
Lehrstuhl für
Wirtschaftspädagogik

Univ.-Prof. Dr. Klaus Beck · Univ.-Prof. Dr. Klaus Breuer
Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften

○ Reihe: Arbeitspapiere WP ○

7

Christoph Sczesny

**Das Lösungsverhalten bei
wirtschaftskundlichen Aufgaben –
Visuelle und physiologische
Begleitprozesse situierter kognitiver
Leistungen**

Herausgeber:

Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik
Univ.-Prof. Dr. Klaus Beck
Univ.-Prof. Dr. Klaus Breuer
Fachbereich 03: Rechts- und Wirtschaftswissenschaften
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Welderweg 9
D-55099 Mainz
Telefon: +49 6131 392-2009; Telefax: +49 6131 392-2095
email: beck@mail.uni-mainz.de

Sczesny, Ch. (1997). Das Lösungsverhalten bei wirtschaftskundlichen Aufgaben – Visuelle und physiologische Begleitprozesse situierter kognitiver Leistungen

Erscheint in: Kommission für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Hrsg.).
Tagungsband.

© Copyright

Alle Arbeitspapiere der Reihe „Arbeitspapiere WP“ sind einschließlich Graphiken und Tabellen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Microverfilmungen und Einspeicherung auf elektronische Datenträger.

DAS LÖSUNGSVERHALTEN BEI WIRTSCHAFTSKUNDLICHEN AUFGABEN - VISUELLE UND PHYSIOLOGISCHE BEGLEITPROZESSE SITUIERTER KOGNITIVER LEISTUNGEN

Ein wichtiges Bestimmungsmerkmal computerbasierten Unterrichts ist seine "Objektiviertheit". Diese dokumentiert sich in der Unterrichtsvorlage, die gegenüber "subjektivem" Lehrer-Unterricht, der nicht schriftlich fixiert sein muß (= einmaliges, individuelles Ereignis), "in allen Einzelheiten festgelegt" ist und demzufolge objektiv nachgeprüft werden kann (ECKEL 1989, S.1). Die Vorlage mit der "Vor-Beschreibung" des Unterrichts "repräsentiert eine spezifizierte, konkrete Unterrichtstheorie, die (im Unterricht) mit dem Computer sehr genau examiniert werden kann" (ebd., S.7). Dies ist deswegen möglich, weil der Computer nicht nur die Steuerung der Lehrstoffdarbietung und der Kommentierungen von Lernerreaktionen erlaubt, sondern darüber hinaus den Verlauf des Wissenserwerbs durch Registrierung und Speicherung von Lernwegdaten ermöglicht, die in einem Zyklus von Unterrichtsdurchführung und Verbesserung der Unterrichtsvorlage aufgrund der Lernweganalyse zu einer sukzessiven Optimierung des unterrichtlichen Geschehens beitragen können.

Die Lernwegprotokolle als Ausdruck einer eher statischen "Einpunktmessung" werden dabei primär unter dem Aspekt des individuellen Vorgehens beim Bearbeiten von Problemstellungen analysiert und es wird ex post nach Begründungen für die auftretenden Fehler beim Schüler gesucht, wobei in den meisten Fällen das Scheitern des Schülers an der Aufgabe darin "erkannt" wird, daß er fehlerhafte Lösungspfade beschreitet oder inkorrekte bereichsspezifische Regeln anwendet (vgl. KUNZ & SCHOTT 1987). Diese Art der Bewertung von Instruktionseffekten ist jedoch insofern defizitär, als sie den konstruktiven Charakter menschlicher Informationsverarbeitungsprozesse mit den Komponenten: individuelle Informationssuche, Wissensstrukturierung und Verarbeitung neuer Lerninhalte im Denken (des Lernalters) notwendigerweise außer acht läßt.

Das Problem des retrospektiven Schließens auf zuvor abgelaufene kognitive Operationen läßt sich „entschärfen“, wenn man neben der Aufzeichnung des Lernwegs auf „physische“ Prozeßdaten zurückgreift, deren Analyse die Möglichkeit eröffnet, einzelne Stationen des Verarbeitungsprozesses von der Aufnahme von Information bis hin zu einer abgegebenen Reaktion zu beobachten.

Der Versuch, physiologisches Aktivierungsgeschehen und visuelles Explorationsverhalten als Instrument zur Beschreibung der Qualität des Informationsverarbeitungsprozesses einzusetzen, der während der Beschäftigung mit einer Aufgabe aktualisiert wird, impliziert, daß sich mentale Anforderungen an das kognitive System in organismischen Regelgrößen, also auf physischer Ebene, reflektieren. Daß Blickbewegungen während des Verarbeitungsprozesses

etwas mit Aufmerksamkeitslenkung und Denken zu tun haben, ist in zahlreichen Untersuchungen bestätigt worden (vgl. zusammenfassend RADACH 1996). Es herrscht weitgehend Konsens darüber, daß die Aufeinanderfolge von Augenbewegungen kein willkürlicher Prozeß sei, sondern vielmehr einem festgelegten Programm gehorche, das mit kognitiven Komponenten durchsetzt ist (vgl. LÜER 1988) und in dessen Zentrum ein permanenter Vorgang steht, der dazu dient, zuvor aufgestellte Hypothesen sukzessiv zu überprüfen (vgl. SANDERS 1971). Die Auswahl der Fixationsorte innerhalb einer Reizvorlage, etwa eines Aufgabentextes, steht in einem direkten Zusammenhang mit der Aufmerksamkeitsverteilung (vgl. BOERSMA & MUIR 1975). Sie geschieht nicht wahllos und zufällig. Vielmehr werden bereits an jedem Fixationsort Reize aus der Gesichtsfeldperipherie vorverarbeitet (vgl. HAKEN & HAKEN-KRELL 1992), die dann gezielte sakkadische Sprünge vornehmlich zu solchen Elementen ermöglichen, die den höchsten Informationsgehalt haben und deshalb als bedeutend eingestuft werden (vgl. GAARDER 1975). Die dabei ablaufenden kognitiven Prozesse spiegeln sich im individuellen Blickmuster des Rezipienten.

Überblickt man die Arbeiten zum Zusammenhang zwischen phys(iolog)ischer Aktivierung und kognitivem Prozeßgeschehen, so zeichnet sich prinzipiell ein ähnliches Bild ab. Fest steht, daß die in einem Informationsverarbeitungsprozeß zusammenwirkenden Teiloperationen (Informationsaufnahme, Informationsbearbeitung, Informationsbewertung und Stimulusbeantwortung; Aktion und Reaktion) nur dann ausgelöst werden können, wenn ihre neuronale Basis im Gehirn ein bestimmtes Aktivationsniveau aufweist. Aktivierung ist eine Elementargröße menschlichen Verhaltens, die dem Organismus dazu dient, seine psychophysische Basis für adäquates Reagieren auf externe und interne Anforderungen zu optimieren (vgl. SCHANDRY 1989). Als Regulationsmechanismus scheint hierbei das sogenannte unspezifische Modulationssystem (Formatio reticularis) zu dienen (vgl. BIRBAUMER & SCHMIDT 1990; ROTH 1994). Dieses System verfügt über eine Komponente, die eine Verstärkung oder Abschwächung des laufend durch die Sinnesorgane aufgenommenen und als sensorische Information an das Gehirn weitergeleiteten Outputs in Abhängigkeit von dessen (biologischer) „Wichtigkeit“ ermöglicht. Diese Fähigkeit des Nervensystems zur selektiven Aktivitätserhöhung wird also durch Aufmerksamkeitsprozesse gesteuert, die sich organismisch z.B. im Herzfrequenz-Muster spiegeln.

Vor diesem Hintergrund stehen im Mittelpunkt der vorliegenden experimentellen Studie, die im Feld einer grundlagenorientierten wirtschaftspädagogischen Lehr-Lern-Forschung angesiedelt ist, zwei Fragenaspekte:

- (1) Unterscheiden sich die Verläufe visueller Selektion und des physiologischen Aktivierungsgeschehens unterschiedlich kompetenter Schüler während der Bearbeitung einer Aufgabe aus dem Bereich der Wirtschaftskunde?

- (2) Wie wirken sich individuelle kognitive und emotional-motivationale Lernvoraussetzungen dabei aus?

METHODE

Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsmaterial diente eine Aufgabe aus dem Übungsteil eines selbstentwickelten PC-Lehrprogramms zum Thema „Lieferverzug“ (vgl. SCZESNY, 1994). Bei der Aufgabe handelt es sich um ein konstruiertes Fallbeispiel, das aus zwei Abschnitten besteht (siehe Abb. 1).

Abbildung 1

Aufgabe aus dem Lehrprogramm.

–

Wie muß dieser Fall ergänzt werden, damit **ein** Lieferverzug vorliegt ?
(Bitte kreuzen [x] Sie entsprechend an!)

Die Bäckerei Rohrmüller kauft bei der Großhandlung Max durch briefliche Bestellung 20 Zentner Mehl. - Heutiges Datum: 10.03.1989, Zeit: 19.00 h und die Ware ist noch nicht eingetroffen.

1. **Als Liefertermin war vereinbart:**
 - 15. März 1989.
 - Im Februar 1989.
2. **Die Bäckerei Rohrmüller**
 - mahnt die Lieferung an und setzt als Frist den 09. 03. 1989.
3. **Die Großhandlung Max liefert nicht,**
 - weil die Bestellung aus Versehen verlorenging.
 - weil der Lieferer in einen Verkehrsunfall verwickelt wurde.

–

Im Aufgabenkopf wird das Ausbleiben der Lieferung einer bestellten Ware zu einem definierten Zeitpunkt konstatiert. Der Aufgabenrumpf enthält Bausteine mit zwei alternativen Angaben zum vereinbarten Liefertermin, zwei über den Grund der Nichtlieferung und eine Angabe hinsichtlich Mahnung und Nachfristsetzung. Die Aufforderung an den Probanden lautet, das Fallbeispiel durch richtige Kombination der Textpassagen im Aufgabenrumpf so zu ergänzen, daß ein Lieferungsverzug zwingend vorliegt. Hat der Proband die Aufgabe falsch gelöst, so wird ihm auf einem nachfolgenden „Bildschirm“ sein Lösungsmuster nochmals präsentiert und er bekommt einen Hinweis, wie die Informationen bezüglich der Voraussetzungen miteinander verknüpft werden müssen, damit sie einen Verzug

begründen. Anschließend wird ihm die Aufgabe erneut zur Bearbeitung vorgegeben.

Das gesamte PC-Lehrprogramm besteht hauptsächlich aus zwei 'Kapiteln': Voraussetzungen zum Lieferverzug und Rechte des Käufers beim Lieferverzug.¹ Beide Kapitel sind identisch aufgebaut und enthalten als Kernstück einen je spezifischen Informationsteil, der sich aus thematischen Abschnitten mit entsprechenden Überleitungen zusammensetzt. Eingeleitet werden sie durch die Angabe der Lehrziele, an die sich ein zusammenfassender Überblick anschließt. Den Abschluß bilden Übungsaufgaben zur Vertiefung und Absicherung des dargebotenen Stoffes, denen jeweils ein Prüfschema zur Förderung kognitiver Strategien, ein wiederholendes Hervorheben wesentlicher Gesichtspunkte und die Kontrolle des Gelernten unmittelbar vorausgehen. Im Lernkontrollteil werden dem Schüler Aufgaben vorgelegt, mit denen er überprüfen kann, ob er mit den Voraussetzungen des Lieferverzugs genügend vertraut ist. Die drei Sachverhalte Fälligkeit, Mahnung, Verschulden sind durch jeweils einen konstruierten Beispielfall repräsentiert, und der Lernende ist aufgefordert zu entscheiden, ob die betreffende Voraussetzung im vorliegenden Fall erfüllt ist oder nicht.

Untersuchungsrahmen und Versuchspersonen

Die Daten stammen aus einem bereits abgeschlossenen Projekt (vgl. SCZESNY, 1994). Am Experiment nahmen insgesamt 40 Schüler der 9. Klassenstufe einer Wirtschaftsschule teil. Um die Beziehung zwischen Lernerpezifika, Aktivierungsgeschehen und Blickverhalten analysieren zu können, wählte ich für diese Studie vier Gruppen aus, die sich einerseits darin gleichen, daß sie bis zum Zeitpunkt der Aufgabebearbeitung die Teachware erfolgreich absolviert haben und beim ersten Lösungsversuch der Aufgabe gescheitert sind, sich andererseits aber hinsichtlich der Merkmale Bearbeitungsresultat beim zweiten Lösungsversuch, Kurzeitspeicher-Kapazität (KZS-K) als Indikator für allgemeine Intelligenz und erlernte Hilflosigkeit (HI) als Indikator für Anstrengungsbereitschaft und Erfolgszuversicht unterscheiden.

Dabei bin ich so verfahren, das folgende vier Gruppen mit jeweils drei Schülern gebildet werden konnten (vgl. Tabelle 1):

¹ Um die habituierte Länge einer Unterrichtsstunde nicht zu überschreiten, hatten die Probanden im Rahmen des Experiments nur das erste Kapitel zu bearbeiten.

Tabelle 1
Versuchspersonen-Gruppen.

SchGrA:	Aufgabe beim zweiten Versuch richtig gelöst (E+), Kurzzeitspeicher-Kapazität hoch (KZS-K+), Hilflösungswert niedrig (HI-).
SchGrB:	Aufgabe beim zweiten Versuch richtig gelöst (E+), Kurzzeitspeicher-Kapazität gering (KZS-K-), Hilflösungswert niedrig (HI-).
SchGrC:	Aufgabe (auch) beim zweiten Versuch falsch gelöst (E-) Kurzzeitspeicher-Kapazität hoch (KZS-K+), Hilflösungswert hoch (HI+).
SchGrD:	Aufgabe (auch) beim zweiten Versuch falsch gelöst (E-), Kurzzeitspeicher-Kapazität gering (KZS-K-), Hilflösungswert hoch (HI+).

Erhebungsinstrumente

(a) *Kurzzeitspeicher-Kapazität:* Diese Größe wurde mit Hilfe des ‘Kurztest für allgemeine Basisgrößen der Informationsverarbeitung’ (KAI; LEHRL, GALLWITZ & BLAHA 1981) ermittelt.

(b) *Hilflösung:* Zur Erfassung dieses Merkmals wurde die Skala ‘Hilflösung’ von R. SCHWARZER (1986) eingesetzt. Dieses Instrument enthält Items, die das Urteil von Schülern hinsichtlich des Ausmaßes ihrer Kontrolle über schulische Anforderungssituationen erfassen. Hohe Punktwerte identifizieren den anstrengungsbereiten erfolgsoptimistischen, niedrige Punktwerte den anstrengungsvermeidenden mißerfolgsängstlichen (hilflösen) Schüler.

(c) *Visuelles Explorationsverhalten:* Zur Bestimmung dieser Größe wurde die Methode der Blickaufzeichnung eingesetzt. Die Registrierung der Blickbewegungen erfolgte mit dem System DEBIC90.²

Apparative Ausstattung

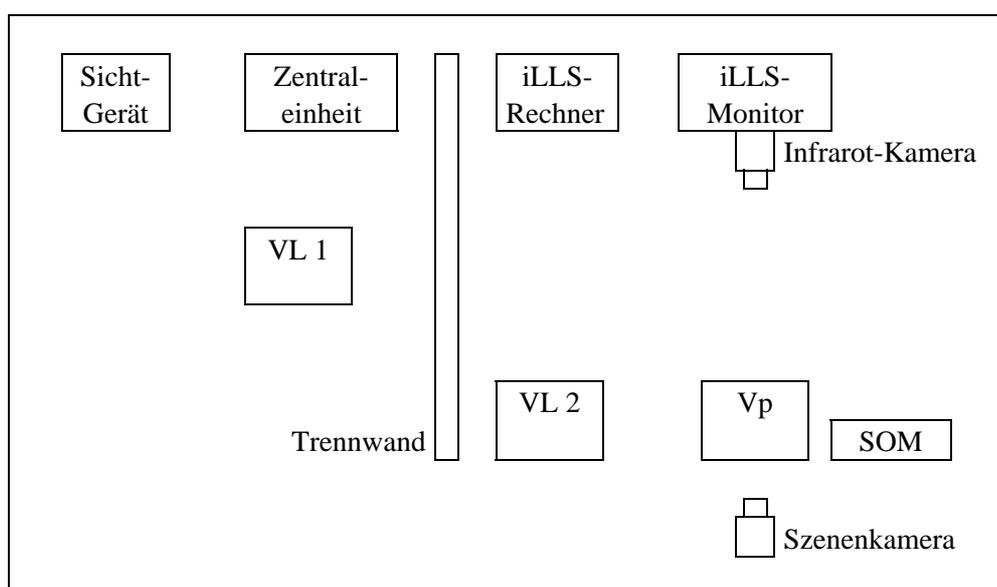
DEBIC90: Bei diesem System handelt es sich um eine Meßeinrichtung, die die Aufzeichnung von Augenbewegungen auf der Basis der Cornea-Reflex-Technik ermöglicht (vgl. Skizze zum Versuchsaufbau in Abb. 2). Gegenüber anderen Apparaturen hat dieses Blickaufzeichnungssystem den Vorteil, horizontale und vertikale Augenbewegungen simultan zu registrieren. Außerdem läßt es die Versuchsperson relativ unbeeinflusst, da Blickbewegungsmessungen indirekt, d.h. ohne Berührung des Probanden, möglich sind. Auch ist während der Messung eine Fixierung des Kopfes nicht notwendig. Eine spezielle ‘Kopfnachführung’ sorgt für das kontinuierliche ‘Auffangen’ von Kopfbewegungen. Die Blickbewegungsdaten (Zeit, x-Koordinate, y-Koordinate, Pupillendurchmesser) werden alle 20 Millisekunden ausgegeben und auf einer Magnetplatte gespeichert.

² Hersteller: Demel Microcomputer GmbH, Haan.

Interaktives Lehr-Lern-System (iLLS): Für die Applikation des Lehrprogramms diente ein IBM-Rechner. An die Zentraleinheit waren eine Tastatur, eine MS-Mouse und ein Sony Multiscan Bildschirm (GVM-2100QM) angeschlossen. Die Monitor-Diagonale betrug 21 Zoll.

SOM: Das SOM ist ein modulares System, das mehrere Meßeinheiten für den physiologischen Bereich in einem Gerät vereinigt. Der von uns eingesetzte Apparat war so konfiguriert, daß wir u.a. die physiologische Funktion Herzfrequenz messen konnten. Über eine spezielle Karte wurden die Puls-Daten Real Time zum Rechner übertragen, digitalisiert und gespeichert.

Abbildung 2
Versuchsanlage



Vorgehensweise

Vor der experimentellen Phase hatten die Vpn in der Schule einen Teil des Papier- und -Bleistift-Materials zu bearbeiten. Der Test zur Erfassung der Kurzzeitspeicher-Kapazität wurde unmittelbar vor dem Experiment appliziert, das in einem speziell eingerichteten Raum stattfand. Dort nahm die Vp in einem mit einer hohen Lehne ausgestatteten Stuhl Platz, etwa 95 cm von einem Tisch entfernt, auf dem in Augenhöhe der Monitor des interaktiven Lehr-Lern-Systems aufgestellt war. Unter dem Monitor befand sich die Augenkamera des Meßsystems DEBIC90, mit dessen Hilfe die Blickbewegungen aufgezeichnet wurden. Der Kopf der Versuchsperson war durch eine integrierte Stütze leicht fixiert. Nach der Eichung des Meßsystems konnte die Vp mit der Bearbeitung des Lehrprogramms ohne Zeitbegrenzung beginnen. Zuvor jedoch wurde sie appellativ aufgefordert, sie möge versuchen, die sogleich dargebotenen Inhalte zu verstehen und möglichst gut zu behalten, da ihr gegen Ende des Programms dazu Fragen/Aufgaben gestellt würden, die sie möglichst korrekt zu beantworten habe.

Parallel zur Bearbeitung der Teachware wurde im Sekundentakt die Herzfrequenz der Probanden aufgezeichnet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Will man die gestellte Frage im Hinblick auf das visuelle Selektionsverhalten angemessen bearbeiten, ist zunächst notwendig, die gesamte Folge von Blicken, die während der Aufgabenbearbeitung entsteht, in sinnvolle Teilsequenzen zu gliedern, die jeweils in sich eine inhaltliche Einheit repräsentieren. Solche Teilmengen werden von RHENIUS & LOCHER (1992) als Betrachtungsmengen bezeichnet:

„Diese Teilmengen von Bild-Elementen nennen wir *Betrachtungsmengen*. Hiernach zerfällt die gesamte Sequenz von Blickbewegungen in eine Folge von Teilsequenzen. Innerhalb einer solchen Teilsequenz pendelt der Blick zwischen den Elementen einer Betrachtungsmenge (BM) hin und her, bevor er in der nächsten Teilsequenz zu einer anderen BM übergeht. Die Elemente einer BM [...] müssen nicht notwendig beieinander liegen; sie werden aber kognitiv gemeinsam verarbeitet“ (Rhenius & Locher, 1992, S. 651).

Analysiert man die von uns gewählte Aufgabe, so wird eine charakteristische Grundstruktur sichtbar, die folgende Segmentierung als sinnvoll erscheinen läßt:

- Segment A:** „Wie muß der Fall ergänzt werden, damit ein Lieferverzug vorliegt?“
- Segment B:** „(Bitte kreuzen [x] Sie entsprechend an!)“
- Segment C:** „Die Bäckerei Rohrmüller kauft bei der Großhandlung Max durch briefliche Bestellung“
- Segment D:** „20 Zentner Mehl“
- Segment E:** „Heutiges Datum: 10.03.1989, Zeit: 19.00 h“
- Segment F:** „und die Ware ist noch nicht eingetroffen“
- Segment G:** „Als Liefertermin war vereinbart“
- Segment H:** „15. März 1989“
- Segment I:** „Im Februar 1989“
- Segment J:** „Die Bäckerei Rohrmüller“
- Segment K:** „mahnt die Lieferung an“
- Segment L:** „und setzt als Frist den 09.03.1989.“
- Segment M:** „Die Großhandlung Max liefert nicht“
- Segment N:** „weil die Bestellung aus Versehen verlorenging“
- Segment O:** „weil der Lieferer in einen Verkehrsunfall verwickelt wurde“

Zur Bildung der Betrachtungsmengen für die entsprechenden Segmente wurde ein Verfahren von RHENIUS & LOCHER (1992) eingesetzt, das auf der Moving-Window-Methode beruht. Es zeichnet sich durch folgendes Vorgehen aus:

„In dem Protokoll legt man nacheinander auf jede Blickbewegung zwischen zwei Elementen ein ‘Fenster’ mit der Breite $b+b$ (von einer Blickbewegung b nach links und b nach rechts, [...]) und registriert, wieviele Elemente der linken Fenster-Hälfte zugleich in der rechten Fenster-Hälfte liegen. Dies ist der Ähnlichkeitswert. Ist er groß, so befindet man sich in der Mitte einer Betrachtungsmenge; ist er gleich $= 0$ (oder minimal), so liegt ein Übergang von einer Betrachtungsmenge zu einer anderen vor“ (RHENIUS & LOCHER 1992, S. 651).

Abbildung 3 dient dazu, den Auswertungsalgorithmus zu veranschaulichen.

Abbildung 3

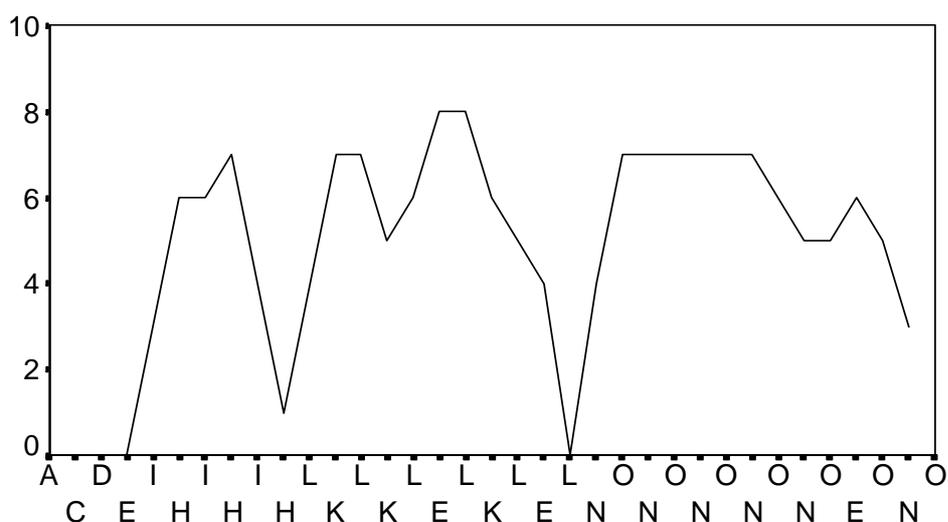
Blickbewegungsprotokoll und Ähnlichkeitswerte für die Fensterbreite $b = 3$.

A	B	C	A	B	C	D	E	A	C	B	D	E	F
1	2	3	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	

Verfährt man in der beschriebenen Weise, so ergeben sich für jeden Schüler spezifische Ähnlichkeitswerte in den Blick-Abfolgen während der Aufgabenbearbeitung.³ In Abbildung 4 sind die Ähnlichkeitswerte eines Schülers aus Gruppe A dargestellt.

Abbildung 4

Ähnlichkeitswerte für die Aufgabe (ein Schüler aus Gruppe A).



Bei der Betrachtung der Ähnlichkeitswerte fällt auf, daß die Blick-Abfolgen des Schülers sich grob in drei Teilsequenzen gliedern. Die erste Teilsequenz (BM1) ist von den Elementen H und I bestimmt, in der zweiten kommen die Elemente K, L und E vor, die dritte Teilsequenz setzt sich aus den Elementen N, O und E zusammen. Anders verhält es sich bei den übrigen Schülern. Zwar kommen auch hier in den einzelnen Betrachtungsmengen die genannten Elemente vor, jedoch in Kombination mit anderen Elementen, so daß ein direkter Vergleich über die

³ Einem Vorschlag der Autoren folgend, habe ich Ähnlichkeitswerte für die Fensterbreiten $b=3$, $b=5$, $b=9$ ermittelt und anschließend aufsummiert.

Schüler hinweg auf dieser Grundlage nicht möglich ist. Bedenkt man jedoch, daß die Anforderung, die mit der gestellten Aufgabe korrespondiert, darin besteht, aus dem Textangebot der Aufgabe insbesondere diejenigen Informationen zu extrahieren, die einen direkten Beitrag zur ihrer Lösung leisten, so gewinnt man ein Kriterium, das es ermöglicht, die Zentralität der einzelnen Elemente innerhalb der jeweiligen Betrachtungsmenge einzuschätzen. Danach können in BM1 die Elemente I, H (und E), in BM2 die Elemente K, L (und E) und in BM3 die Elemente O, N als zentral betrachtet und ihre kombinierte Bearbeitung zugleich als Ausdruck von Systematik gewertet werden.

Damit ergibt sich die Möglichkeit, den Anteil zentraler Elemente und den prozentualen Zeitaufwand für deren Bearbeitung in den Betrachtungsmengen zu ermitteln und folglich die vier Schülergruppen hinsichtlich dieser Größen direkt zu vergleichen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die ermittelten Kennwerte für den *ersten* Lösungsversuch:

Tabelle 2
Kennwerte für den ersten Versuch.

	Prozentualer Anteil zentraler Elemente	Prozentualer Zeitaufwand für die Bearbeitung zentraler Elemente
Betrachtungsmenge 1		
SchGrA: HI-/KZS+	90	90
SchGrB: HI-/KZS-	60	69
SchGrC: HI+/KZS+	88	89
SchGrD: HI+/KZS-	62	67
Betrachtungsmenge 2		
SchGrA: HI-/KZS+	81	83
SchGrB: HI-/KZS-	54	66
SchGrC: HI+/KZS+	85	83
SchGrD: HI+/KZS-	61	70
Betrachtungsmenge 3		
SchGrA: HI-/KZS+	89	90
SchGrB: HI-/KZS-	85	91
SchGrC: HI+/KZS+	88	90
SchGrD: HI+/KZS-	80	82

Wenn man einmal von der KZS-Kapazität absieht, so zeigen die Kennwerte, daß sich die Gruppen beim ersten Versuch, die gestellte Aufgabe zu bewältigen, insofern nicht voneinander unterscheiden, als alle einen hohen Anteil zentraler Elemente visuell selektieren und für deren Bearbeitung auch einen beträchtlichen

Teil der Gesamtbearbeitungszeit aufwenden. Bezieht man die KZS-Kapazität in die Betrachtung mit ein, so fällt auf, daß eine geringe KZS-Kapazität den Anteil zentraler Elemente in den Blickfolgen reduziert. Diese Differenz betrifft die Erfolgsszuversichtlichen und Hilflosen gleichermaßen. Danach beachten sowohl die erfolgsszuversichtlichen als auch die hilflosen Schüler mit hoher KZS-Kapazität durchweg mehr zentrale Elemente als diejenigen, deren KZS-Kapazität vergleichsweise gering ist. Den Nachteil einer geringen Speicherkapazität, der ihnen ein gelegentliches „Abschweifen“ von den zentralen Elementen auferlegt, scheinen diese Schüler jedoch durch verlängerte Beschäftigung mit zielführender Information zu kompensieren.

Differenzierter stellen sich die Kennwerte für den erneuten Bewältigungsprozeß dar. Sie sind der Tabelle 3 dokumentiert.

Tabelle 3

Kennwerte für den zweiten Versuch (HR: - = Abfall im Vergleich zum ersten Versuch; + = Anstieg im Vergleich zum ersten Versuch).

	Prozentualer Anteil zentraler Elemente	Prozentualer Zeitaufwand für die Bearbeitung zentraler Elemente	Herzfrequenz (HR)
Betrachtungsmenge 1			
SchGrA: HI-/KZS+	91	93	-
SchGrB: HI-/KZS-	63	72	-
SchGrC: HI+/KZS+	36	34	+
SchGrD: HI+/KZS-	33	29	+
Betrachtungsmenge 2			
SchGrA: HI-/KZS+	81	83	-
SchGrB: HI-/KZS-	57	70	-
SchGrC: HI+/KZS+	46	44	+
SchGrD: HI+/KZS-	44	42	+
Betrachtungsmenge 3			
SchGrA: HI-/KZS+	90	92	-
SchGrB: HI-/KZS-	90	93	-
SchGrC: HI+/KZS+	53	53	+
SchGrD: HI+/KZS-	50	48	+

Auf den ersten Blick zeigt sich zunächst, daß die erfolgsszuversichtlichen Gruppen A und B ihre Blickstrategie kaum ändern. Sie weisen nach erlebtem Mißerfolg ebenso viele zentrale Elemente in den Betrachtungsmengen auf wie zuvor und sie wenden sich ihnen etwa gleich lange zu. Dabei macht sich erneut der Einfluß der

KZS-Kapazität bemerkbar. Anders als vorher betrifft er jetzt aber nur die Schüler der beiden erfolgsvorsichtlichen Gruppen A und B.

Demgegenüber geht der Anteil zentraler Elemente in den Betrachtungsmengen hilfloser Schüler drastisch zurück. Sie investieren nach erlebtem Mißerfolg einen beträchtlichen Teil der aufgewendeten Bearbeitungszeit in die Beschäftigung mit Detailinformation, die im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe eher unwichtig ist. Anders gesagt: Sie schenken den zentralen Elementen nicht mehr Beachtung als der übrigen Textinformation.

Die Ergebnisse der Auswertung für das organismische Reaktionsverhalten fügen sich gut in dieses Bild ein. Organismisch reagieren die hilflosen Schüler der Gruppen C und D nämlich mit einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz. Damit zeigen sie eine Reaktion, die starke Affinität zur Defensiv-Reaktion sensu SOKOLOV (1975) aufweist und sich dadurch auszeichnet, daß das initialisierte kognitive Prozeßgeschehen von hemmender, emotional gefärbter (Streß-)Aktivation überlagert wird. Die Verarbeitung der aufgenommenen Information geschieht unter dieser kognitiv ungünstigen Bedingung eher „flüchtig“ und führt - weil ihr eigentlicher Bedeutungsgehalt nicht erkannt wird - zu einer suboptimalen Repräsentation (vgl. z.B. LACEY & LACEY 1970; MONTGOMERY 1977). Insgesamt empfinden die hilflosen Schüler die mit der Bewältigung der Aufgabe verbundene Situation offenbar als unangenehm und trachten danach, ihr möglichst rasch zu entfliehen. Die relativ kurzen Bearbeitungszeiten scheinen einen Beleg hierfür zu liefern.

Im Gegensatz dazu wird der erneute Bewältigungsversuch erfolgsvorsichtlicher Schüler von einem Abfall der Herzfrequenzwerte begleitet. Sie weisen damit ein Aktivierungsgeschehen auf, das nach gesicherten Befunden aus dem Bereich der Biopsychologie die physiologische Grundlage für die Verbesserung der Reizaufnahme und der Verarbeitungsfähigkeit bereitstellt (vgl. SCHANDRY 1989; BIRBAUMER & SCHMIDT 1990).

Effizienz bei der Bearbeitung der gestellten Aufgabe reflektiert sich demnach in einer Blickstrategie, die aus dem Textangebot gezielt überwiegend solche Informationen extrahiert, die einen direkten Beitrag zur Aufgabenlösung leisten. Größere Speicherkapazität wirkt sich hierbei „zeitersparend“ aus. Hilflosigkeit hingegen erschwert den Lösungsprozeß, wenn zuvor Mißerfolg erlebt wurde. Sie ruft ein suboptimales Aktivierungsgeschehen der organismischen Basis hervor, das eine Abwehrfunktion gegen Außenreize ausübt. Demzufolge nimmt der Anteil zentraler Elemente in den Betrachtungsmengen ab und die Beschäftigungsdauer mit ihnen sinkt entsprechend. Ein erneuter Abgleich der einmal gefundenen Lösung mit den zielführenden Inhalten der Aufgabe kann nur bruchstückhaft erfolgen; die Chance, doch noch erfolgreich zu sein, schrumpft auf ein Minimum.

Insgesamt legen unsere Befunde den Schluß nahe, daß die Schüler mit ungünstigen Lernvoraussetzungen in emotional-motivationaler Hinsicht die Rückmeldung auf den fehlerhaften ersten Lösungsversuch nicht konstruktiv nutzen können, weil das Feedback offenbar kaum dazu beiträgt, die Aufmerksamkeit derart zu lenken, daß der Erfolg bei der erneuten Vorlage der Aufgabe mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt. Hatte der Proband die Aufgabe falsch gelöst, so wurde ihm zunächst sein Lösungsmuster nochmals präsentiert, wie Abbildung 5 zeigt.

Abbildung 5
Muster einer inkorrekten Aufgabenlösung.

Sie haben das Fallbeispiel so ergänzt:

- (1) Vereinbarter Liefertermin:
15.03.1989.
 - (2) Mahnung mit Fristsetzung:
09.03.1989.
 - (3) Verkäufer kann infolge eines unverschuldeten Verkehrsunfalls nicht liefern.
-

Darüber hinaus erhält der Schüler folgenden sachlich-neutralen Hinweis:

Versuchen Sie es bitte noch einmal! Bedenken Sie dabei: Ein Verzug liegt nur dann vor, wenn alle drei Voraussetzungen erfüllt sind, d.h. 1. die Lieferung fällig ist und 2. der Käufer den Lieferer gemahnt hat (ausgenommen beim Fixkauf) und 3. der Verkäufer die Lieferung schuldhaft verzögert.

Dieser Hinweis reicht offenbar nicht aus, den als hilflos bezeichneten Schülern ein Gefühl der Kontrolle über die mit der Aufgabe verbundene Anforderungssituation zu vermitteln. Dazu müßte die Rückmeldung in Form des fehlerhaften Lösungsmusters womöglich durch einen Hilfstext flankiert werden, der schrittweise expliziert, warum die Ergänzung des Fallbeispiels in der aktuell gewählten Kombination nicht zum gewünschten Ziel führt. Das elaborierte Feedback könnte etwa lauten:

Sie haben so ergänzt: [...] (s. Abb. 5).

Dies jedoch führt nicht zu dem gewünschten Ziel, den Lieferer in Verzug zu setzen. Im Gegenteil: aufgrund des vereinbarten Liefertermins (1) ist die Lieferung gar nicht fällig und eine Mahnung (2) mithin sinnlos! Außerdem: „Höhere Gewalt“ (3) schließt ein Verschulden aus = kein Verzug!

Inwieweit eine so gestaltete Rückmeldung tatsächlich verhindern kann, daß hilflose Schüler nicht in einen emotionalen Zustand geraten, der sie an der Kontrolle über das eigene Leistungsvermögen zweifeln läßt, muß sich in weiteren Studien erweisen. Vorläufig läßt sich jedenfalls auf Grund der von uns experimentell erzielten Befunde im Hinblick auf die Ausgangsfrage zusammenfassend hervorheben,

- daß sich die Verläufe visueller Selektion und des physiologischen Aktivierungsgeschehens unterschiedlich kompetenter Schüler während der Bearbeitung einer Aufgabe aus dem Bereich der Wirtschaftskunde unterscheiden und
- daß sich hierbei individuelle kognitive und emotional-motivationale Lernvoraussetzungen spezifisch auswirken.

Demzufolge können die Verläufe des Blickverhaltens und des physiologischen Aktivierungsgeschehens prinzipiell herangezogen werden, wenn es darum geht, herauszustellen, durch welches organismisches „Profil“ sich erfolgreiche Aufgabenlöser auszeichnen und wie weniger erfolgreiche Aufgabenlöser hinsichtlich ihrer (psycho)physischen Basis während des Bewältigungsprozesses („Verlaufsmuster“) zu charakterisieren sind.

Die Eigenschaft, Aufgabenverständlichkeit bzw. Aufgabenschwierigkeit sensibel zu reflektieren, macht den (physiologischen) Indikator Herzfrequenz und das Blickverhalten aber noch in einer anderen Hinsicht interessant, nämlich als Evaluierungs- und Optimierungskriterium für Aufgabentexte. Die physiologisch über die Herzfrequenz und das visuelle Explorationsverhalten gewonnenen Einblicke in das Lösungsgeschehen erlauben offenbar, das nötige „Optimierungswissen“ auf der Basis prozeßnaher Informationen abzuleiten und damit das Problem des retrospektiven Schließens, welches mit gängigen Evaluierungsverfahren (z. B. Lernweganalyse, Protokolle lauten Denkens) in der Regel verbunden ist, geschickt zu umgehen.

LITERATUR

- BIRBAUMER, N., SCHMIDT, R.F. (1990). *Biologische Psychologie*. Berlin u.a.: Springer.
- BOERSMA, F.J. & MUIR, W. (1975). *Eye movements and information processing in mentally retarded children*. Rotterdam.
- ECKEL, K. (1989). *Didaktiksprache. Grundlagen einer strengen Unterrichtswissenschaft*. Köln: Böhlau.
- GAARDER, K.R. (1975). *Eye movements, vision, and behavior*. Washington.
- HAKEN, H. & HAKEN-KRELL, M. (1992). *Erfolgsgeheimnisse der Wahrnehmung - Synergetik als Schlüssel zum Gehirn*. Stuttgart: DVA.
- KUNZ, G. C. & SCHOTT, F. (1987). *Intelligente tutorielle Systeme*. Göttingen u.a.: Hogrefe.
- LACEY, J.I. & LACEY, B.C. (1970). Some autonomic-central nervous system interrelationships. In P. Black (Hrsg.), *Physiological Correlates of Emotion*. (S. 205 - 227). New York: Academic-Press.
- LEHRL, S., GALLWITZ, B. & BLAHA, L. (1981). *Kurztest für allgemeine Basisgrößen der Informationsverarbeitung (KAI)*. München: Vless.
- LÜER, G. (1988). Kognitive Prozesse und Augenbewegungen. In H. MANDL & H. SPADA (Hrsg.), *Wissenspsychologie*. (S. 386 - 399). München, Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- MONTGOMERY, K.G. (1977). Effects of performance evaluation and anxiety on cardiac response in anticipation of difficult problem solving. *Psychophysiology*, 14, 251 - 257.
- RADACH, R. (1996). *Blickbewegungen beim Lesen. Physiologische Aspekte der Determination von Fixationspositionen*. Münster, New York: Waxmann.
- RHENIUS, D. & LOCHER, J. (1992). Auswertungsalgorithmus für Folgen von Augenbewegungen während eines Problemlöseprozesses. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 34, 646 - 661.
- ROTH, G. (1994). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- SANDERS, A.F. (1971). *Psychologie der Informationsverarbeitung*. Berlin, Stuttgart, Wien: Huber.
- SCHANDRY, R. (1989). *Lehrbuch der Psychophysiologie. Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*. 2. neubearb. und erw. Auflage. München, Weinheim: Psychologie Verlags Union

- SCHWARZER, R. (Hrsg.). (1989). *Skalen zur Befindlichkeit und Persönlichkeit*. Forschungsbericht 5, Institut für Psychologie, Pädagogische Psychologie. Berlin: Zentrale Universitäts-Druckerei.
- SCZESNY, CH. (1994). *Biopsychologie computerbasierten Lernens. Physiologisches Aktivierungsgeschehen und visuelles Explorationsverhalten in mentalen Anforderungssituationen*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- SOKOLOV, E.N. (1975). The neuronal mechanisms of the orienting reflex. In E.N. SOKOLOV & O.S. VINOGRADOVA (Hrsg.), *Mechanisms of the orienting reflex*. (S. 217 - 238). Hillsdale, N.J.: Erlbaum