisse besitzen, um von den nachfolgenden Unterrichtsangeboten profitieren zu können. Denn ohne eine solche Prüfung ihres Kenntnisstandes wüsste man sonst nicht, woran es liegt, wenn sie in einer Lektion etwas nicht verstanden haben: Liegt es daran, dass in der betreffenden Lektion bestimmte Inhalte nicht verständlich vermittelt wurden – oder liegt die Ursache darin, dass bereits früher in den vorangegangenen Lektionen erforderliche Grundlagen nicht verstanden wurden? Um solche Ungewissheiten zu vermeiden, kann man zum Beispiel vor dem Unterricht zum Thema „Funktionen“ mit der folgenden Frage herausfinden, ob die Schülerinnen und Schüler bereits die unterschiedlichen Zahlenmengen kennen, mit denen die Definitions- und Wertemengen von Funktionen beschrieben werden:

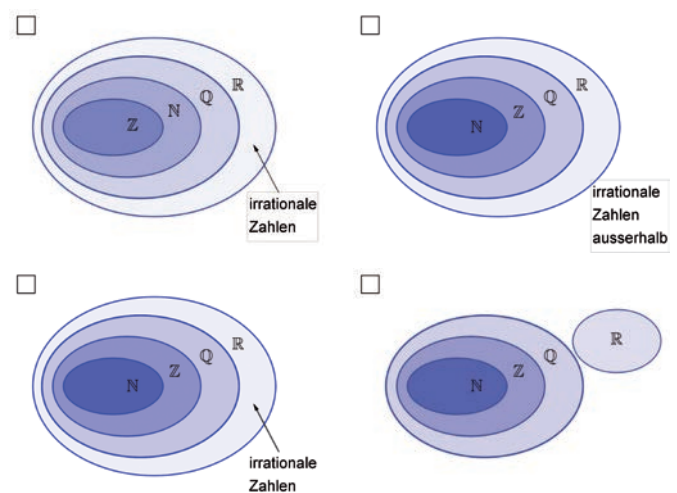


Abb.: Welche der obigen Abbildungen gibt die Teilmengeneigenschaften der gängigsten Zahlmengen korrekt an? (Die dritte Option ist richtig.)

Stellt sich im Vortest heraus, dass ihnen noch bestimmte Informationen fehlen bzw. dass sie bestimmte Konzepte noch nicht richtig verstanden haben, dann sollten diese Wissenslücken vor dem Unterricht zu dem neuen Thema geschlossen werden.

Ein weiterer Grund, der dafür spricht, vor dem Unterricht zu einem neuen Thema den Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler zu erfassen, liegt darin, dass man auf diese Weise erfährt, welches Vorwissen für den zukünftigen Unterricht genutzt werden kann. Dadurch kann das Lernen erleichtert werden, denn die Kapazität des menschlichen Arbeitsgedächtnisses hängt davon ab, inwieweit es gelingt, neue Informationen zu sinnstiftenden Einheiten zusammenzufassen. Werden einem zum Beispiel Sätze wie die folgenden präsentiert:

- › Beat ging über das Dach.
- › Urs ass den Apfel.
- › Dominik setzte das Segel.
- › etc.

dann fällt es schwerer, sie sich zu merken, als wenn Namen vorgegeben werden, die die Bildung sinnstiftender Einheiten ermöglichen:

- › Der Weihnachtsmann ging über das Dach.
- › Adam ass den Apfel.
- › Kolumbus setzte das Segel.
- › etc.

Je mehr Möglichkeiten ich habe, neue Informationen zu sinnstiftenden Einheiten zusammenzufassen, umso mehr kann ich mir merken. Dieser Zusammenhang wird in der Kognitionspsychologie auch als Bündelung (chunking) bezeichnet. Wenn eine Lehrperson also weiß, welches Wissen bei den Lernenden bereits vorhanden ist, dann kann sie ihnen neue Informationen so anbieten, dass sie sinnstiftend an bereits vorhandenes Vorwissen anschließen. Zum Beispiel lernen Schülerinnen und Schüler an Schweizer Gymnasien üblicherweise im Chemieunterricht das Coulomb-Gesetz kennen, bevor im Physikunterricht das Gravitationsgesetz behandelt wird.

Coulombgesetz:

$$F_C = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

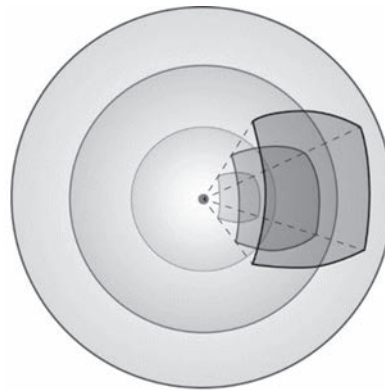
Gravitationsgesetz:

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Es bietet sich daher an, bei der Einführung des Gravitationsgesetzes auf die Ähnlichkeiten zum Coulomb-Gesetz hinzuweisen und ihre Gemeinsamkeiten damit zu erklären, dass sich in beiden Fällen eine Kraft auf eine Kugeloberfläche verteilt.

Auf diese Weise können die Lernenden die neue Information mit bereits bestehendem Wissen verknüpfen.

Schulisches Lernen besteht in der Umstrukturierung unseres Begriffswissens (Carey, 2000). Die Schülerinnen und Schüler kommen mit Alltags- und Fehlvorstellungen in den Unterricht und müssen durch Argumente oder Experimente davon überzeugt werden, diese zugunsten der wissenschaftli-



chen Konzepte aufzugeben. Beispielsweise ist das Unterrichten der Newtonschen Mechanik deshalb so anspruchsvoll, weil viele unserer Alltagsvorstellungen von Kraft und Trägheit zunächst eine hohe Plausibilität haben, obwohl sie mit den wissenschaftlichen Konzepten nicht vereinbar sind. So verbinden wir im Alltag mit dem Begriff der Kraft oft die Bedeutung der Anstrengung und vermuten, dass eine kleine und leichte Person mehr Kraft aufwenden muss, wenn sie gegen die Hände einer grossen und schwereren Person drückt, obwohl es sich dabei aus physikalischer Sicht um ein Kräftegleichgewicht handelt.

Um Unterricht lernwirksam gestalten zu können, müssen Lehrpersonen wissen, an welche Schülervorstellungen sich neue Informationen anknüpfen lassen und welche Vorstellungen zu Verständnisschwierigkeiten führen können. Es empfiehlt sich daher, ihr Verständnis zentraler Konzepte sowie das Vorliegen möglicher Alltags- und Fehlvorstellungen vor dem Unterricht zu einem größeren Thema anhand spezifischer Vortests zu erfassen. Auf diese Weise lässt sich auch herausfinden, welche anschlussfähigen Schülervorstellungen sich im Unterricht zum Beispiel für Analogien nutzen lassen. Denn je besser es gelingt, neue Informationen an bestehendes Vorwissen anzuschließen, umso größer wird der Lernerfolg sein.

Beim Erstellen von Vortestfragen sollten die folgenden Punkte beachtet werden:

- › Die Frage sollte ein anspruchsvolles und zentrales Konzept betreffen.
- › Man sollte typische Alltags- bzw. Fehlvorstellungen der Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage von Unterrichtserfahrungen zusammenstellen und als Antwortoptionen einbeziehen.
- › Die Antwortoptionen sollten nicht bereits aufgrund von Oberflächenmerkmalen wie Satzlänge und Wortwahl als falsch bzw. richtig erkennbar sein.

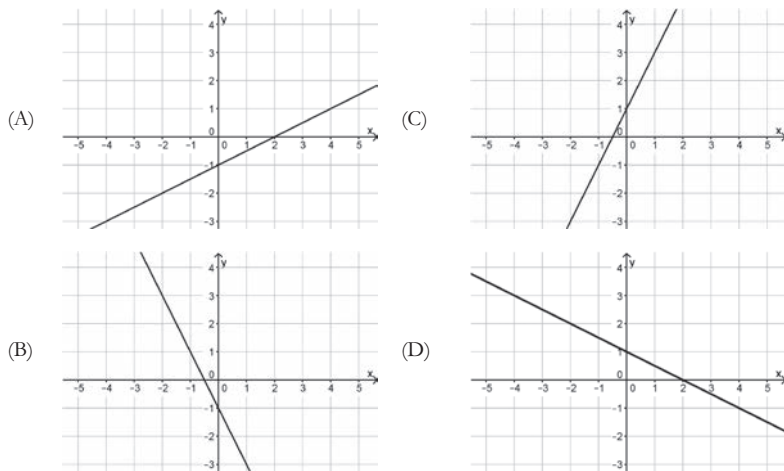
Vorwissen erfassen: Beispiel Statistik

Ein Aspekt in der Statistik sind das Lesen und Interpretieren von Diagrammen. Im Mathematik- und Physikunterricht werden Graphen von linearen Funktionen im kartesischen Koordinatensystem ausführlich eingeführt. Dennoch verblasst das Wissen über lineare Funktionen bei vielen Schülerinnen und Schülern wieder oder wird durch neue Inhalte im Mathematikunterricht verdrängt.

Vortest-Aufgaben:

Aufgabe 1

Ordnen Sie die Graphen (A) bis (D) den richtigen Funktionsgleichungen (I) bis (VIII) zu.



- (I) $y = \frac{1}{2}x + 2$
- (II) $y = -\frac{1}{2}x + 2$
- (III) $y = -2x - 1$
- (IV) $y = \frac{1}{2}x - 1$
- (V) $y = -\frac{1}{2}x + 1$
- (VI) $y = -2x - 1$
- (VII) $y = 2x + 1$
- (VIII) $y = 2x - 1$

Lösungen: (A) zu (IV), (B) zu (III), (C) zu (VII) und (D) zu (V)

Die folgenden zwei Aufgaben sind Beispiele von Vortest-Aufgaben zum Wissen über lineare Funktionen und zum kartesischen Koordinatensystem. Die erste Aufgabe zielt auf Lücken im Wissen zu linearen Funktionen und zu Graphen im Koordinatensystem ab. Mit der zweiten Aufgabe wird das Interpretieren von Punkten im Koordinatensystem getestet, aber auch das Vorwissen zur Korrelation abgefragt. Zudem taucht hier die Fehlvorstellung auf, wonach alle Punkte „korrekt“ sind und daher durch Linien miteinander verbunden werden können.

Serie: Kognitive Aktivierung

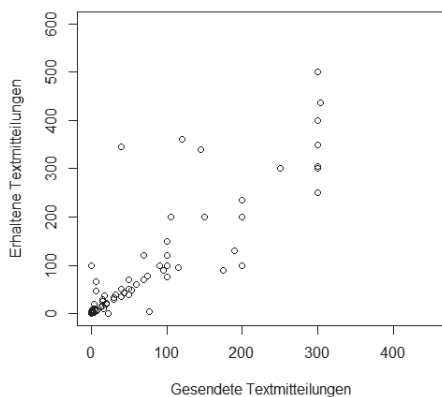
- Teil 1: Vorwissen erfassen und bewerten
- Teil 2: Kognitiv aktivierende Unterrichtseinstiege
- Teil 3: Kontrastierungen
- Teil 4: Geistige Werkzeuge
- Teil 5: Selbsterklärungen

Vortest-Aufgaben:

Aufgabe 2

Das folgende Diagramm zeigt die Antworten einer nicht repräsentativen Umfrage unter 100 Schülerinnen und Schülern auf die folgenden zwei Fragen:

- „Wie viele Textmitteilungen haben Sie gestern gesendet?“
- „Wie viele Textmitteilungen haben Sie gestern erhalten?“



Welche der folgenden Aussagen treffen zu?

- (A) Jeder Punkt entspricht einer Schülerin oder einem Schüler.
- (B) Jeder Punkt entspricht einer gesendeten oder erhaltenen Textmitteilung.
- (C) Es ist eine starke Schwankung zu beobachten.
- (D) Die beiden Größen scheinen sich gegenseitig zu beeinflussen, mit zunehmender Anzahl der gesendeten Textmitteilungen steigt auch die Anzahl der erhaltenen Textmitteilungen.
- (E) Die beiden Größen beeinflussen sich nicht, sonst würden nicht teilweise mehrere Punkte in einer Reihe übereinander liegen.

Lösung: Korrekt sind (A) und (D)

Literatur

- › Carey, S. (2000). Science Education as Conceptual Change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 13–19.
- › Schneider, M. & Stern, E. (2010). The cognitive perspective on learning: Ten cornerstone findings. In *Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (Ed.), The nature of learning: Using research to inspire practice* (pp. 69-90). Paris: OECD.
- › Stern, E. (2017). Individual differences in the learning potential of human beings. *Nature Partner Journal Science of Learning*, 2:2, 1–7.
- › Stern, E., Schalk, L., & Schumacher, R. (2016). Lernen. In J. Möller, M. Köller & T. Riecke-Baulecke (Eds.), *Basiswissen Lehrerbildung: Schule und Unterricht. Lehren und Lernen*. Seelze: Klett-Verlag. 106 – 120.