

*Martin Wellenreuther*

## **Jenseits von Konstruktion und Instruktion<sup>1</sup>** **Eine Diskussion auf der Grundlage neuerer experimenteller Forschung**

*In this article, I will describe the different methods of learning during different phases of learning. During the acquisition phase, it is necessary to provide sufficient help and guidance in the form of modeling, visualization and the use of worked-out examples, so that new and complex contents can be acquired (Kirschner/ Sweller/ Clark 2006, Klahr/ Nigam 2004, Paas/ van Merriënboer 1994). In the subsequent learning phase, constructive activities should be used to apply the new framework, so that a long term memory of the learning task is formed. During this phase, it is important to provide specific and detailed feedback, and to discuss the original solution again. If the learner becomes aware that further learning is needed, then they should be motivated to read additional mini-lessons and to revise their previous learning trials (VanLehn et al. 2007). Based on the aforementioned scenario, it thus becomes clear that the perennial controversy about instruction and construction breaks down: In the beginning, intense help and guidance is needed to build up new frameworks. After that, multiple examples are necessary to use these new frameworks and to apply them. Importantly, to facilitate the deep structure of learning, these trials should be fueled through an awareness of remaining learning tasks.*

### **1. Einführung**

Der Streit um Konstruktion oder Instruktion verfolgt die Pädagogik von Anfang an. Erinnert sei hier nur an die Diskussion um die Phasenlehre von Herbart bzw. um den Herbartianismus, an die Unvereinbarkeit der Positionen von Thorndike und Dewey sowie an die Auseinandersetzung zwischen Ausubel und Bruner. In den letzten zwanzig Jahren äußerte sich dieser Streit

---

<sup>1</sup> Für die konstruktive Kritik von Frau Heran-Dörr, die mich zu verschiedenen Änderungen des Textes veranlasste, möchte ich mich hier herzlich bedanken.

in der Kontroverse zwischen Kognitivismus (vgl. Anderson/ Reder/ Simon 1996) und Situationismus (Greeno 1997) sowie zwischen Vertretern der Cognitive Load Theorie und Konstruktivisten (Kirschner/ Sweller/ Clark 2006, Mayer 2004, 2009; Tobias/ Duffy 2009).

Im Folgenden soll die Frage um Konstruktion und Instruktion anhand einiger Experimente diskutiert werden, die verdeutlichen, welche Faktoren in den verschiedenen Phasen des Lernens eine wichtige Rolle spielen.

## 2. Die Aneignung neuen komplexen Wissens

### 2.1 Experimente planen lernen

In einem Experiment von Klahr und Nigam (2004) sollten Schüler der dritten und vierten Klasse gültige Experimente planen lernen. Um ein gültiges Experiment handelt es sich, wenn ein Faktor (z.B. Steilheit der Rampe) variiert wird. Alle anderen Variablen werden konstant gehalten. Folgende Hypothesen wurden geprüft:

- Schüler lernen durch direkte Instruktion mehr über das Planen und Durchführen von gültigen Experimenten als durch entdeckendes Lernen.
- Schüler, die durch entdeckendes Lernen zu hoher Kompetenz gelangt sind, unterscheiden sich bei nachfolgenden Tests, in denen die gelernte Kompetenz auf neue Problemlösesituationen angewendet werden muss, nicht von Personen, die diese Kompetenz durch direkte Instruktion erworben haben.

Für den Versuch wurden zwei Rampen verwendet. Beide Rampen hatten einen leicht ansteigenden stufigen Auslauf. Folgendes konnte variiert werden: Höhe der Rampe (steil – flach), Oberfläche der Rampe (rau – glatt), Länge der Rampe (lang – kurz), Beschaffenheit des Balls (Golfball – Gummiball). Die Kinder konnten jeweils feststellen, wie weit der Ball rollte, um die Wirkung einer Bedingung zu prüfen. Die Stufung der Rampe erlaubte eine genaue Distanzmessung.

Zu Beginn der Explorationsphase wurden die Rampenmaterialien erläutert. Danach wurde das Vorwissen der Kinder geprüft: Sie sollten vier Experimente entwerfen: Zwei, mit denen die Wirkung der Steilheit der Rampe geprüft werden konnte, und zwei, um zu prüfen, wie die Länge der Rampe den Weg des Balles beeinflusste. Jedes Kind erhielt nach der Anzahl der korrekt geplanten *unkonfundierten* Experimente einen Punktwert (max. 4 Punkte).

In der Bedingung „*direkte Instruktion*“ stellte der Versuchsleiter bestimmte Experimente (konfundierte und nicht-konfundierte) vor und fragte die Schüler, ob man durch sie sicher die Wirkung einer Variablen nachweisen könne. Danach erklärte der Versuchsleiter, warum man bei den gültigen (unkonfundierten) Experimenten eindeutige Aussagen treffen konnte, bei den kon-

fundierten Experimenten dagegen nicht. Dabei beschränkte er sich auf die Variablen Steilheit und Länge der Rampe.

In der Bedingung „*entdeckendes Lernen*“, planten die Schüler ihre eigenen Experimente, wobei sie sich ebenfalls auf die Prüfung der Wirkung der beiden Variablen konzentrieren sollten, allerdings ohne Erklärungen oder Rückmeldungen zu bekommen.

Es wurden zwei Messungen durchgeführt, eine direkt nach der Trainingsphase und die andere eine Woche später.

- Bei der *ersten Messung* sollten die Kinder vier Experimente planen. Zwei davon sollten die Wirkung der Rampenlänge prüfen (was schon früher untersucht worden war), und zwei die Wirkung der Rampenoberfläche (neu). Den Kindern wurden dabei keine Rückmeldungen gegeben.
- Bei der *zweiten Messung* ging es um die Bewertung von Postern, die von Schülern der sechsten Klasse erarbeitet worden waren, unter der Fragestellung, ob es sich bei den dargestellten Experimenten um gültige Experimente handeln würde.

Im Nachtest konnten die Schüler in der Gruppe mit direkter Instruktion 3,1 gültige Experimente planen, verglichen mit 1,5 bei entdeckendem Lernen. Der Unterschied im Nachtest ist signifikant bei einer Effektstärke von  $d = 0,725$ . Damit ist die erste Hypothese deutlich bestätigt.

Um die zweite Frage zu prüfen, wurden zuerst alle Schüler ermittelt, die mindestens drei von vier Experimenten gültig im Nachtest geplant hatten. 40 der 52 Kinder (77%) in der Bedingung „direkte Instruktion“ wurden danach Meister, verglichen mit 12 der 52 Kinder (23 %) in der Bedingung entdeckendes Lernen. Bei der Analyse der Poster zeigten sich zwischen den beiden Meistergruppen keine signifikanten Differenzen; CVS-Meister<sup>2</sup> auf Grund entdeckenden Lernens waren CVS-Meistern auf Grund von direkter Instruktion nicht überlegen. Damit ist auch die zweite Hypothese bestätigt.

Gegen dieses Experiment wurde von D. Kuhn eingewendet, die Frist von einer Woche sei zu kurz, um Vorteile entdeckenden Lernens feststellen zu können. Man sollte die Wirkungen über größere Zeiträume wie ein Viertel oder ein halbes Jahr verfolgen. Daraufhin haben Strand-Cary/ Klahr (2008) ein Experiment durchgeführt, in dem nach einem halben Jahr die Effekte dieser beiden Methoden überprüft wurden. Gegen die Erwartung der Forscher konnte nach dieser Frist kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen mehr festgestellt werden.

Warum nach einem halben Jahr kein Unterschied zwischen beiden Gruppen mehr feststellbar war, bleibt unklar. Möglicherweise spielte Folgendes eine

---

<sup>2</sup> CVS steht für „Control-of-Variables Strategy“, nach der gültige Ergebnisse nur dann erreicht werden, wenn ein Faktor variiert wird und die anderen konstant gehalten werden.

Rolle: Die Schüler dieser Studie wurden aus einer Privatschule rekrutiert, die für ein hohes Leistungsniveau bekannt war. Dies könnte darauf hindeuten, dass sich Schüler mit einem sehr hohen Leistungsniveau diese Variablenkontrollstrategie selbst aneignen können.

Nahrung erhält diese Interpretation durch ein Unterrichtsexperiment in der achten Klassenstufe von Zohar/ David (2008). Dieses Experiment erstreckte sich über 12 Unterrichtsstunden. Schüler der Versuchsgruppe wurden durch ein einfaches Lampenexperiment in die Variablenkontrollstrategie eingeführt: Der Lehrer versuchte, eine Lampe auf seinem Pult anzumachen, die Lampe ging jedoch nicht an. Danach probierte der Lehrer zwei Dinge aus: Er überprüfte die Steckverbindung und er drehte die Lampe fester ein. Danach diskutierte er mit seinen Schülern, ob aufgrund dieses Lampenexperiments eine eindeutige Folgerung möglich sei. Später wurde im Unterricht immer wieder an dieses Experiment erinnert, wenn Schüler bei der Entwicklung gültiger Experimente ihren Versuchsplan zu verteidigen hatten. Im Unterricht wurde am Computer mit zwei Programmen, und zwar mit Hilfe der „germination seed“ und der „Guinea-pig“ Microworld gearbeitet. In der Kontrollgruppe standen fachliche Inhalte im Vordergrund, während in der Versuchsgruppe zusätzlich das methodische Argumentieren betont wurde (z.B. forderte der Lehrer Schüler zu Begründungsdiskussionen auf: „*Kann man aufgrund der Anlage dieses Experiments wirklich einen gültigen Nachweis führen?*“). Bezüglich des methodischen Wissens ergaben sich folgende Ergebnisse:

**Tabelle 1:** Meta-strategisches Kenntnissniveau\*\*, differenziert nach Leistungsniveau

	Vortest	Nachtest	Transfer-Test (nach 3 Mon.)
Versuchsgruppe LN+	3,0 (1,69)	5,76 (0,89)	6,0 (0)
LN-	0,67 (0,52)*	5,25 (1,44)	5,63 (1,06)
Kontrollgruppe LN+	2,94 (1,73)	3,93 (1,88)	4,80 (1,34)
LN-	0,71 (0,50)	0,86 (0,68)	1,03 (1,01)

LN+ Schulisches Leistungsniveau über dem Median; LN- unter dem Median, basierend auf Noten in 12 Fächern. \*In Klammern: Die Standardabweichung. \*\*Metastrategisches Kenntnissniveau: Schüler erklären, warum aufgrund von Versuchsplanungen von Experimenten gültige Schlüsse möglich sind.

In der Versuchsgruppe konnten sowohl die leistungsstarken als auch die leistungsschwächeren Schüler ihre Methodenkompetenz erheblich steigern. Besonders stark sind die Lernzuwächse bei den leistungsschwächeren Schülern. In der Kontrollgruppe konnten viele leistungsstarke Schüler sich ohne

systematischen Unterricht die methodischen Kenntnisse aneignen, den leistungsschwächeren Schülern war dies nicht möglich. Dieser Befund stimmt mit der Interpretation des Befundes von Strand-Cary/ Klahr (2008) überein.

## 2.2 Lösungsbeispiele

Lösungsbeispiele werden in der Phase der Aneignung neuen komplexen Wissens verwendet, damit der Lerner neue Schemata aufbauen kann. Nach der Cognitive Load Theorie (vgl. Cooper/ Sweller 1987, Kirschner/ Sweller/ Clark 2006) ist wegen der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses eine Verlängerung der Phase des Studierens und kritischen Auseinandersetzens mit Lösungsbeispielen lernförderlich. Ein zu frühes selbstständiges Lösen von Aufgaben sei weniger lernförderlich, weil Schüler noch nicht über notwendige Schemata verfügen, mit deren Hilfe die Aufgabe gelöst werden könne. Sie kommen durch Versuch und Irrtum vielleicht zufällig auf die richtige Lösung, ohne zu wissen, wie und warum sie zur Lösung gekommen sind.

Im Folgenden soll ein Experiment zur Wirkung von Lösungsbeispielen dargestellt werden, das von Paas/ van Merriënboer (1994, vgl. auch Wellenreuther 2004, S. 91f.) mit Studenten einer Technischen Fachschule durchgeführt wurde. Inhaltlich wurden Beispiele aus der Dreieckslehre (Satz des Pythagoras) und der Trigonometrie verwendet.

Alle Studenten erhielten zunächst eine allgemeine Einführung in die geometrische Theorie, die für die nachfolgenden Aufgaben benötigt wurde. Die geometrische Theorie wurde anhand von vier gelösten Aufgaben erläutert. Danach sollten die Studenten sechs Aufgaben bearbeiten, wobei in der Kontrollgruppe die Aufgaben selbstständig ohne Hilfe gelöst werden sollten, während in der Versuchsgruppe alle sechs Probleme als *Lösungsbeispiele analysiert werden sollten*. Zusätzlich wurde die Variabilität der Aufgaben variiert: Bei hoher Variabilität wurden Aufgaben zu den vier Sektoren des Koordinatensystems gestellt, bei niedriger Variabilität bezogen sich alle Aufgaben auf einen Sektor.

In der Testphase wurden allen Studenten zur Messung der Effekte die gleichen Testaufgaben vorgelegt.

Die Ergebnisse des Experiments entsprachen den theoretischen Erwartungen: Studenten, die Lösungsbeispiele studierten, konnten im Test nach der Instruktionsphase einen deutlich höheren Prozentsatz der Aufgaben richtig lösen als Studenten, die davor selbstständig Aufgaben lösten. Auch die Bedingung Variabilität der Aufgaben hatte einen Effekt: Bei hoher Variabilität der Aufgaben konnte in der Versuchsgruppe der Lösungsprozentsatz noch einmal

deutlich gesteigert werden (von 49% auf 62%). Die Deutlichkeit der Ergebnisse (vgl. die Tabelle 2) spricht für sich:

**Tabelle 2:** Lösungsprozentsatz unter den verschiedenen Bedingungen (Standardabweichung in Klammern)

	niedrige Variabilität	hohe Variabilität
Aufgaben lösen	29 (12)	28 (17)
Lösungsaufgaben studieren	49 (14)	62 (16)

Noch ein weiterer Effekt ist interessant: Studierende, die Lösungsbeispiele studierten, benötigten dafür 10 Minuten, verglichen mit 22 Minuten in der Kontrollgruppe. Man lernte somit in der Hälfte der Zeit doppelt so viel wie bei der sofortigen selbstständigen Problembearbeitung. Diese Befunde beziehen sich allerdings auf komplexe mathematische Probleme, die eine hohe Belastung des Arbeitsgedächtnisses erfordern.

Der Effekt von Lösungsbeispielen (Musterlösungen) auf die erste Aneignung neuer Lösungsschemata wurde auch in anderen Untersuchungen belegt (vgl. Cooper/ Sweller 1987, Schwonke/ Renkl/ Krieg/ Wittwer/ Alevon/ Salden 2009). Die Verwendung von Lösungsbeispielen zu Instruktionzwecken kann aufgrund der durchgeführten Experimente als eine der wirksamsten Unterrichtsmethoden angesehen werden

### 3. Die Verankerung erworbenen Wissens im Langzeitgedächtnis

#### 3.1 Tutorenarbeit vs. Lesen von Minilektionen

In der Unterrichtsforschung gilt Tutorenarbeit (individuelle dialogische Hilfen im Sinne von Scaffolding) als die wirksamste Methode, weil hier adaptiv Hilfen auf noch vorhandene Kenntnislücken und Fehlvorstellungen gegeben werden. Da die Rolle des Tutors in zunehmendem Maße von Computerprogrammen übernommen werden kann, werden solche Hilfen auch unter finanziellen Gesichtspunkten immer attraktiver.

Eine Forschungsgruppe um VanLehn (vgl. VanLehn/ Graesser/ Jackson/ Jordan/ Olney/ Rosé 2007) führte eine Reihe von sieben Experimenten durch, von denen das erste Experiment für die Diskussion von Instruktion vs. Konstruktion besonders interessant ist. In diesem Experiment sollten Anfangsstudenten der Physik zunächst versuchen, das Wissen über qualitative New-

ton'sche Mechanik auf die Lösung von Alltagsproblemen anzuwenden. Zum Beispiel wurde den Studenten folgende Aufgabe vorgelegt:

„Wenn ein Kleinwagen und ein schwerer Lastwagen kollidieren, auf welchem Wagen ist dann die einwirkende Kraft größer? Welches Fahrzeug wird in seiner Bewegung stärker beeinflusst? Verteidige deine Antworten!“ (VanLehn et al. 2007, S. 58).

Allen Studenten wurde zunächst eine Aufgabe vorgelegt und es wurde verlangt, in den Computer eine Lösung des Problems einzutippen. Danach wurden die Studenten entweder tutoriell betreut (insgesamt drei Tutorienbedingungen: Menschlicher Tutor, zwei künstliche Tutoren (Computer-Tutoring mit „Why2-Atlas“ und „Why2-AutoTutor“) oder es wurde ihnen eine Minilektion am Bildschirm übermittelt, in der sie in etwas redundanter Form eine korrekte Lösung präsentiert bekamen. In diesen Minilektionen wurden auch explizit verschiedene bekannte Fehllösungen diskutiert. Zum Abschluss bekamen die Studenten Gelegenheit, ihre „Lösung“ zu überarbeiten. Diese Sequenz „Aufgabenbearbeitung – Hilfen durch Tutoren oder Minilektionen – Überarbeiten der ursprünglichen Lösung“ wurde mit insgesamt 10 Aufgaben durchgeführt.

In diesem Experiment erwies sich das Lesen der Minilektionen als genauso lernwirksam wie die drei Tutorienbedingungen. Dies legt den Schluss nahe, dass das Ausprobieren der vorhandenen Problemlösekompetenz zu einer Bewusstheit der noch vorhandenen Wissenslücken führt, und diese Bewusstheit eine aktive und fokussierte Nutzung der Minilektionen durch Lesen ermöglicht, um danach jeweils die erste „Aufgabenlösung“ zu überarbeiten.

Praktisch bedeutsam ist dieses Ergebnis, weil das Durchlesen der Minilektionen nur die Hälfte der Zeit wie die tutorielle Betreuung benötigte. Die Autoren bemerken dazu:

„Die Interaktion zwischen Tutor und Tutee scheint das Lernen zu verlangsamen, ohne dass daraus ein zusätzlicher Lerngewinn resultiert“ (VanLehn et al. 2007, S. 30).

Für die Schule ergibt sich eine ähnliche Situation wie im Experiment bei der Vorbereitung einer Klassenarbeit: Wenn Schüler versuchsweise eine Klassenarbeit schreiben und danach die Möglichkeit erhalten, ihre Lösungen aufgrund sorgfältig erarbeiteter Minilektionen zu überarbeiten, dürften ebenfalls positive Lerneffekte resultieren.

### **3.2 Konstruktion und Instruktion bei Exkursionen**

Die Arbeit von MacKenzie/ White über Exkursionen (1982) trägt den Titel „Feldarbeit in der Geographie und Strukturen des Langzeitgedächtnisses.“ Über die Wirkungen von Exkursionen, die mit Schülern veranstaltet werden, gibt es bislang nur wenige experimentelle Untersuchungen. Der hier vorge-

stellte Versuch wurde mit Schülern der achten und neunten Klassenstufe durchgeführt. Zunächst hatten alle Schüler über zwei Stunden ein Lernprogramm bearbeitet, die erste Phase der Aneignung neuen Wissens war somit abgeschlossen.

In einer *traditionellen Exkursion* wurde jedem Schüler für jeden einzelnen der fünf zu besichtigenden Plätze ein Hefter mit einem Feldführer mitgegeben. Die Erläuterungen im Feldführer sollten die im Lernprogramm gegebenen Erklärungen ergänzen. Der Lehrer kontrollierte und überwachte die Aktivitäten der Schüler. Er lenkte die Aufmerksamkeit der Schüler auf alle Aspekte, welche die Schüler beobachten sollten, wobei der Feldführer als Checkliste diente. Die Schüler verifizierten Daten, die auf der Checkliste genannt wurden, suchten jedoch keine eigenen Informationen.

In der *prozessorientierten Exkursion* erhielten die Schüler auf jedem der fünf Plätze einen Antwortbogen, einen Hefter, eine Karte der Gegend und eine Tabelle über die Gezeiten. Die Schüler sollten allein oder in Gruppen die Aufgaben im Antwortbogen eintragen. Alle Fragen, die im Zusammenhang mit den gestellten Aufgaben auftraten, beantwortete der Lehrer, er schlug Handlungen vor, um zu einer Lösung zu kommen und prüfte die Genauigkeit der Daten und der Beschreibungen. Gruppendiskussionen wurden häufig durchgeführt. Ständig wurde von den Schülern verlangt, bestimmte Dinge zu tun: beobachten, prüfen, aufschreiben, Fragen beantworten. Einige ungewöhnliche Ereignisse („Episoden“) wurden arrangiert, z.B. das Durchqueren eines Mangrovensumpfs, den Salzgehalt des Laubwerks schmecken, über Klippen klettern, im Meer waten.

In der traditionellen Exkursion sahen die Schüler die gleichen Dinge wie in der prozessorientierten Exkursion, sie verweilten auch an jedem Platz die gleiche Zeit. Sie wiederholten Informationen häufiger, taten selbst aber viel weniger.

Am Versuch nahmen insgesamt sechs Klassen teil, drei Klassen der 8. Klassenstufe und drei Klassen der 9. Klassenstufe. Diese Klassen wurden innerhalb der beiden Klassenstufen per Zufall den drei Versuchsgruppen zugeordnet: (1) prozessorientierte Exkursion, (2) traditionelle Exkursion und (3) Kontrollgruppe (zweistündiges Lernen in der Klasse aufgrund des für alle verbindlichen Lernprogramms). Die Exkursion dauerte in beiden Versuchsbedingungen 4 1/2 Stunden, dazu gehörten 80 Minuten Busfahrt. Direkt nach Beendigung der Lernphase wurde der Leistungstest durchgeführt. Der Leistungstest wurde ein zweites Mal 12 Wochen später wiederholt, um die Behaltensleistung zu prüfen.



In dem Versuch zeigten sich deutliche Effekte zugunsten der prozessorientierten Exkursion, wobei die Unterschiede beim ersten Nachtest geringer waren als beim Behaltentest 12 Wochen später (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Lern- und Behaltensmaße in den Versuchs- und Kontrollgruppen

	Lernprogramm + prozessorientierte Exkursion (n = 52)	Lernprogramm + traditionelle Exkursion (n = 44)	Kontrollgruppe: Lernprogramm ohne Exkursion (n = 45)
Lerntest	33*	29	26
Behaltentest**	29	17	14

\*Arithmetische Mittelwerte \*\*12 Wochen nach Lerntest

Im Experiment von MacKenzie/ White (1982) hatten die Schüler nach der Bearbeitung eines zweistündigen Lernprogramms in der prozessorientierten Exkursion die Möglichkeit, das erworbene Wissen im Feld anzuwenden. Dazu mussten sie ihr vorhandenes Wissen rekonstruieren, strukturieren und miteinander vernetzen. Dagegen wird diese Arbeit an den eigenen Gedächtnisinhalten durch die traditionelle Exkursion nicht gefordert.

#### 4. Konstruktion oder Instruktion – eine falsche Alternative

Die wichtigsten Ergebnisse der dargestellten Experimente sind:

- In der Phase der ersten Aneignung komplexen Wissens ist das Modellieren und damit einhergehend das Begründen von Problemlösungen sehr lernwirksam (vgl. Klahr/ Nigam 2004, Zohar/ David 2008). Ferner können Schüler in dieser Phase durch Studieren von Lösungsbeispielen Schemata bilden, die sie zu Problemlösungen befähigen. Ein sehr frühes selbstständiges Aufgabenlösen ist weniger lernförderlich als das Studieren von Lösungsbeispielen (vgl. Paas/ van Merriënboer 1994).
- In der Phase der Anwendung und des Transfers sind Lernarrangements effektiv, die Schülern die Grenzen ihres Wissens bewusst machen und sie dadurch aktivieren, sich nochmals intensiv – z.B. anhand von Lehrtexten – mit den Inhalten auseinander zu setzen. Hierbei ist die Diskussion konkreter Aufgabenlösungen zusammen mit möglichen Fehlösungen wichtig, um nach dem Lesen nochmals die Lösungen zu überarbeiten. (vgl. VanLehn et al. 2007)

- Auch die Studie über die Lernwirksamkeit von Exkursionen verweist auf die Bedeutsamkeit selbstständiger Lösungsbemühungen für eine effektive Abspeicherung des Gelernten im Langzeitgedächtnis. Während in der Phase des Aufbaus neuer Schemata das Studieren von Lösungsbeispielen besonders lernwirksam ist, ist in der Phase der Anwendung des Wissens ein Bemühen um ein selbstständiges Lösen von Problemen von ausschlaggebender Bedeutung (vgl. MacKenzie/ White 1982).

Entscheidend bei alledem ist, ob bei den Schülern die relevanten kognitiven Prozesse ausgelöst werden. Das Lernarrangement soll (1) die Aufmerksamkeit auf die relevanten Aspekte der eingehenden Information lenken, (2) Hilfen für eine Integration dieser eingehenden Informationen in eine kohärente kognitive Struktur geben und (3) die neuen Informationen mit dem schon vorhandenen Wissen vernetzen (vgl. Mayer 2009, S. 188). Im Langzeitgedächtnis werden die Inhalte dann fest verankert, wenn später selbstständige Rekonstruktionen von Problemlösungen und ihren Begründungen gefordert werden.

Man kann nicht ohne weiteres von vornherein sagen, welche Unterrichtsmethoden dies alles leisten. Eine Einteilung in aktivierende, lernförderliche Methoden und Methoden, die nur träges Wissen produzieren, scheidet, weil die gleiche Methode – z.B. das Lesen von Lehrtexten – in bestimmten Situationen zu aktivem Konstruieren führt, während es unter anderen Bedingungen nur träges Wissen produziert. So war das Durchlesen von Instruktionstexten sehr lernwirksam, wenn sich die Lernenden vorher um eine selbstständige Lösung bemüht hatten und dabei gewahr wurden, dass noch Wissenslücken bestehen. Wichtig war auch, dass die Lerner die ursprüngliche Problemlösung nach dem „Informationsinput“ zu überarbeiten hatten. Auch Lösungsbeispiele sind nur in einer bestimmten Lernphase effektiv, und zwar dann, wenn die zur Problemlösung notwendigen Schemata noch aufgebaut werden müssen. Danach lernen Schüler mehr durch zunehmend komplexere Anwendungsaufgaben, die nun von den Schülern selbstständig zu lösen sind, und durch anschließendes inhaltliches Feedback. Um effektive Unterrichtsmethoden auswählen zu können, müssen wir also adaptiv auf den Lernstand der Schüler reagieren. Entsprechend hat Weinert (1999, S. 33) zur Direkten Instruktion, soweit sich diese auf den gesamten Lernprozess bezieht, Folgendes geschrieben:

„Die zweckmäßigste Lehrstrategie zur Steuerung des systematischen Lernens ist die ‚direkte Instruktion‘, eine Methode, die fälschlicherweise mit dem zu Recht kritisierten Frontal- oder Paukunterricht verwechselt wird. Das Gegenteil ist der Fall: Direkte Instruktion wird zwar vom Lehrer gesteuert, ist aber schülerzentriert! Der Lehrer legt unter Berücksichtigung der in seiner Klasse verfügbaren Kenntnisse die Lernziele fest. Er (oder sie) stellt Fragen unterschiedlicher Schwierigkeit, organisiert, strukturiert, kontrolliert, korrigiert und evaluiert die

Lernfortschritte der Schüler beständig und sorgt dafür, dass Fehlinformationen und Kenntnislücken vermieden oder schnell beseitigt werden.“

## Literatur

- Anderson, J.R.; Reder, L.; Simon, H.A. (1996): Situated Learning and Education. In: *Educational Researcher*, 25, 4, pp. 5-11.
- Cooper, G.; Sweller, J. (1987): The effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. In: *Journal of Educational Psychology*, 79, pp. 747-762.
- Greeno, J.G. (1997): On Claims That Answer the Wrong Questions. In: *Educational Researcher*, 26, 1, pp. 5-17.
- Kirschner, P.A.; Sweller, J.; Clark, R.E. (2006): Why Minimal Guidance During Instruction Does not Work: An Analysis of the failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental, and Inquiry-Based Teaching. In: *Educational Psychologist*, 41, 2, pp. 75-86.
- Klahr, D.; Nigam, M. (2004): The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction: Effects of Direct Instruction and Discovery Learning. In: *Psychological Science*, 15, 10, pp. 661-667.
- MacKenzie, A.A.; White, R.T. (1982): Fieldwork in Geography and Long-term Memory Structures. In: *American Educational Research Journal*, 19, 4, pp. 623-632.
- Mayer, R.E. (2004): Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? In: *The American Psychologist*, 59, 1, pp. 14-19.
- Mayer, R.E. (2009): Constructivism as a Theory of Learning versus Constructivism as a Prescription for Instruction. In: Tobias, S.; Duffy, Th.M. (Eds.) (2009): *Constructivist Instruction. Success or Failure?* New York, pp. 184-200.
- Paas, F.G.; Van Merriënboer, J.G. (1994): Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive Load Approach. In: *Journal of Educational Psychology*, 86, 1, pp. 122-133.
- Schwonke, R.; Renkl, A.; Krieg, C.; Wittwer, J.; Alevin, V.; Salden, R. (2009): The worked-Example Effect: Not an artefact of lousy control conditions. In: *Computers in Human Behavior*, 25, pp. 258-266.
- Strand-Cary, M.; Klahr, D. (2008): Developing Elementary Science Skills: Instructional Effectiveness and Path Independence. In: *Cognitive Development*, 23, pp. 488-511.
- Tobias, S.; Duffy, T.M. (2009): *Constructivist Instruction. Success or Failure?* New York.
- VanLehn, K.; Graesser, A.C.; Jackson, G.T.; Jordan, P.; Olney, A.; Rose, C.P. (2007): When are tutorial dialogues more effective than reading? In: *Cognitive Science*, 31, 1, pp. 3-62.
- Wellenreuther, M. (2004): *Lehren und Lernen – aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht. Hohengehren. (Grundlagen der Schulpädagogik, Band 50.)*
- Weinert, F.E. (1999): Die fünf Irrtümer der Schulreformer. In: *Psychologie Heute*, 29, 7, S. 29-34.
- Zohar, A.; David, A.B. (2008): Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. In: *Metacognition Learning*, 3, pp. 59-82.



**Probleme und Perspektiven  
des Sachunterrichts**

Hartmut Giest  
Eva Heran-Dörr  
Carmen Archie  
(Hrsg.)

**Lernen und Lehren  
im Sachunterricht**

**Zum Verhältnis von Konstruktion und Instruktion**

GIEST / HERAN-DÖRR / ARCHIE  
LERNEN UND LEHREN  
IM SACHUNTERRICHT

**PROBLEME UND PERSPEKTIVEN  
DES SACHUNTERRICHTS  
BAND 22**

LERNEN UND LEHREN  
IM SACHUNTERRICHT  
Zum Verhältnis von  
Konstruktion und Instruktion

herausgegeben von Hartmut Giest,  
Eva Heran-Dörr und Carmen Archie

VERLAG JULIUS KLINKHARDT  
BAD HEILBRUNN 2012

k

Schriftenreihe der  
Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.

Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) e.V. ist ein Zusammenschluss von Lehrenden aus Hochschule, Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Schule. Ihre Aufgabe ist die Förderung der Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftlicher Disziplin in Forschung und Lehre sowie die Vertretung der Belange des Schulfaches Sachunterricht.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation  
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten  
sind im Internet abrufbar über <http://dnb.d-nb.de>.

2012.d. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.

Printed in Germany 2012.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-1851-3



# Inhaltsverzeichnis

<i>Eva Heran-Dörr, Hartmut Giest und Carmen Archie</i> Editorial.....	9
--	---

## **Konstruktion und Instruktion als didaktische Kategorien**

<i>Hartmut Giest:</i> Lernen und Lehren im Sachunterricht – Zum Verhältnis von Konstruktion und Instruktion.....	15
--	----

<i>Gabi Reinmann:</i> Das schwierige Verhältnis zwischen Lehren und Lernen: Ein hausgemachtes Problem?.....	25
---	----

<i>Kornelia Möller:</i> Konstruktion vs. Instruktion oder Konstruktion durch Instruktion? Konstruktionsfördernde Unterstützungsmaßnahmen im Sachunterricht.....	37
--	----

<i>Martin Wellenreuther:</i> Jenseits von Konstruktion und Instruktion Eine Diskussion auf der Grundlage neuerer experimenteller Forschung.....	51
--	----

<i>Andreas Nießeler:</i> Sokratische Mäeutik als Modell moderat-konstruktiver Instruktion im Sachunterricht?.....	63
---	----

## **Konstruktion und Instruktion beim Lernen und Lehren im naturwissenschaftlichen Bereich**

<i>Pia Altenburger und Erich Starauschek:</i> Physikalische Themen im Sachunterricht Baden-Württembergs in den Jahrgangsstufen 3 und 4.....	71
---	----

<i>Sonja Alberts und Hartmut Giest:</i> Lernen an Experimentierstationen im Science Center.....	79
<i>Astrid Kaiser und Britta Puls:</i> Instruktion durch Sachunterrichtsfilme und handlungsorientierter eigenaktiver Sachunterricht im empirischen Vergleich.....	87
<i>Alexander Rachel, Christof Wecker, Eva Heran-Dörr, Hartmut Wiesner und Frank Fischer:</i> Wie wenig Instruktion ist zu wenig? Ergebnisse einer Unterrichtsstudie zur Einführung einer Modellvorstellung im Sachunterricht.....	95
<i>Gwendo Ranger, Sabine Martschinke und Bärbel Kopp:</i> „Olli, weißt du, an was das liegt?“ Soziale und kognitive Aktivierungsmaßnahmen in kooperativen Lernphasen des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule.....	103
<i>Regina Rojek, Brunhilde Marquardt-Mau und Judith Werther:</i> Evolution als Thema im Sachunterricht – zwischen Instruktion und Konstruktion.....	111
<i>Veronika Schwelle, Katrin Lohrmann und Andreas Hartinger:</i> Woran machen Kinder Gemeinsamkeiten zwischen Phänomenen fest? Prozedurales und konzeptuelles Wissen von Drittklässlern zu Hebeln.....	119
<i>Anja Vocilka und Marcus Schrenk:</i> Fotosynthese – (k)ein Thema für die Grundschule? Schülervorstellungen über pflanzenphysiologische Prozesse und Möglichkeiten ihrer Veränderung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht.....	127
<b>Konstruktion und Instruktion beim Lernen und Lehren im gesellschaftswissenschaftlichen Bereich</b>	
<i>Egbert Daum:</i> Subjektives Kartographieren als Welt-Konstruktion Wider den Instruktivismus der „Einführung in das Kartenverständnis“.....	135

<i>Eva Gläser und Andrea Becher:</i>	
Kompetenzorientierung im historischen Lernen – Eine Analyse schriftlicher Lernaufgaben in Schulbüchern.....	143
<i>Sabine Bietenhader und Markus Kübler:</i>	
Historisches Denken von 4 bis 10-jährigen Kindern – Ergebnisse einer Pilotstudie.....	151
<i>Gerhard Handschuh:</i>	
Heimat – Identitätskonstrukt zwischen globalen und regionalen Ansprüchen der Gegenwart.....	159
<i>Nina Kiewitt:</i>	
Kindliches Erleben politischer Phänomene – Vorstellung eines phänomenografischen Forschungsvorhabens.....	167
<b>Konstruktion und Instruktion als Herausforderung für die Aus- und Weiterbildung pädagogischer Fachkräfte</b>	
<i>Sophia Bietenhard:</i>	
Leitende Beispiele: Impulse zur Instruktion und Konstruktion in der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern.....	175
<i>Nicole Kuhn, Eva-Maria Lankes und Mirjam Steffensky:</i>	
Vorstellungen von pädagogischen Fachkräften zum Lernen von Naturwissenschaften.....	183
<i>Sabine Streller, Manja Erb und Claus Bolte:</i>	
Lehrerinnen und Lehrer kooperieren – Die „Projektgruppe Naturwissenschaften“.....	191
<i>Sandra Tänzer:</i>	
Wie bewältigen Lehramtsanwärterinnen die Planung von Sachunterricht? – Erste Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt.....	199
Autorinnen und Autoren.....	207