

Diss ETH 6388

K O G N I T I V E E N T W I C K L U N G D U R C H
F U N K T I O N A L E S D E N K E N

AUFBAU EINER STRUKTUR DER INFORMATIONSPERARBEITUNG
AM BEISPIEL DES PHYSIKUNTERRICHTS

A b h a n d l u n g

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Naturwissenschaften
der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Christoph Kriesi

dipl. Phys. ETH

geboren am 7.3. 1951

von Bischofszell TG, Winterthur und Grüningen ZH

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Hardi Fischer, Referent

Prof. Dr. Fritz Heinrich, Korreferent

1979

Z U S A M M E N F A S S U N G

Ausgehend von der Theorie PIAGET's, welcher in der Entwicklung der menschlichen Intelligenz eine Aufeinanderfolge von Stufen sieht, werden in dieser Arbeit auch andere Ansätze für ein Modell der kognitiven Entwicklung untersucht, welche für den Physikunterricht relevant sein könnten.

Weil für die Didaktik ein dynamisches, lernorientiertes Modell im Vordergrund steht, wird der Ansatz der Informationsverarbeitung aufgegriffen, welcher diesen Anforderungen Rechnung trägt. Dieser wird folgendermassen weitergeführt:

Durch Einsatz individueller Organisationsprinzipien, die der zu verarbeitenden Information weitgehend angepasst sind, soll das Informationsverarbeitungsvermögen des menschlichen Kurzzeitgedächtnisses optimal genutzt werden können.

Ein Beispiel für ein solches Organisationsprinzip - der Funktionsbegriff - wird in dieser Arbeit analysiert und seine Wirkungsweise im Physikunterricht genau untersucht. Die Hypothese bestand, dass gerade im Physikunterricht das "funktionale Denken", das Denken, welches vom Funktionsbegriff weitestgehenden Gebrauch macht, von grosser Bedeutung ist und den Schülern vertraut gemacht werden muss, damit sie später von der rationellsten Verarbeitungsart Gebrauch machen können, um die ungeheure Informationsflut, der sie ausgesetzt sind, zu bewältigen.

Die experimentellen Ergebnisse deuten auf eine Bestätigung dieser Hypothese hin, gelang es doch dem Unterricht bisher nicht, den Gymnasiasten ein umfassendes Physikverständnis zu vermitteln oder ihnen das "funktionale Denken" nahezubringen.

Diese Aussage gilt, obwohl andererseits - wie sich auch gezeigt hat - die Voraussetzungen zum Erkennen und Verarbeiten funktionaler Zusammenhänge schon bei Grundschulern gegeben sind, welche bei geeigneter Fragestellung durchaus in der Lage sind, anspruchsvolle Aufgaben aus der Physik des Gymnasiums, die aus ihrem Erfahrungsbereich stammen, anzupacken und graphisch zu lösen.

Im praktischen Unterricht wurde zusätzlich der Versuch gemacht, die Anwendbarkeit des "funktionalen Denkens" im Gymnasium abzuklären, wobei sich gezeigt hat, dass die Betonung der funktionalen Zusammenhänge zwischen verschiedenen physikalischen Grössen den Schülern das Verständnis entscheidend erleichtert.

Es scheint also, dass im Funktionsbegriff tatsächlich ein Hilfsmittel zur Informationsstrukturierung vorliegt, welches - entsprechend angewendet - erlaubt, Physikinhalt besser aufzunehmen, zu verarbeiten und zu beherrschen.

A B S T R A C T

Starting from the theory of PIAGET, who describes the development of human intelligence as a series of steps, this thesis also investigates other models of cognitive development relevant for physics instruction.

As to didactics, a dynamic learning-centered model plays an important part. The information - processing theory is therefore used and extended. By the application of individual organization principles which fit, as far as possible, to the information to be processed, the information - processing capacity of human short - term memory should be used optimally.

One example of such an organization principle - the concept of function - is analyzed in this thesis, as well as its mode of action in physics instruction. The hypothesis was assumed that, in science instruction, "functional thinking" which thoroughly uses the concept of function, is of great importance. Pupils must get accustomed to it, in order to be able to cope with the most efficient way of processing the huge amount of information to which they are exposed.

The experimental results pointed to a verification of this hypothesis, as instruction so far did not succeed to impart a thorough knowledge of physics nor of "functional thinking" to the pupils.

However, as the results show, elementary - school children already have the conditions to recognize and process functional connections.

Above that, it was tested in practical instruction if "functional thinking" could be used at the secondary - school level, where the stressing of functional connections between different physical quantities facilitated the pupils insight into the subject.

We conclude that the concept of function is really a means of structuring information which, used properly, allows better processing and mastering of subject - matter dealing with physics.