

Martin Wellenreuther

Jenseits von Konstruktion und Instruktion

Lernen im Sachunterricht auf der Grundlage neuerer
experimenteller Forschung

Vortrag auf der Jahrestagung der
Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.
(GDSU)

März 2011

Gliederung

1. Das Ausgangsproblem: Instruieren oder entdeckend lernen?

2. Experimente zum Lehren, Entdecken und Lernen

- a) *Klahr & Nigam (2004) und Nachfolgeprojekte: Entdecken oder Instruieren?
- b) Paas & Merrienboer (1994): Gleich Aufgaben lösen oder oder Lösungsbeispiele studieren?
- c) *Van Lehn et al. (2007): Zuerst Aufgaben lösen, dann Instruktion oder adaptiv helfen
- d) MacKenzie & White (1982): Exkursionen als entdeckendes Lernen
- e) *Metcalfe et al. (2007): Mehrfaches Instruieren und Konstruieren oder selbst Einstudieren?

3. Instruktion oder Konstruktion?

Instruktion vs. Konstruktion

Instruktion:

Vortragen,
Vormachen
(Modeling),
Erklären,
Text durchlesen.
→ Geschlossener
Unterricht produziere
träges Wissen...

Konstruktion:

Entdeckend lernen,
Aufgaben selbst
lösen,
Scaffolding,
Übertragen und
Anwenden von
Wissen.
→ Offener Unterricht
dauert zu lange...

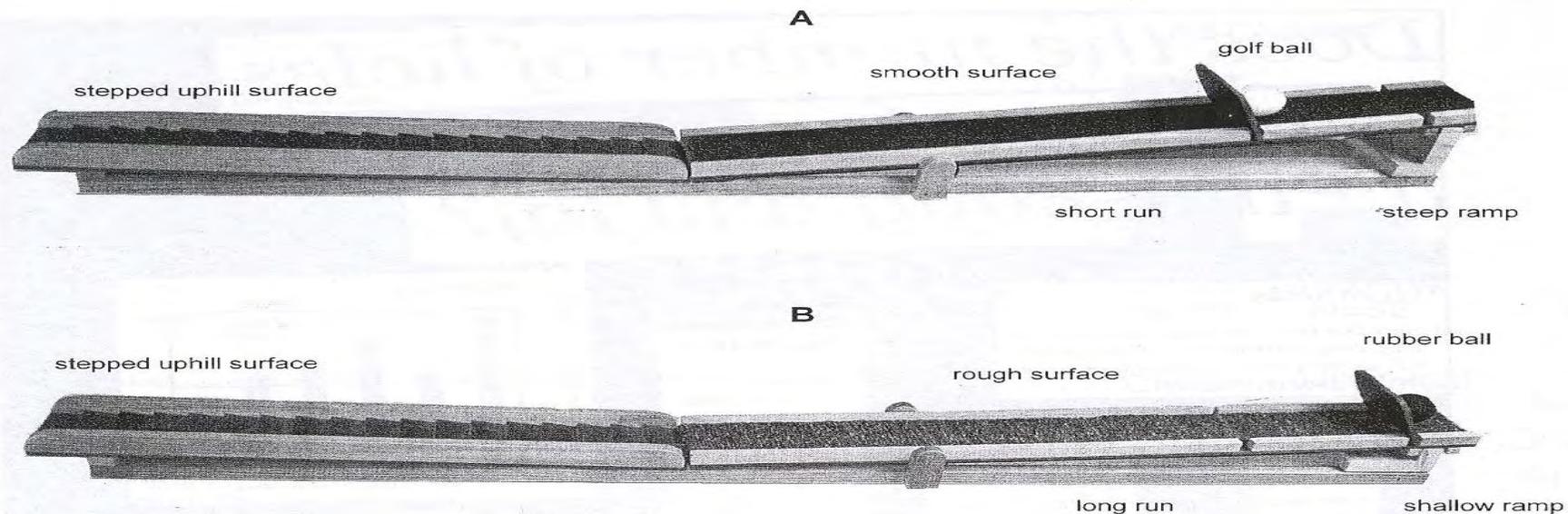
a) Klahr & Nigam (2004): Lernen durch Entdecken oder durch Vormachen

Ziel: Gültige Experimente planen lernen

Material: Rampen.

Variationsmöglichkeiten: Höhe (steil vs. flach), Länge der Rampe, Oberfläche (rau vs. glatt), Oberfläche des Balls

Die Stufung des Auslaufs erlaubte eine genaue Distanzmessung.



1. Einführung

Erläuterung der Rampenmaterialien

2. Vortest

Vier Experimente entwerfen:

Zwei, um die Steilheit der Rampe zu prüfen und
zwei, um die Länge der Rampe zu prüfen

Die Wirkung wurde über die Stufung des Auslaufs gemessen.

Jedes Kind erhielt nach der Anzahl der korrekt geplanten Versuche einen Punktwert (also Anzahl der unkonfundierten Experimente; max. 4 Punkte im Vortest).

3. Bedingungsvariation

Frage /Zielsetzung:

„Wie kannst du herausfinden, ob X einen Unterschied macht, wie weit der Ball rollt?“

Bedingung „direkte Instruktion“: Vormachen und Diskutieren verschiedener echter und konfundierter Experimente.

Erläuterung der Gültigkeit anhand konkreter konfundierter oder nicht-konfundierter Experimente

Bedingung „entdeckendes Lernen“: Die Schüler planen ihre eigene Experimente

In beiden Bedingungen waren die Kinder aktiv, konnten herumprobieren...

4. Messung der Effekte

- a) **Erster Nachtest:** Kinder sollten vier Experimente planen, zwei zur Wirkung der Rampenlänge (war schon früher untersucht worden), und zwei zur Wirkung der Rampenoberfläche. Den Kindern wurden dabei keine Rückmeldungen gegeben.
- b) **Evaluation der Poster (Zweiter Nachtest/Transfertest eine Woche später)**

5. ERGEBNISSE

Vortest / Nachtest:

Anzahl richtig geplanter Experimente:

Direkte Instruktion: Vortest: 1 von 4.

Nachtest: 3,1

Entdeckend Lernen: Vortest: 0,6 von 4.

Nachtest: 1,5.

Nachtestunterschied ist signifikant (Effektstärke von $d = 0,725$).

Transfertest: Posterevaluation

- Eine Woche später: Meistervergleich
40 von 52 Direkte Instr. Meister – 12 von 52 entd. Lernen-Meister
- Kein Unterschied zwischen den Meistern im Transfertest
(Posterbeurteilung)

Diskussion

Bestätigung des Instruktionsansatzes?

Nachfolgeuntersuchungen von Strand-Cary & Klahr (2008):
Nachtestmessung ein halbes Jahr nach dem ursprünglichen
Experiment: Kein signifikanter Unterschied mehr, die
Entdeckungsgruppe hat „aufgeholt“

Erklärung dafür: Offen!

Ein Erfolg der Konstruktivisten?

Diskussion

Klahr bemerkt zu diesem „Erfolg“:

„Wenn zwei Methoden auf lange Sicht gleich effektiv sind und davon die eine Methode sehr früh zu einem deutlich besseren Lernergebnis gelangt, dann ist diese Methode mit dem schnell erreichten Ergebnis die effektivere Methode.“ (Klahr 2009, S. 303)

Weiterführende Untersuchungen: Zohar und David (2008):

Experiment unter realen Schulbedingungen (118 Schüler, 6 Klassen der achten Klassenstufe)

- 12 Stunden Unterricht mit der „germination seed“ und der „Guinea-pig“ microworld
- Viele unterschiedliche Beispiele
- Fokus auf Begründungsdiskussionen:
„Lässt der Untersuchungsplan gültige Schlüsse zu?“
- Methode: Scaffolding, minimale Hilfen

--> Anhang: Beispieldiskussionen

Behandlung:

1. Kontrollgruppe: Fokus auf Fachwissen
Versuchsgruppe: ...auf Methodenwissen und Fachwissen
2. Einführungsstunde Versuchsgruppe:
Diskussion nicht-eindeutiges Lampenexperiments:
Licht geht nicht an: Glühlampe fester eindrehen
und die Steckverbindung nachjustieren.
3. Schüler bewerten bzw. verbessern Experimente
(12 Unterrichtsstunden). Bei Fehlern: Lehrer verstrickt
sie in Diskussionen, insbesondere bei falschen
Lösungen

Tabelle 1: Meta-strategisches Kenntnissniveau^{**},
differenziert nach Leistungsniveau

		Vortest	Nachtest	Transfer -Test (nach 3 Mon.)
VG	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)
KG	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

**Meta-strategisches Kenntnissniveau: Schüler erklären, warum aufgrund des geplanten Experiments gültige Schlüsse möglich sind.

Ergebnisse

1. Leistungsschwache Schüler: Starker Effekt in der VG.
2. Leistungsstarke Schüler: Kenntniserwerb teilweise ohne Unterricht
3. Behaltenstest nach drei Monaten: Die Effekte bleiben stabil

Instruktion – Konstruktion?

Klahr & Nigam:

- Kurze Instruktion – mehr „Meister“
Offen: stabile Verankerung im Langzeitgedächtnis

Strand-Cary und Klahr (2008):

- Sehr leistungsstarke Schüler lernen auch ohne Instruktion weiter

Zohar & David (2008):

- größere Anzahl von Anwendungsbeispielen, längere Instruktionsphase und aktives Konstruieren durch Scaffolding
- Leistungsschwächere: VG großer Lernzuwachs, KG kein Lernzuwachs

→ Große Effekte: Zuerst Instruktion, danach in verschiedenen Kontexten Konstruktion, Übertragung, Anwendung

(b) Lernen durch Lösungsbeispiele

Experiment Paas & Merrienboer (1994).

Probanden: Studenten einer Fachoberschule 19 – 23 J.

1. Alle Studenten: Einführung in die neuen Inhalte (Trigonometrie, Satz des Pythagoras). Erläuterung an vier gelösten Aufgaben
2. Behandlung: Sechs Aufgaben ...
Kontrollgruppe: Aufgaben lösen
Versuchsgruppe: Lösungsbeispiele studieren

Näheres zum Experiment vgl. auch <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/paas.htm>

ERGEBNISSE

Lösungsprozentsätze

(Standardabweichung in Klammern)

	Niedrige Variabilität	Hohe Variabilität
Aufgaben lösen	29 (11,70)	28 (16,60)
Lösungsbeispiele studieren	48 (13,90)	62 (16,00)

Kosteneffizienz?

- Das Studieren der Lösungsbeispiele in der Lernphase benötigte 10 Minuten, danach werden doppelt so viele Aufgaben richtig gelöst
- Die Studierenden in der Kontrollgruppe benötigen für ihre Lernphase (Lösen von Aufgaben) 22 Minuten!

Wie ist dieser sehr starke Effekt zu erklären?

Vorteil: Bei der Analyse von Lösungsbeispielen kann sich der Lerner **individuell** auf das Lernen von Unverstandenem konzentrieren!

Nachteil: Schüler neigen zu oberflächlichem Studieren der Lösungsbeispiele.

Zwei Alternativen zum wiederholten Studieren:

- a) Alternierendes Format (Lösungsbeispiel – strukturgl. Aufgabe mehrfach)
- b) Fading: Zuerst komplett gelöst, dann lässt man zunehmend Schritte lösen

Zusätzlich: Erkläraufforderungen stellen! (Problem der Verständnisillusion)

Instruktion – Konstruktion?

Lösungsbeispiele = massive Lernhilfen
(ähnlich Funktion wie Veranschaulichungen mit integrierten Erläuterungen)

Beim Erwerb neuer Kenntnisse wg. Überlastung des Arbeitsgedächtnisses erforderlich (→ erster Schemaaufbau)

Danach: Eigenständiges Problemlösen (Konstruktion)
lernwirksamer

(weiterführende Literatur: Schwonke, Renkl, Krieg, Wittwer, Alevén und Salden 2009; vgl. auch <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/paas.htm>)

(c)

Adaptive Tutorenarbeit oder Lehrtextinstruktion?

(Experiment 1, VanLehn, Graesser, Jackson, Jordan, Olney & Rosé 2007)

These:

Adaptives Unterrichten eines Tutees ist künstlichen Erklärtexen immer überlegen.

Inhalt: Newton'sche Physik.

Stichprobe: Physikstudenten (Anfangssemester, hatten schon einen Einführungskurs besucht)

Experiment 1: Zufallsaufteilung der Studenten

- Tutorengruppe mit menschlichem Tutor
- Zwei Tutorengruppen mit adaptivem künstlichem Tutor
- Eine Gruppe mit Minilektionen

Fehlvorstellungen werden aufgegriffen.

Ablauf:

1. Aufgabenbearbeitung,
2. dann Tutoren bzw. Texthilfe,
3. danach Überarbeiten der ursprünglichen Antwort.

Dieser Zyklus wird mit 10 Aufgaben durchlaufen

Messungen: Vortest und Nachtest

Ergebnis:

Das Lesen der Minilektionen war genauso wirksam
wie das adaptive Helfen

Allerdings: Die Minilektionen mussten für die
Studenten verständlich sein.

Bei schwierigen Lehrtexten zeigten sich in anderen
Experimenten deutliche Vorteile der Tutorenarbeit!

In einem anderen Kontext erwiesen sich
Lehrtexte als wenig lernwirksam

Experiment 2:

Studenten sollten nur einen Lehrtext lesen.

Kein Konstruieren oder Überarbeiten von
Lösungen wurde gefordert.

Ergebnis:

Hier war die Tutorenbedingung erheblich
effizienter, zwischen der Textlesegruppe und
einer Kontrollgruppe, die kein Training erhalten
hatte, bestand kein Unterschied!

Instruktion – Konstruktion?

Ausgangssituation: Umfangreiches Vorwissen
(Newton'sche Physik)

Lernwirksame Abfolge:

1. Konstruktion (Aufgabe lösen),
2. Instruktion durch verständliche Minilektionen,
3. dann Überarbeitung der Aufgabenlösung

Kontrast „eigene Problemlösung“ – ideale
Problemlösung → Korrektur falscher Verständnisse
(Motivation, Vermeidung von Verständnisillusion)

(d) Wirksame Exkursionsarbeit

MacKenzie & White (1982)

Stichprobe: Schüler der achten und neunten Klassenstufe (sechs Klassen). Zufallsaufteilung auf drei Gruppen

Zunächst: **2 Stunden Lernprogramm** über Küsten, geographische Formen und Pflanzen

Prozessorientierte Exkursion:

- (a) Erlebnisse / Episoden („Schmecken salziger Blätter“),
- (b) Aktives Bearbeiten von Aufgaben, nur im Notfall wird der Lehrer gefragt.

Traditionelle Exkursion:

Lehrer erklärt wesentliche Dinge an den jeweiligen Standorten

Kontrollgruppe:

Lernprogramm ohne Exkursion

Ergebnisse (MacKenzie & White 1982)

	Prozess-orientierte Exkursion (n = 52)	Traditionelle Exkursion (n = 44)	Kontrollgruppe: Lernprogramm ohne Exk.:
Lerntest	33,1*	29,2	26,3
Behaltenstest (12 Wochen nach Lerntest; nach Sommerf.)	28,8	17,2	13,5

*Arithmetische Mittelwerte (ausführliche Tabelle im Anhang!)

Instruktion – Konstruktion?

Beides scheint relevant:

- Ohne Konstruktion (aktives Anwenden des Gelernten) geringe Behaltensleistung
- Aber: Diese aktive Auseinandersetzung erfolgt nach einer längeren Instruktionsphase

(e) Die Kombination von Lernbedingungen (Metcalfe, Kornell und Son 2007):

Thema:

Naturwissenschaftliche Begriffe lernen

Vergleich: Computersteuerung nach
Lernprinzipien versus Selbststeuerung

Probanden:

14 Schüler der 6. und 7. Klasse aus einer
innerstädt. Schule (Süd Bronx, New York)

Vergleich: Lernen durch Computeranleitung,
Selbststudium und ohne Training

→ Anhang Zusatzinformationen

Verwendete Lernprinzipien u.a:

- Wiederholtes, verteiltes Rekonstruieren und Instruieren (verteilttes Lernen)
- Verdeutlichen des Sinns anhand mehrerer, für die Schüler bedeutsamer Beispiele
- Belohnung bei richtigen Antworten (Applaus)
- Häufigeres Präsentieren nicht gekannter Wörter (Erreichen eines Mindestkriteriums)

Metcalfe, Kornell und Son 2007:

In diesem Experiment zeigte sich ein dramatischer Unterschied zu Gunsten des Computerprogramms.

Gelernt im Selbststudium: 10 %

Bei Computersteuerung: 71 %

Im Selbststudium wurde etwa soviel gelernt wie unter der Bedingung „kein Studium“.

Bestätigung dieses Vorteils angeleiteten Lernens bei zwei weiteren Experimenten:

- mit älteren (10. Klasse) Schülern und mit
- College Studenten

→ Ergebnisse signifikant in die gleiche Richtung, aber schwächer

→ Mehr zum Versuch s. Anhang

Instruktion – Konstruktion?

1. Selbststudium: Damit sind alle Schüler, aber insbesondere die leistungsschwächeren überfordert! (→ Stationenarbeit, Wochenplanarbeit? Verständnisillusionen, Verwendung passiver Bearbeitungsstrategien)
2. Steuerung (mehrfachen Instruktion + aktiver Rekonstruktion (verteilt) und Arbeiten mit mehreren Beispielen aus der Lebenswelt der Kinder: Bei Lernschwachen notwendig)
3. Besonders bei Novizen wichtig: Keine Lösungsschritte auslassen; Experten sind diese notwendigen Schritte zu einem größeren Teil nicht bewusst (vgl. Clark 2009)

Instruieren und aktives Konstruieren: Beides notwendig!

Instruktion oder Konstruktion?

Beides!

Am Anfang Instruktion: Massive Hilfen... (Aufbau neuer Schemata):

Probleme der Überlastung des Arbeitsgedächtnisses, deshalb Lösungsbeispiele, Vormachen und Erklären, an Bildern, Skizzen verdeutlichen...(Klahr & Nigam 2004; Paas & Van Merriënboer)

In der Mitte Konstruktion: Scaffolding, weniger Hilfen, zunehmend selbständiges Problemlösen, Anwendung auf möglichst unterschiedliche Anwendungsfälle, inhaltliches Feedback.

(zuerst Konstruktion, dann Instruktion und Überarbeitung der Lösung (Zohar & David 2008; VanLehn et al. 2007, MacKenzie & White 1982, Exkursionen))

Am Ende Konstruktion und Übertragung: Erneutes Wiederholen durch aktives Rekonstruieren, auch nach der Unterrichtseinheit... (Metcalf et al. 2007)

Die Interdependenz von Lernphasen und Methoden

Feste Verankerung im LZG

Keine
Hilfen

LERNPROZESS

Selbständig Probleme lösen in verschiedenen Kontexten

Wissen übertragen, anwenden, Kontextualisierung

Problemlösen mit Scaffolding und Lösungsrückmeldung

Lösungsbeispiele, Visualisierungen, Vormachen, Erklären

Einführung: Brainstorming, Vorwissen aktivieren

Erwerb über das Arbeitsgedächtnis

Massive
Hilfen

Ich bedanke mich
für Ihre
Aufmerksamkeit!

Literaturliste

- Clark, R. E. (2009): How much and what type of guidance is optimal for learning from instruction? In Tobias, S. and Duffy, T. M. (Eds.) *Constructivist Theory Applied to Instruction: Success or Failure?* New York: Routledge, Taylor and Francis. 158 – 183.
- Klahr, D. (2009): "To every thing there is a season, and a time to every purpose under the heavens". In: Tobias, S. and Duffy, T.M. (Eds.): *Constructivist Instruction. Success or Failure.* (291 – 310). Routledge: New York.
- Klahr, D., Nigam, M.: The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction: Effects of Direct Instruction and Discovery Learning. In: *Psychological Science*, Vol. 15, No.10, 2004, 661-667.
- MacKenzie, A.A., White, R.T. (1982): Fieldwork in Geography and Long-term Memory Structures. *American Educational Research Journal*, Vol. 19, No. 4, 623-632.
- Metcalfe, J., Kornell, N., Son, L. (2007): A cognitive science based programme to enhance study efficacy in a high and low risk setting. *European Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 19, No. 4/5, 743-768.
- Paas, F. G. W. C., & Van Merriënboer, J. J. G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122-133.
(Weitere Infos dazu s. <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/paas.htm>)
- Schwonke, R., Renkl, A., Krieg, C., Wittwer, J., Alevin, V. und Salden, R. (2009): The worked-Example Effect: Not an artefact of lousy control conditions. *Computers in Human Behavior* 25, S. 258 – 266.
- Strand-Cary, M. & Klahr, D. (2008). Developing Elementary Science Skills: Instructional Effectiveness and Path Independence. *Cognitive Development*, 23, 488-511.
- VanLehn, K., Graesser, A. C., Jackson, G. T., Jordan, P., Olney, A., & Rose, C. P. (2007). When are tutorial dialogues more effective than reading? *Cognitive Science* 31(1), 3-62.
- Zohar, A. and David, A.B. (2008): Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. *Metacognition Learning* 3, 59 - 82

Anhang

- Scaffolding (Experiment Zohar & David (2007))
- VanLehn et al. (2007): Tabelle zu Experiment 1
- Exkursionen: Differenzierte Tabelle
- Metcalfe et al. (2007): Zusätzliche Erläuterungen zum Experiment

Zohar und David (2008):

Scaffolding in der Versuchsgruppe

Fokus: Methode der Planung von Experimenten

Lehrer: Was hast du hier gemacht. (Zeigt mit dem Finger auf das experimentelle Design, das Ben gemacht hat.) Hast du die Variablen kontrolliert?

Ben: Ja, hier können Sie sehen, dass ich alles gemacht habe ... und hier ... (lange Pause) ... hier, ich .. Ich weiß nicht...

Lehrer: Denk nach. Hast die die Regel zum Kontrollieren der Variablen angewendet?

Ben: Hier... Ich denke ... ich denke, ich sollte getan haben ... Vielleicht sollte ich die gleiche Art Samen in jedes Gefäß tun...

Lehrer: Und dann würdest du die Variablen kontrollieren?

Ben: Ja, weil dann alles zwischen den Gefäßen gleich ist, mit Ausnahme des Wassers.

Lehrer: Du weißt also, was Du zu tun hast?

Ben: Ja... dass alles gleich gehalten wird und nur eine Sache, die ich herausfinden will, einen Unterschied hervorrufen kann, dann ändere ich nur diese eine Sache.

Zohar und David (2008): Scaffolding in der Kontrollgruppe – Fokus: Inhaltserarbeitung

Lehrer: Du erinnerst dich noch, was du letzte Woche gelernt hast?

Sera: Ja, wir haben was über das Keimen von Samen und über die Vermehrung von Pflanzen gemacht.

Lehrer: Siehst du irgendwelche Verbindungen zwischen dem, was du gelernt hast und dem heutigen Problem?

Sera: Ja, es geht über ... was ein Samen benötigt um zu ... so dass er atmen und wachsen kann.

Lehrer: Verwendest du dabei das, was wir in der vorherigen Lektion gelernt haben?

Sera: Ja, ich weiß, es braucht Wasser... aber ich bin mir nicht sicher, was ich da eintragen soll...

Lehrer: Bitte überprüfe deine Antwort ganz genau.

Sera: Aber ich bin mir nicht sicher, warum das Phenol hier sich gelb färbt.

Lehrer: Vielleicht solltest du dir dazu das Experiment, das du gemacht hast, genau ansehen.

Tabelle 2: Lernergebnisse unter den verschiedenen Bedingungen (VanLehn et al. 2007, S. 25)

(Durchschnittlicher Lösungsprozentsatz, Standardfehler (SE) in Klammern)

	Menschlicher Tutor	Künstl. Tutor 1	Künstl. Tutor 2	Minilektionen
Vortest	0,596 (0,042)	0,702 (0,038)	0,650 (0,036)	0,640 (0,038)
Nachtest	0,736 (0,031)	0,812 (0,028)	0,759 (0,027)	0,785 (0,028)
Korrigierter Nachtest	0,767 (0,021)	0,782 (0,019)	0,759 (0,018)	0,791 (0,019)
Hinzugefügt: Differenz Vortest-Nachtest	0,14	0,11	0,109	0,145

→ Die Studenten lernten in allen Bedingungen etwa gleichviel

Zusatz Exkursionen (MacKenzie & White 1982)

Ergebnistabelle nach Klassenstufe (8. und 9. Klasse, Geschlecht, Lern- und Behaltenstest und Behandlung (Kontrollgruppe und zwei Formen der Exkursion)

Lern- und Behaltensmaße in beiden Exkursionsbedingungen und der Kontrollgruppe (MacKenzie & White 1982)

Klassen- stufe	Tests	Jungen			Mädchen		
		prozessorient Exkurs. (n=12)	trad. Exkurs. (n=16)	Kontrollgruppe (n=12)	Prozessori- ent.Exkurs.. (n=15)	trad. Exkurs. (n = 9)	Kontroll- gruppe (n=8)
8	Leistungstest	34,7*	27,9	26,0	32,3	28,6	21,4
	Behaltenstest	31,1	18,1	12,2	27,3	16,9	11,5
	Verknüpfungstest	5,5	1,9	2,4	5,8	2,3	1,0
9		(n=15)	(n = 12)	(n=13)	(n=10)	(n = 7)	(n=12)
	Leistungstest	33,9	31,3	26,2	31,1	29,1	30,1
	Behaltenstest	31,2	17,3	14,5	29,4	15,6	14,9
	Verknüpfungstest	6,0	2,6	2,3	5,1	2,7	2,3

* Bei den Werten in den einzelnen Zellen handelt es sich um arithmetische Mittelwerte.

Zu e) Metcalfe et al.
Naturwissenschaftliche Begriffe lernen

Versuchsdurchführung

- Durchführung im Rahmen eines Nachschulprogramms
- Zeit: Pro Woche eine Sitzung, insgesamt 7 Sitzungen.
- 35 Min. Computerprogramm, 35 Min. Selbststudium
(Reihenfolge alternierend)

Auch für das Selbststudium: Ruhige Arbeitsatmosphäre, Schüler hatten voneinander getrennte Arbeitsplätze, bei Fragen standen mehrere Tutoren zur Verfügung.

Sieben Sitzungen:

Erste Sitzung:

Pre-Test. Den Schülern wurden in Zufallsreihenfolge 131 Definitionen vorgelegt. (xxxxxxxxxxx = _____)
Bei 120 unbekanntem Begriffen wurde der Pretest beendet.

Sitzung 2-5

- 40 Wörter Computerprogramm (10 neue Wörter pro Sitzung)
- 40 Wörter Selbststudium (selbst weiterlernen)
- 40 Wörter kein Studium

Sitzung 6: Wiederholung aller Wörter

Sitzung 7: Nachtest

Drei Phasen (Computerprogramm):

1. Test: Alle Begriffe, die bisher schon behandelt wurden, wurden erneut getestet (Definition + eine Anwendung). Bei richtiger Antwort Applaus, sonst Biepton mit Vorgabe der korrekten Antwort.

2. Zehn neue Wörter präsentieren (Definition + eine Anwendung in einem Beispielsatz)

3. Neue Wörter einstudieren: Jeweils Definition.
Xxxxx = _____ und eine Anwendung.

Schüler: Gesuchtes Wort eintippen.

Richtige Antwort: Applaus, sonst ein witziger Biepton mit Vorlegen der richtigen Antwort. Dann: Erneut Vorlage der Definition, bis zu viermal. Dann wurde die richtige Antwort gezeigt und ausgesprochen.

Die Definitionen der neuen Wörter wurden mehrfach in unterschiedlicher Reihenfolge behandelt...

Explikation des Begriffs und mehrfache Enkodierung

Konkret wurde zunächst eine Definition vorgelegt:

*Vorfahre – eine Person, von der man abstammt;
ein Organismus, aus dem spätere Organismen hervorgingen.*

Mehrfaches Rekonstruieren des Begriffs

Dazu wurden drei Sätze vorgelegt, die mit den entsprechenden Begriffen zu ergänzen waren:

- 1. Das Mammut ist ein _____ des modernen Elefanten.*
- 2. Venus weiß, dass ihre _____ von Afrika kamen und war daran interessiert, ihre Wurzeln kennen zu lernen.*
- 3. Bob war überrascht, als er erfuhr, dass seine _____ aus Norwegen kamen, denn das bedeutete, dass er teilweise ein Norweger ist.*

Versuchsdurchführung Computerlernen

Wenn Wörter in zwei verschiedenen Zyklen richtig beantwortet wurden, wurden sie aus den zu lernenden Wörtern herausgenommen (Konzentration auf die noch nicht gelernten Wörter)

In der sechsten Sitzung wurden alle behandelten Wörter erneut getestet. Nicht richtig beantwortete Wörter wurden nochmals trainiert.