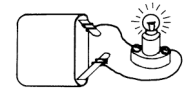


***Kurz zusammengefasst: Vorstellungen bestimmen das Lernen, weil man das Neue nur durch die Brille des bereits Bekannten "sehen" kann***

Wenn Schülerinnen und Schüler in den Physikunterricht hinein kommen, so haben sie in der Regel bereits in vielfältigen Alltagserfahrungen tief verankerte Vorstellungen zu den Begriffen und Phänomenen und Prinzipien entwickelt, um die es im Unterricht gehen soll. Die meisten dieser Vorstellungen stimmen mit den zu lernenden wissenschaftlichen Vorstellungen nicht überein. Hier liegt eine Ursache vieler Lernschwierigkeiten. Die Schüler verstehen häufig gar nicht, was sie im Unterricht hören oder sehen und was sie im Lehrbuch lesen. Lernen bedeutet, Wissen auf der Basis der vorhandenen Vorstellungen aktiv aufzubauen. Der Unterricht muss also an den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und ihre Eigenaktivitäten fördern und fördern. Er muss darüber hinaus für die wissenschaftliche Sicht werben, d.h. die Schüler davon überzeugen, dass diese Sicht fruchtbare neue und interessante Einsichten bietet.

***Alltagsvorstellungen***

Viele Vorstellungen, die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mitbringen, stammen aus Alltagserfahrungen im Umgang mit Phänomenen wie Licht, Wärme, Schall und Bewegung. In der Physik wird der Vorgang des Sehens z.B. wie folgt erklärt: Lichtquellen senden Licht aus. Dieses Licht fällt direkt ins Auge – dann sieht man die Lichtquelle – oder es fällt auf Körper, die nicht von sich aus Licht aussenden, wird teilweise reflektiert und fällt von dort ins Auge. Viele Schülerinnen und Schüler haben eine andere Vorstellung vom Sehen. Sie gehen davon aus, dass Lichtquellen Licht aussenden und dass dies Körper beleuchten kann. Aber man sieht diese Körper, weil man den Blick auf sie richtet. Dass die Körper selbst Licht aussenden, erscheint ihnen nicht einsichtig. Auch die Alltagssprache beeinflusst das Bild, das sich die Schüler von der Welt machen. Zunächst bewahrt die Alltagssprache Vorstellungen wie „Die Sonne geht auf“, die dem Bild, dass die Sonne die Erde umrundet, näher steht als die heutige Auffassung. Weiterhin trägt die Art und Weise, wie im Alltag von Erscheinungen wie Elektrizität, Strom, Wärme, Energie und Kraft die Rede ist, ebenfalls zur Ausbildung von tief verankerten Alltagsvorstellungen bei.



Beim einfachen elektrischen Stromkreis haben zum Beispiel viele Schülerinnen und Schüler die Vorstellung, dass der Strom im Lämpchen verbraucht wird und dass deshalb weniger Strom zur Batterie zurückfließt. Im Alltag wird über Strom meist im Sinne von „Energie“ gesprochen, die ja tatsächlich im Lämpchen „verbraucht“ (besser „umgewandelt“) wird.

***Zur Rolle der Schülervorstellungen beim Lernen***

Diese tief verankerten Schülervorstellungen haben beim Lernen von Physik eine Doppelrolle: Sie sind einerseits notwendiger Anknüpfungspunkt des Lernens – andererseits aber auch Lernhemmnis. Lernen von Physik, so zeigt sich in allen Studien, ist vor allem deshalb so schwierig, weil die tief in Alltagserfahrungen verankerten Schülervorstellungen das Verstehen der physikalischen Begriffe und Prinzipien nicht ohne weiteres erlauben. Warum sind die Schülervorstellungen zugleich Ausgangspunkt des Lernens und Lernhemmnis? Wenn wir etwas hören, sehen, lesen oder anderweitig erfahren, so versucht das Gehirn die eingehenden

Sinneseindrücke zu interpretieren. Das ist nur auf der Basis der bereits vorhandenen „Vorstellungen“ möglich. Das „Neue“ kann immer nur aus der Perspektive des bereits „Vorhandenen“ interpretiert werden. Es liegt auf der Hand, dass das „Neue“ anders interpretiert wird, als es z.B. von der Lehrkraft gemeint war. Missverständnisse zwischen der Lehrkraft und den Schülerinnen und Schüler sind so die Folge.

Die wichtigsten Erkenntnisse zur Rolle von vorunterrichtlichen Schülervorstellungen beim Lernen von Physik kann man in zwei „Hauptsätzen“ zusammenfassen:

- (1) *Jede Schülerin, jeder Schüler macht sich ihr bzw. sein eigenes Bild von allem, was im Unterricht präsentiert wird – was die Lehrkraft sagt oder an die Tafel schreibt, was bei einem Experiment zu beobachten ist, was auf einer Zeichnung zu sehen ist, usw.*
- (2) *Das Bemühen der Lehrkraft, alles fachlich richtig zu erklären, führt insbesondere am Beginn des Unterrichts über ein neues Thema häufig dazu, dass die Schülerinnen und Schüler etwas aus der Sicht der Physik Falsches lernen.*

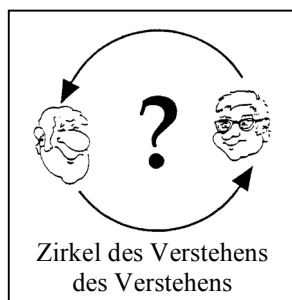
Der zweite Hauptsatz kann leicht missverstanden werden. Es handelt sich um einen Folgesatz des ersten Hauptsatzes. Es soll mit ihm noch einmal betont werden, dass die Schülerinnen und Schüler das von der Lehrkraft Erklärte aus der Perspektive ihrer Vorstellungen interpretieren und dadurch das eigentlich „Richtige“ anders verstehen als es gemeint war.

### **Die konstruktivistische Sicht des Lernens - Aktiv konstruieren, nicht passiv übernehmen**

In der Lehr- und Lernforschung wird die vorstehend skizzierte Sicht des Lernens in der Regel als „konstruktivistisch“ bezeichnet. Damit ist gemeint, dass die Lernenden sich ihr Wissen auf der Grundlage der bereits vorhandenen „Vorstellungen“ selbst *konstruieren* müssen. Die Lernenden sind folglich für ihr Lernen selbst verantwortlich. Wem der Terminus „konstruieren“ zu technisch klingt, sollte ihn durch „erarbeiten“ ersetzen. *Jeder ist seines Wissens Schmied* – dies ist die zentrale Aussage der konstruktivistischen Sicht des Lernens.

Im Schulalltag scheint eine andere Sicht zu dominieren: Wissen kann von der Lehrkraft (bzw. von einem Lehrbuch) an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben, gewissermaßen transportiert werden. Sie speichern dieses Wissen ab. Schülerinnen und Schüler gehen in aller Regel von dieser Sicht aus; aber auch viele Lehrerinnen und Lehrer scheinen ihren Unterricht auf dieser Sicht aufzubauen.

Einfaches Weiterreichen von Wissen ist aus dem folgenden Grund nicht möglich. Sinnesdaten, die der Lernende empfängt, haben keine ihnen gewissermaßen innewohnende Bedeutung. Die Sinnesdaten erhalten diese Bedeutung für den Empfangenden erst dadurch, dass dieser ihnen eine Bedeutung verleiht. Lehren und Lernen hat mit dem folgenden



Dilemma zu tun. Der Lehrer sendet ein Signal an den Lernenden, schreibt zum Beispiel einen Satz an die Tafel oder sagt einen Satz in einem Gespräch. Dieser Satz hat für den Lehrer im Rahmen seiner Vorstellungen eine ganz bestimmte Bedeutung. Der Lernende verfügt aber über diese Vorstellungen noch gar nicht, sondern ist zur Interpretation des Satzes auf seine vorhandenen Vorstellungen angewiesen. Häufig verleiht er demselben Satz eine andere Bedeutung als der Lehrer. Ein entsprechendes Problem gibt es, wenn der Lernende in einer Gesprächssituation eine Antwort an den Lehrer gibt. Der Lehrer wird der Antwort auf der Basis seiner Vorstellungen in der Regel eine (etwas oder gänzlich) andere Bedeutung unterlegen, als sie vom Lernenden gemeint war. Der hier mit „Zirkel des Verstehens des Verstehens“ bezeichnete Aspekt wird in der Pädagogik „hermeneutischer Zirkel“ genannt. Er gilt für jede Kommunikation- und Gesprächssituation.

Auch im Alltag reden Gesprächspartner häufig aneinander vorbei, sie verstehen sich nicht. Im Unterricht scheinen Missverständnisse ebenfalls eher die Norm als die Ausnahme zu sein.

Die Rollen der Lernenden und Lehrenden ist in den beiden Sichtweisen grundverschieden. In der „Transportsicht“ sind die Lernenden eher passive Empfänger, in der konstruktivistischen Sicht aktive Konstrukteure des eigenen Wissens. Die Rolle der Lehrenden wechselt vom Übergeben des Wissens zur nachhaltigen Unterstützung der Lernprozesse der Lernenden, sie werden gewissermaßen zu „Entwicklungshelfern“.

### ***Konzeptwechsel***

Lernen der Physik kann man als Konzeptwechsel ansehen. Damit ist gemeint, dass die Schülerinnen und Schüler von einem Konzept (ihren Schülervorstellungen) zu einem neuen Konzept (der physikalischen Sichtweise) wechseln müssen. Dieser Wechsel bedeutet nicht, dass die Schülervorstellungen völlig aufgegeben werden. Es hat sich gezeigt, dass dies nicht gelingt. Meist kommen die Schülerinnen und Schüler nur einen (kleinen) Schritt in Richtung auf die physikalische Sichtweise voran. Es kann deshalb lediglich das Ziel des Unterrichts sein, sie Schritt für Schritt zu überzeugen, dass die physikalische Sichtweise *in bestimmten Situationen* angemessener und fruchtbarer ist als ihre Schülervorstellungen.

### ***Multiple Konzeptwechsel***

Es ist bisher vorwiegend von Schülervorstellungen zu physikalischen Phänomenen, Begriffen und Prinzipien die Rede gewesen. In der Tat stehen Konzeptwechsel auf dieser Ebene im Mittelpunkt des Physikunterrichts. Allerdings sind zwei Aspekte zu berücksichtigen.

Erstens umfasst die physikalische Grundbildung, wie sie heute vertreten wird, nicht allein oder vorwiegend das Verstehen physikalischer Begriffe und Prinzipien sondern auch das Verständnis physikalischer Denk- und Arbeitsweisen sowie Vorstellungen *über* die (Natur der) Physik als Wissenschaft. Es wird argumentiert, dass man physikalische Begriffe und Prinzipien nur dann angemessen verstehen kann, wenn man ebenfalls mit Vorstellungen *über* die Physik vertraut ist. Dies wird zum Beispiel sehr deutlich beim Modellbegriff. Lernschwierigkeiten beim Erlernen des Teilchenmodells haben u.a. auch damit zu tun, dass die Schülerinnen und Schüler nur sehr vage und unscharfe Vorstellungen davon haben, was die Rolle eines Modells in der Physik ist.

Physikunterricht muss also miteinander verknüpfte Konzeptwechsel auf der Ebene der Begriffe und Prinzipien und der Ebene der Vorstellungen *über* Physik unterstützen. Ein Konzeptwechsel auf einer weiteren Ebene kommt hinzu, nämlich auf der Ebene der Vorstellungen der Lernenden über ihren Lernprozess. Die für das Erlernen des Neuen aus konstruktivistischer Sicht notwendige selbständige, aktive Auseinandersetzung mit den von der Lehrkraft bereitgestellten Lernangeboten ist nur auf der Basis einer angemessenen Vorstellung vom Lernen möglich.

### ***Überzeugen – nicht allein der logischen Einsicht vertrauen***

Lernen ist nie allein Sache rationaler Einsicht, immer spielen Bedürfnisse, Interessen und Einstellungen, kurz „affektive“ Aspekte, hinein. Schülerinnen und Schüler halten „hartnäckig“ an ihren Schülervorstellungen fest. Die Änderung ihrer tief verankerten Vorstellungen ist mit logischer Einsicht allein nicht zu erreichen. Es gibt eine Reihe von Beispielen aus der Literatur, dass Schülerinnen und Schüler zwar die physikalische Sicht verstehen, sie aber nicht für „wahr“ halten. Dass ein beleuchteter Körper (z.B. ein Buch) Licht

aussendet (s.o.) ist für viele Schülerinnen und Schüler zunächst absurd. Einige meinen nach langwierigen Bemühungen des Lehrers zwar, die physikalische Sicht verstanden zu haben – aber sie glauben sie nicht.

### ***Zum Umgang mit Schülervorstellungen: Anknüpfen – Umdeuten – Konfrontieren***

Grundsätzlich kann man *kontinuierliche* und *diskontinuierliche* Lernwege unterscheiden. Bei den kontinuierlichen Wegen versucht man, einen „bruchlosen“ Weg von den Schülervorstellungen zu den physikalischen Vorstellungen zu finden. Dabei knüpft man an Vorstellungen an, deren Alltagsverständnis nicht oder möglichst wenig mit dem physikalischen Verständnis kollidiert. Die Lernenden werden Schritt für Schritt zur physikalischen Sicht geführt. Eine Variante des bruchlosen Weges besteht darin, dass man den Schülerinnen und Schülern klar macht, dass sie mit ihrer Vorstellung durchaus etwas Richtiges meinen, dass man aber in der Physik anders darüber spricht. Beim einfachen elektrischen Stromkreis haben die meisten Schülerinnen und Schüler z.B. die Vorstellung, der Strom werde im elektrischen Gerät verbraucht und deshalb sei der Stromfluss in der Rückleitung kleiner als in der Hinleitung (s.o.). Hier kann man versuchen, diese Vorstellung „umzudeuten“. Man erklärt den Lernenden, dass sie etwas Richtiges meinen, dass man dies in der Physik aber anders nennt, nämlich „Verbrauch“ (genauer: Umwandlung) von Energie.

Diskontinuierliche Wege setzen auf die plötzliche Einsicht, die ein *kognitiver Konflikt* erlaubt. Es werden Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler der physikalischen Sicht gegenübergestellt oder es wird gezeigt, dass der vorhergesagte und tatsächliche Ausgang eines Experiments nicht übereinstimmen. Die Literatur zeigt, dass in aller Regel ein kognitiver Konflikt nicht ausreicht, um die Lernenden von der physikalischen Sicht zu überzeugen – häufig verstehen die Schülerinnen und Schüler überhaupt nicht, worin der Konflikt besteht und was er bedeutet.

### ***Unterrichtsstrategien, die Konzeptwechsel unterstützen***

Die in der Literatur vorgeschlagenen Unterrichtsstrategien für erfolgreiche Konzeptwechsel folgen grob betrachtet den folgenden Schritten.

- *Vertraut machen mit den Phänomenen*
- *Bewusstmachen der Schülervorstellungen*
- *Einführung in die physikalische Sichtweise*
- *Anwendung der neuen Sichtweise*
- *Rückblick auf den Lernprozess*

Dieses Schema erlaubt selbstverständlich viele Variationen. Auf den zweiten Schritt wird bisweilen verzichtet, um hartnäckiges Verteidigen der Schülervorstellungen zu vermeiden. Dann muss im Vorfeld der Unterrichtsplanung sichergestellt werden, dass man einen „Bypass“ findet, der gewissermaßen an den Schülervorstellungen vorbei zum Verständnis der physikalischen Sicht führt. Wichtig ist der letzte Schritt, der Rückblick – gerade darauf wird im Unterricht allerdings häufig verzichtet.

### ***Lernen von Physik als Einleben in eine neue „Kultur“ bzw. als Erlernen einer neuen Sprache***

Lernen von Physik kann als Einleben der Schülerinnen und Schüler in eine neue Denkweise (Kultur) bzw. auch als Erlernen einer neuen Sprache angesehen werden. Geht man von dieser Sicht aus, so bedarf Lernen von Physik eines langen Atems. Was den Kraftbegriff ausmacht,

was ein Modell in der Physik bedeutet usw. lernt man nicht in einem Schritt, sondern in langen geduldigen Bemühungen, die Schritt für Schritt zur physikalischen Sicht führen.

### ***Kennzeichen erfolgreichen Unterrichts***

Das Erfolgsrezept für einen Unterricht, der die Schülerinnen und Schüler von ihren Vorstellungen zu den physikalischen Vorstellung führt, gibt es nicht. Kurz zusammengefasst sind aber die folgenden Kennzeichen von entscheidender Bedeutung:

- *Die Schülervorstellungen ernst nehmen, sie ausdrücklich bei der Unterrichtsplanung berücksichtigen, sie im Unterricht ggf. zur Sprache bringen.*
- *Die Themen des Unterrichts in sinnstiftende Kontexte einbetten, damit sie den Schülerinnen und Schülern als lernenswert erscheinen.*
- *Nicht allein Lernangebote machen, sondern diese nachhaltig unterstützen. Freiräume für eigenständiges Erarbeiten des eigenen Wissens schaffen.*

Zentral wichtig ist, dass die Unterrichtsplanung und Unterrichtsdurchführung auf der oben skizzierten „konstruktivistischen“ Sicht des Lernens basiert. Lehrerinnen und Lehrer müssen sich der beiden oben genannten „Hauptsätze“ jederzeit im Klaren sein. Nur so lassen sich Lernangebote so unterstützen, dass sie tatsächlich Lerngelegenheiten bieten.

### **HINWEISE ZUM WEITERLESEN**

- (1) Was hier kurz zusammengefasst ist, kann man genauer im folgenden Artikel nachlesen. Dort finden sich auch Literaturhinweise. Der Beitrag kann von der Piko Homepage heruntergeladen werden: [www.physik-im-kontext.de](http://www.physik-im-kontext.de)  
R. Duit (2002). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher & W. Schneider, Hrsg., Physikdidaktik in der Praxis (S. 1-26). Berlin: Springer.
- (2) Kapitel 6 „Welche Perspektiven eröffnet die Forschung zu vorunterrichtlichen Vorstellungen und zum Lernprozess“ (S. 169 - 219). In: P. Häußler u.a. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.
- (3) Im Rahmen der Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht Physik“ (Friedrich Verlag, Velber) sind drei Themenhefte zur Rolle von Alltagsvorstellungen erschienen:
  - ◆ Alltagsvorstellungen. April 1986.
  - ◆ Schülervorstellungen - neue Unterrichtsansätze in der Elektrizitätslehre. März 1993.
  - ◆ Alltagsvorstellungen im Physikunterricht II - Optik/Mechanik/Teilchen. Mai 1994.
- (4) Dieser Band enthält eine Sammlung von Artikeln, die in verschiedenen Zeitschriften zum Thema der Alltagsvorstellungen erschienen sind:  
Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M., Hrsg. (2004). Schülervorstellungen in der Physik. Köln: Aulis.
- (5) Wer Arbeiten zu einem bestimmten Thema sucht, sei auf die umfassende Bibliographie STCSE (Students' and Teachers' Conceptions and Science Education) des IPN verwiesen.

#### **Weitere Informationen beim Autor des Piko-Briefs Nr. 1**

Reinders Duit  
IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften  
Olshausenstr. 62  
24098 Kiel  
Tel. 0431 880 3145 [duit@ipn.uni-kiel.de](mailto:duit@ipn.uni-kiel.de)