

3.3 Die strukturalistische Lerntheorie und die Konsequenzen für das Lehren: Aebli und Piaget

Lernen als Erkennen

Das Besondere und in dieser Hinsicht didaktisch Bedeutsame an dieser Theorie ist in der Verbindung von Lernen, Entwicklung, Denken und Handeln zu sehen. Dabei wird der Lernbegriff durch den Begriff des Denkens bzw. durch den der Erkenntnis ergänzt.

Zu den herausragenden Vertretern dieses Ansatzes gehören Jean Piaget, dessen Schüler Hans Aebli sowie John Dewey und Jerome Bruner. Im Folgenden werden das erkenntnisleitende Interesse, einige Forschungsergebnisse sowie Schlussfolgerungen für den Unterricht in fünf Schritten vorgestellt:

- (1) Der Zusammenhang von Lernen und Entwicklung
- (2) Der Zusammenhang von Handeln und Denken
- (3) Die Entwicklung von Handlungskonzepten
- (4) Die zentrale Funktion der Operationen
- (5) Der Zusammenhang von Struktur und Funktion als Genese.

3.3.1 Der Zusammenhang von Lernen und Entwicklung: Aebli



Aebli (1976) hat in seinem Werk „Psychologische Didaktik. Didaktische Auswertung der Psychologie von Jean Piaget“ eine didaktische Handlungstheorie entwickelt, in der Lernen als individueller Entwicklungsprozess bestimmt wird. Diese Auffassung beruht auf einer Fülle von empirischen Untersuchungen und Unterrichtsforschungen sowohl von Piaget als auch von Aebli selbst. Obwohl Aebli weder ein Struktur- noch ein Verlaufsmodell für die Analyse und Planung von Unterricht anbietet, sind seine Ausführungen so differenziert und durch Unterrichtsforschung aus verschiedenen Fächern derart belegt, dass die Lektüre seiner Darlegungen die Leser:innen unmittelbar anspricht und sie herausfordert, ihre eigene Lehrtätigkeit mit den angebotenen neuen Ideen zu vergleichen. Dabei entdecken die Leser:innen sehr schnell, welche didaktischen Arrangements und Schritte zu unternehmen sind, um Schüler:innen in einen von ihnen selbst gestalteten Lern- und Entwicklungsprozess hineinzusetzen. Sie erleben sozusagen die Lehr-Lern-Situation aus der Perspektive der Schüler:innen an dem von Aebli präsentierten theoretischen und praktischen Material.

Handlung

Aebli geht – wie sein Lehrer Piaget – von der grundlegenden Annahme aus, dass Handeln und Denken bzw. Erkennen eine Einheit bilden. Piaget unterscheidet zwei Arten von Handlungen, isolierte Handlungen (z.B. Steine werfen) und koordinierte Handlungen (z.B. ein Essen kochen), die an und mit Dingen oder mit Menschen vollzogen werden. Letztere sollen soziale Handlungen heißen. Von diesen ist im Folgenden die Rede. Damit wird ein Grundaxiom festgelegt: Menschen handeln immer (Kap. 4.3.1). Wenn sie aber immer handeln, dann muss dieses Handeln auch seinen Niederschlag im Denken bzw. im Erkennen finden und umgekehrt: dann kann das Denken bzw. das Erkennen Handeln antizipieren, z.B. vorwegnehmen, erraten oder auch konzipieren bzw. planen.

Dieser interdependente Zusammenhang wird von Piaget als Struktur beschrieben (Piaget 1973). Piaget wendet den Strukturbegriff auf vielfältige Gebiete an. In diesem Zusammenhang bedeutet Struktur die Konstruktion und Repräsentation der im Zusammenhang von Handeln und Denken erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Einsichten. Damit ist ein kognitiver Zusammenhang beschrieben. Die Welt wird somit vom Individuum konstruiert, repräsentiert und im Handeln zur Gestalt gebracht oder in Szene gesetzt.

Struktur (Piaget)

„Die Konstruktion mag angeregt sein durch Erfahrungen, vor allem durch konflikt- und dissonanzerzeugende, sie mag auch vorgegeben sein durch Wort, Bild oder Beispiel; sie ist aber nicht empirisches Lernen, sondern neue Strukturierung und Organisation, ob kreativ und selbständig entdeckt oder nur nachvollzogen“ (Oerter/Montada 1986, 418).

Mit dieser lernpsychologischen Position des genetischen Konstruktivismus ist eine Gegenposition zu den behavioristischen Lerntheorien bezogen. Die behavioristischen Lerntheorien werden in der Literatur als Konditionierungstheorien, die strukturgenetische Lerntheorie wird als konstruktivistische oder kognitivistische Theorie bezeichnet. Dies hat Folgen für die lerntheoretischen Grundlagen didaktischer Theorien- und Modellbildung.

genetischer Konstruktivismus

„Die sensualistisch-empiristische Psychologie (Assoziationspsychologie) und die herkömmliche Didaktik beruhen auf der Theorie der Bildeindrücke im menschlichen Geist. Nach diesen Lehren sind die Bilder die grundlegenden Elemente des [...] Denkens [...]. Von den allgemeinen Begriffen nimmt man an, sie entstünden durch einen Prozeß der Abstraktion, der die zufälligen Merkmale ausscheidet [...]. Wir haben gesehen, daß jeder Lehrer gezwungen ist, auf irgendeine Weise die Aktivität der Schüler anzuregen, damit sie die ihnen gezeigten Gegebenheiten vergleichen, sich Umformungen vorstellen oder ganz einfach den Demonstrationen des Lehrers folgen. Nun gehen aber alle diese Tätigkeiten bereits über den einfachen Prozeß des Eindrucks hinaus und zeigen an, daß die grundlegenden Elemente des Denkens nicht statische Bilder (Abbilder äußerer Modelle), sondern Schemata von Tätigkeiten sind, an deren Ausführungen das Subjekt einen wichtigen Anteil hat. Die Psychologie Piagets umreißt die Wirkungsweise und die Bedeutung dieser Aktivität des Subjekts. Ohne die Existenz der Bilder zu leugnen, weist er ihnen eine ganz andere Funktion zu, als es die klassische Psychologie getan hatte. Er zeigt, daß das Denken vor allem eine Form des Tuns ist, die sich im Verlauf ihrer Entwicklung differenziert, organisiert und ihre Wirkungsweise verfeinert“ (Aebli 1963, 53).



Das längere Zitat macht deutlich, dass es in Lehr- und Lernprozessen nicht primär auf die Vermittlung im Sinne von Beibringen von Inhalten ankommt, sondern darauf, Schüler:innen in Handlungssituationen hineinzusetzen, in denen sie Beziehungen zwischen den Dingen und ihren Fragestellungen, Interessen, Problemen herstellen können. Dabei zeigt die Erfahrung, dass nur diese Art der Operation zu Erkenntnisprozessen und damit auch zur Herausarbeitung und Darstellung jener Strukturen führt, die als Struktur der Dinge selbst unter-

stellt werden. Lehr- und Lernprozesse sind daher so anzulegen, dass die Lernenden zu Operationen angehalten werden, aufgrund derer sie die gesetzmäßigen Beziehungen oder Relationen zwischen den Strukturelementen (= Funktionen) sowie den Strukturzusammenhang selbst zu erkennen und zu formulieren in der Lage sind.

„Die Operation ist das aktive Element des Denkens. Sie ist es, welche die wesentlichen Fortschritte der Intelligenz sichert“ (Aebli 1963, 56/57).

Lernen durch Operieren

In dieser Auffassung von Lernen spielen die Quantität und die Qualität der Inhalte eine sekundäre Rolle. „Lernen“ geschieht am ehesten durch die Herausforderung der Intelligenz selbst, z. B. durch das Operieren mit Dingen. Die Intelligenz wird umso mehr herausgefordert, je mehr sie zum Vergleichen verschiedener Elemente eines Sachverhalts eingesetzt wird, ein Prozess, aus dem die Sachstrukturen und/oder die Beziehungen, d. h. die Gesetzmäßigkeiten der Elemente untereinander, erkannt und formuliert werden können (Bruner 1974).



„Überall sind es die Operationen, welche die Begriffe definieren, und der Unterricht muß daher den Schüler dazu bringen, diese Operationen zu vollziehen, zuerst tatsächlich und dann in ‚verinnerlichter‘ oder stellvertretender Form. Bevor der Lehrer also die Aufgabe der praktischen Verwirklichung einer Unterrichtseinheit beginnt, muß er sich darüber klar werden, welche Operationen den Begriffen zugrunde liegen, die er die Schüler*innen erwerben lassen will. Nehmen wir an, er will ihnen den Begriff ‚Winkel‘ faßbar machen, somit wird er sich fragen: welche Operation definiert diesen Begriff?“ (Aebli 1963, 87).

Lehren heißt Handeln und Denken ermöglichen

Lehren heißt also, Handeln und Denken zu ermöglichen, Handlungszusammenhänge herzustellen, z. B. durch geeignetes Material, damit Schüler:innen in Operationen hineinversetzt werden, oder auch: Unter Lehren kann jegliche Aktivität verstanden werden, „die darauf zielt, einem anderen das Lernen zu erleichtern“, d. h. ins Lernen hineinzusetzen (Gage 1979, 2). In diesem Sinne kann es gelingen, dass Schüler:innen mehr und mehr ihre Erkenntnis erweitern und damit ihren kognitiven Strukturzusammenhang von Handeln und Denken differenzieren, d. h. dass sie zielgerichtet, selbstzufrieden und selbstgewiss planen, arbeiten und argumentieren können. Lehren heißt dann nicht mehr, Schüler:innen mit mehr oder weniger gut aufbereiteten Inhalten zu traktieren und sie in ihrem Lernprozess sich selbst zu überlassen. Hier werden entsprechende didaktische Kompetenzen für Lehrer:innen erforderlich und neue Herausforderungen an die Bildungspolitik:innen gestellt, das Bildungswesen umzuorganisieren, um den neuen Erfordernissen des Lernens und der Organisation von Handeln und Denken Rechnung tragen zu können. Ziel von Schule wird es unter diesen Bedingungen sein, „den Hinzugewinn von anwendungsbezogenem Wissen, die Zunahme von Handlungskompetenz und die Möglichkeit sozialer Erfahrungen“ zu fördern (Bildungskommission NRW 1995, 82). Diese Forderungen gelten in erster Linie für die Kindergärten und Vorschulen und nicht zuletzt für das gesamte Schulwesen.

In Bezug auf die Strukturen, die dem Lernen zugrunde liegen, bringt nun Piaget den zentralen Gedanken ein, dass sich Strukturen entwickeln. Dies gilt auch für den Strukturzusammenhang von Handeln und Erkennen. Wenn es also eine Entwicklung des Erkennens gibt, dann hat auch jede Entwicklung eine Lerngeschichte oder in der Umkehrung gesagt: Jedes Lernen schreibt die individuelle Entwicklung fort. In Bezug auf die hier vorgestellte kognitive und genetisch konstruktivistische Lerntheorie heißt das:

„Jede Operation hat ihre Geschichte. Bei der Entwicklung des kindlichen Denkens kann man beobachten, wie sich Operationen, ausgehend von einfachen Handlungsschemata, mehr und mehr differenzieren, um immer komplexere beweglichere Systeme herauszubilden, die schließlich fähig sind, das ganze Universum zu deuten. Die Aufgabe des Lehrers besteht folglich darin, für das Kind psychologische Situationen zu schaffen, in denen es die Operationen aufbauen kann, die es sich aneignen soll. Der Lehrer muß die früheren Schemata aufgreifen, über die das Kind bereits verfügt, und von diesen aus die neue Operation entwickeln. Er muß das dieser geistigen Aktivität angepaßte Material liefern und darüber wachen, daß die neue Operation in der erstrebten Richtung gesucht wird“ (Aebli 1963, 88).

„Wir halten fest: Diese geistigen Operationen haben nichts zu tun mit jenem Abstraktionsvorgang, den die empiristischen Didaktiker und Psychologen beschrieben haben. Es handelt sich keinesfalls darum, durch einen Ausscheidungsprozeß die gemeinsamen Bestandteile der verschiedenen Größen zu suchen, sondern darum, ein System von Operationen aufzubauen, und durch diese den ins Auge gefaßten Begriff zu definieren“ (Aebli 1963, 21/22).

Schüler:innen lernen also, indem sie ihre kognitiven Strukturen entwickeln, d.h. differenzieren und zugleich integrieren. Unter Differenzierung sei die klare Aufhellung komplexer oder noch nicht erkannter Zusammenhänge zu verstehen, unter Integration die Verschmelzung von neuen mit bekannten Erkenntnissen zu höheren Erkenntniseinheiten. In diesem Gesamtprozess wird die Entwicklung der Erkenntnis und der Persönlichkeit der Heranwachsenden zugleich verwirklicht. Konkret kann sich diese Entwicklung in der immer breiteren Palette von Handlungsentwürfen oder -plänen bzw. -konzepten zeigen (Aebli 1963, 95ff).

Pläne sind als differenzierte kognitive Handlungsentwürfe bzw. -konzepte zu verstehen, die in den jeweiligen Situationen ein selbstgesteuertes und aktives Handeln möglich machen. Dies schließt das Reagieren nicht aus, dieses wird aber durch das Handeln relativiert und in einen größeren individuellen Aktivitätskontext gerückt. Damit erhält auch das Individuum eine ganz andere Rückmeldung aus den Situationen. Es erlebt sich selbst als autonom und sein Handeln zugleich als erfolgreich. Dabei lernt es, sein erkenntnisleitendes Interesse auf die Relationen, also die Beziehungen und Zusammenhänge, zu lenken und nicht allein auf die Quantität oder Qualität der Dinge selbst (Piaget 1992). Dadurch bekommt es auch eine Sensibilität für soziale Beziehungen, also für die Normen, Werte und Regeln sowie die diese umfassende Moral.

Da die Lernenden im Zusammenhang von Handeln und Erkennen stets durch die Operationen gezwungen sind zu vergleichen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten, Be-

Entwicklung von Strukturen



Pläne Handlungsentwürfe

ziehungen, Zusammenhänge aufzudecken, zu formulieren und ihre Gesetzmäßigkeiten, d.h. ihre Verallgemeinerung vorzunehmen und zu prüfen, ob diese auch im Kontext anderer Erkenntnisse Geltung hat, ist in diesem Prozess die Selbstkontrolle und die Selbstprüfung ein impliziter pädagogischer und didaktischer Wert (Aebli 1963, 48). Lernende entdecken dabei, dass zur Erkenntnis punktuelle und einmalige Wahrnehmungen oder Erfahrungen im Umgang, z.B. mit einer Sache, nicht hinreichen, um dem Anspruch einer Allgemeingültigkeit Genüge zu tun. Sie werden daher zu beobachten lernen. Beobachtung, gepaart mit Sicherung der Beobachtungsergebnisse, gehört dann ebenso zum grundlegenden Handlungs- und Erkenntnisrepertoire der Lernenden wie das Vergleichen, Messen, Prüfen u.a.m. Diese Tätigkeiten manueller und geistiger Art werden mit dem Begriff der Operation belegt. Von Aebli wird in diesem Zusammenhang an mehreren Stellen auch auf die Gruppen- und die Partner:innenarbeit hingewiesen (Aebli 1963, 106ff). Diese erhöhen den Austausch von Informationen (= symbolische Interaktion) im Erkenntnisprozess der bzw. des Einzelnen. Dabei tritt eine Relativierung der eigenen Erkenntnisse auf; m.a.W., der eigene Erkenntniszusammenhang gerät aus dem Gleichgewicht. Dieses Ungleichgewicht im kognitiven Strukturierungsprozess führt zu erneuter Befassung mit der Sache, z.B. zu erneuten Beobachtungen, Messungen und Vergleichen. Neue Erkenntnisse treten ein; das Gleichgewicht eines regulierten Erkenntniszusammenhangs stellt sich wieder ein. Ein Lernprozess hat stattgefunden. An diesem Beispiel wird das Zusammenwirken von Lernen und Entwicklung der Erkenntnis deutlich.

Konsequenzen

In Bezug auf die Praxis lässt sich Folgendes sagen: Aus alledem

„erklärt sich eine Favorisierung der selbsttätigen Entdeckung, der Modelle des offenen Unterrichts, der genetischen Methode, auch die Betonung der Bedeutung einer Interaktion der Kinder mit Gleichaltrigen für die kognitive Entwicklung, da diese in geringerem Maße die Gefahr birgt, daß sich Meinungen einer übermächtigen Autorität unverstanden durchsetzen. Im Lichte dieser Überlegungen ist Piagets ‚klinische Methode‘, die von ihm als eine Methode der Diagnose des Strukturniveaus seiner Probanden verstanden wird, in Wahrheit bereits die ideale Methode des Unterrichtens: Probleme werden gestellt, aber keine Lösungen durchgesetzt oder auf oberflächlichem Niveau automatisiert. Der Erwachsene beginnt mit einem Problemangebot, das zu Lösungen oder Lösungsversuchen führt, die ihrerseits Anlaß geben, die Lernenden mit Alternativen und gegenteiligen Meinungen zu konfrontieren, Implikationen der Antworten aufzuzeigen und zu erfragen, Begründungen herauszulocken und damit die Problemlage und den Lösungsversuch zu klären. Dies gibt wohl Anstöße zur Elaboration einer Lösung [...] und damit im Sinne Piagets zur Reorganisation des kognitiven Systems. Warum sollte nicht auch ein Lösungsangebot – so vorbereitet – auf fruchtbaren Boden fallen?“ (Oerter/Montada 1986, 422).

Überhaupt erklärt sich damit, dass Schüler:innen motivierter sind und dem Unterricht ein Interesse entgegenbringen, wenn ihnen Handlungsmöglichkeiten eingeräumt werden, „wenn sie die Lösung einer Aufgabe selber finden [...], wenn sie selber mit konkreten Gegebenheiten arbeiten können“, als wenn sie sich veranlasst sehen, „sich die Gegebenheiten vorstellen [zu] müssen oder sie nur als

Zuschauer betrachten [zu] dürfen“ (Aebli 1968, 25); je mehr Unterrichten statt aktives Arbeiten zu bieten auf innerliche Nachahmung der Darstellungen der Lehrkraft angewiesen ist, desto schwieriger wird es für die Schüler:innen, ein tieferes Verständnis vom Unterrichtsgegenstand zu entwickeln (Wellenreuther 2019, 317ff).

Bruner wendet diese Erkenntnisse noch mehr ins Praktische. Ausgehend von der Struktur des Wissens konstituiert sich der Beziehungszusammenhang der Dinge im handelnden und zugleich im erkennenden Subjekt. Eine objektive Realität, in der die Dinge im Sinn von Gegenständen den Menschen gegenüberstehen, ist damit außer Kraft gesetzt. Danach repräsentiert sich das Wissen als Erkenntnisprozess und nicht als – äußerer oder innerer, mentaler oder abbildhafter – Gegenstand. Bruner sieht diese Repräsentation der Wissensstrukturen in dreifacher Weise gegeben:

Bruner

„durch eine Zahl von Handlungen, die geeignet sind, ein bestimmtes Ziel zu erreichen (enaktive Repräsentation), durch eine Reihe zusammenfassender Bilder oder Graphiken, die eine bestimmte Konzeption versinnbildlichen, ohne sie ganz zu definieren (ikonische Repräsentation), und durch eine Folge symbolischer oder logischer Lehrsätze, die einem symbolischen System entstammen, in dem nach Regeln oder Gesetzen Sätze formuliert und transformiert werden (symbolische Repräsentation)“ (Bruner 1974, 49).

Im Prozess des Lehrens ist diese Weise der Repräsentation von Wissen insofern zu beachten, als die Lehrenden aufgrund ihrer didaktischen Kompetenz wissen müssen, in welcher Entwicklungsphase ihre Adressat:innen sind, welche Erkenntnisweise angesprochen werden soll und von welcher Struktur die Lehrangebote sind bzw. welche Erkenntnisstruktur sie den Lernenden abverlangen; außerdem müssen sie wissen, in welcher Abfolge der Erkenntnisprozess verlaufen soll, um dessen Genese zu erleichtern und nicht zu blockieren. Wenn z. B. eine mathematische Textaufgabe gelöst werden soll oder wenn es einen wissenschaftlichen Text zu interpretieren gilt, dann müssen z. B. Begriffsbildung, Satzbildung und In-Beziehung-Setzen von Begriffen mit logischen Mitteln sowie die logischen Mittel selbst bekannt sein, wenn Lernen sinnvoll realisiert werden soll (Berliner/Gage 1977, 345ff; Oerter/Montada 1986, 436ff). Ikonische Formen können dabei als Vorlauf stützend sein; sie können aber auch z. B. in Gestalt einer bildhaften Sprache, in welcher die Textaufgabe formuliert ist, den rationalen Zugang verhindern oder gar erschweren, d. h. das Denken auf eine falsche Fährte bringen. Zur Lösung gerade dieser Problematik muss das Lernen des Lernens, also das Metaleernen gelernt sein; m. a. W. Schüler:innen müssen Forschungs- bzw. Erkenntnismethoden an der Hand haben, mit deren Hilfe sie Fehlerquellen aufdecken können, die im Zuge von Entscheidungen für die eine oder andere Vorgehens- und Erkenntnisweise entstanden sind. Daher heißt es bei Bruner auch:



„Jemandem diese Wissensgebiete zu lehren heißt nicht, ihn dazu zu bringen, daß er sich die fertigen Ergebnisse einprägt, sondern es heißt, daß wir ihn lehren, wie er an dem Prozeß der Wissensgewinnung teilhaben kann [...]. Wissen in diesem Sinne ist kein Produkt, sondern ein Prozeß“ (Bruner 1974, 74).

Sichtbar wird damit, dass Bruner dem Aspekt des Verstehens und der Organisation des Lernens besondere Beachtung entgegenbringt. Mit dem Ansatz des Lernens durch Entdeckung wird Lernenden angeboten, ein strukturiertes, von der Lehrkraft unterstütztes Erschließen des Lerngegenstandes herzustellen (Wellenreuther 2019, 317). Vorübergehend kann dazu ein Gerüst bereitgestellt werden (engl. Scaffolding).

„Die Einrüstung im Sinne Bruners ist immer mit einer sozialen Situation verbunden. Durch sie wird das Kind oder ein Novize (ein Anfänger in einem Lernbereich) befähigt, mithilfe eines anderen ein Problem zu lösen, eine Aufgabe auszuführen oder ein Ziel zu erreichen, das ohne die gebotene Unterstützung unerreichbar wäre. Im Verlauf des Interaktionsprozesses wird der Umgang oder die Art der gebotenen Unterstützung in dem Maße zurückgenommen („abgebaut“), wie der Empfänger Lernfortschritte in die gewünschte Richtung zeigt“ (Mietzel 2017, 171).

5) Die Prüfung der Problemlösungen und Problemlösungsstrategien: In dieser Phase werden die verschiedenen Konzepte miteinander verglichen und gegebenenfalls miteinander verknüpft. Es werden noch einmal alle Aktivitäten wie in der dritten Phase realisiert. Dabei entsteht ein Diskurs, also ein inneres oder auch mit anderen geführtes Gespräch, in dem sowohl die Inhalte und ihre Beziehungen als auch die vielfältigen Bedeutungen, die ihnen zugesprochen werden können, geprüft werden. Man kann diese Phase auch als Phase der Theorienbildung bezeichnen.

3.3.4 Die zentrale Funktion der Operationen: Piaget

Piaget (1973a) bestimmt menschliche Erkenntnis als einen aktiven Prozess, in welchem kulturelle oder soziale Realität transformiert wird. Das bedeutet, dass die Gegenstände oder Symbole der Welt, wie z.B. die Normen oder die sprachlichen Zusammenhänge, sowohl ihrem Inhalt nach als auch hinsichtlich der Beziehungen, in denen sie zu dem erkennenden Subjekt stehen, betrachtet werden können. Das traditionelle Erkenntnisinteresse von Psychologie, Pädagogik oder Soziologie ist auf die Inhalte (=Qualität) und/oder die Anzahl (=Quantität) der Gegenstände gerichtet. Dieser „figurative Aspekt“ des Erkennens (Piaget 1973, 21) zwingt die Lernenden sozusagen dazu, sich die Qualität und die Quantität der Gegenstände anzueignen, sich aber nicht mit deren Relationen untereinander zu befassen. Das bedeutet in der Schultradition, dass Lehr- und Lernprozesse primär darauf angelegt werden, dass Wissen im Sinne von Qualität und Quantität von Gegenständen bearbeitet wird. In dieser Tradition dienen assoziationalistische Theorien, wie z.B. der Behaviorismus, zur Erklärung. Piaget hält dem entgegen, dass in Lernprozessen, in denen der Mensch eine Chance erhält, das erkennende und handelnde Subjekt zu sein, eher die Relationen als die Qualität und Quantität der Dinge in den Blick kommen. Er nennt dies den „operativen Aspekt“ (Piaget 1973, 21), der sich im Handeln und im Denken des Subjekts mit den Gegenständen zeigt und der sowohl Erkenntnis produziert als auch aufgrund von Erkenntnisstrukturen Handeln entsprechend realisiert. Piaget spricht daher an vielen Stellen auch analog zum Denken von Operation.

Piagets akademischer Schüler Aebli definiert Operation folgendermaßen: „Die Operation ist das aktive Element des Denkens. Sie ist es, welche die wesentlichen Fortschritte der Intelligenz sichert“ (Aebli 1963, 56f). Operationen entwickeln sich im Laufe des Lebens eines Menschen. Aebli formuliert daher:

„Bei der Entwicklung des kindlichen Denkens kann man beobachten, wie sich Operationen, ausgehend von einfachen Handlungsschemata, mehr und mehr differenzieren, um immer komplexere beweglichere Systeme heranzubilden, die schließlich fähig sind, das ganze Universum zu deuten“ (1963, 21f).

Das Zitat macht deutlich, dass Operationen nicht Selbstzweck sind, sondern dass sie sich selbstverständlich auf das Handeln beziehen. Operationen schließen also stets den kognitiven und den handlungsgemäßen Aspekt ein. Piaget konstatiert daher:

Piaget



Operation (Aebli)



Erkennen als Operationen (Piaget)

„Einen Gegenstand erkennen heißt in Bezug auf ihn handeln und ihn transformieren, um die Mechanismen dieser Transformation in Verbindung mit den transformierenden Handlungen selbst zu erfassen. Erkennen bedeutet also die Wirklichkeit an Transformationsstrukturen zu assimilieren und eben diese Strukturen entwickelt die Intelligenz im Sinne einer direkten Fortsetzung des Handelns“ (Piaget 1972, 38f).

In den Operationen werden also Erkenntnisse und Handlungspläne (= Konzepte) zu immer höheren Systemen organisiert und koordiniert, die Piaget Transformationssysteme nennt und die den Menschen in die Lage versetzen, sich mit neuen und komplizierteren Sachverhalten gezielter zu befassen oder im Sinne Deweys formuliert: das Handeln erfolgreich zu machen (Kap 2.3.3). Hierin ist die Funktion der Entwicklung von Strukturen zu sehen. Auf diese Weise kann auch die Entstehung von Wissen in und durch das handelnde Subjekt erklärt werden. Wissen konstituiert sich als Erkenntnisprozess und als ein Ergebnis desselben. Jeder Mensch schafft und repräsentiert also Wissen, das für sein gesellschaftliches und kulturelles Handeln und Denken bedeutsam ist.

3.3.5 Der Zusammenhang von Struktur und Funktion als Genese: Piaget

Der Zusammenhang von Struktur und Funktion ist auf dem Hintergrund der vorher skizzierten drei Momente zu verstehen. Er wird von Piaget an einem Beispiel treffend demonstriert.



„Auf dieses Beispiel, eines, das wir an vielen Kindern sehr gründlich studiert haben, bin ich von einem befreundeten Mathematiker gebracht worden, der es als Ausgangspunkt seines Interesses an der Mathematik anführte. Als kleines Kind hatte er einmal Kieselsteine gezählt: er hatte sie in eine Zeile gelegt, von links nach rechts gezählt und war auf zehn gekommen. Nur so zum Spaß zählte er sie anschließend von rechts nach links, um zu sehen, welche Zahl er jetzt erhalten würde, und war erstaunt, als er wieder auf zehn kam. Er legte die Kiesel dann in einen Kreis, zählte sie, und wieder war es zehn. Er zählte den Kreis in der anderen Richtung durch, und zählte auch auf diese Weise zehn. Und wie auch immer er die Kiesel anordnete, wenn er sie zählte, jedes Mal kam er bis zur Zahl zehn. Er entdeckte das, was in der Mathematik Kommutativität (Vertauschbarkeit) genannt wird: Die Summe ist unabhängig von der Ordnung der Elemente. Aber wie entdeckte er dies? Ist diese Kommutativität eine Eigenschaft der Kieselsteine? Die Kieselsteine ließen es zu, sie in verschiedenen Weisen anzuordnen; mit Wassertropfen hätte er das nicht genauso tun können. In diesem Sinne war also zweifellos ein sinnlicher Aspekt in seiner Erkenntnis enthalten. Aber die Ordnung war nicht in den Kieselsteinen begründet; sie wurde von ihm hergestellt, er, das Subjekt, legte die Kiesel in eine Zeile und dann in einen Kreis. Darüber hinaus steckte die Summe nicht in den Kieselsteinen selbst; er, das Subjekt, vereinigte sie. Die Erkenntnis, die dieser künftige Mathematiker an jenem Tage entdeckte, hatte ihren Ursprung also nicht in den sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften der Kieselsteine, sondern in den Handlungen, die er mit ihnen ausführte“ (Piaget 1973, 24f).

Nach diesen Darlegungen wird deutlich, wie Piaget den Strukturbegriff versteht. In einem allgemeinen Sinn wird unter Struktur das Aufeinanderbezogensein von Elementen eines Sachverhalts verstanden. Synonym wird der Begriff daher auch mit den Begriffen System und Organisation verwendet. Piaget legt folgende Definition vor:

Struktur (Piaget)

„In erster Annäherung ist eine Struktur ein System von Transformationen, das als System (im Gegensatz zu den Eigenschaften der Elemente) eigene Gesetze hat und eben durch seine Transformationen erhalten bleibt oder reicher wird, ohne daß diese über seine Grenzen hinaus wirksam werden oder äußere Elemente hinzuziehen. Mit einem Wort: eine Struktur umfaßt die drei Eigenschaften: Ganzheit, Transformation und Selbstregulung [...]. In zweiter Annäherung [...] muß sich die Struktur zu einer Formalisierung eignen. Doch muß man daran denken, daß diese Formalisierung das Werk des Theoretikers ist, während die Struktur von ihm unabhängig ist, und daß sich diese Formalisierung unmittelbar in logisch mathematischen Gleichungen äußern oder durch ein kybernetisches Modell vermittelt werden kann“ (Piaget 1973, 8f).

Vor dem Hintergrund des Zusammenspiels von Entwicklung von Strukturen und Entwicklung verschiedener Funktionen ist Piagets Konzept der Genese menschlicher Erkenntnisleistungen zu verstehen, das vier Stufen (Piaget 1972, 40ff; Ginsburg/Opper 1975, 43ff) enthält:

Entwicklung von Strukturen (Piaget)

- a) die sensomotorische Stufe (von der Geburt bis etwa zwei Jahre)
- b) die präoperative Stufe (zwei bis ca. sieben Jahre)
- c) die Stufe der konkreten Operationen (sieben bis ca. elf Jahre)
- d) die Stufe der formalen Operationen (elf Jahre und älter).

Furth (1972) hat zu diesem Konzept eine interessante allgemeine Charakteristik vorgelegt.

- „1) Jede Stufe umfaßt eine Periode der Bildung (Genesis) und eine Periode des Erreichens. Das Erreichen ist durch die fortschreitende Organisation einer aus inneren Operationen zusammengesetzten Struktur gekennzeichnet.
- 2) Jede Struktur stellt gleichzeitig das Erreichen der einen Stufe und den Ausgangspunkt der nächsten Stufe eines neuen evolutionären Prozesses dar.
- 3) Die Reihenfolge der Stufen ist konstant. Das Alter bei ihrem Erreichen kann innerhalb bestimmter Grenzen in Abhängigkeit von Motivationsfaktoren, Übung, kulturellem Milieu usw. variieren.
- 4) Der Übergang von einer früheren zu einer späteren Stufe folgt in Analogie zu dem Prozeß der Integration einem Gesetz der Implikation, d. h.: frühere Strukturen werden zu einem Teil späterer Strukturen“ (Furth 1972, 51).

Auf die Darstellung der Entwicklung menschlicher Erkenntnisleistungen im Einzelnen muss in diesem Zusammenhang verzichtet werden. Die authentische Darstellung gibt Piaget in seinem Werk „Theorien und Methoden der modernen Erziehung“ (1972).

Piaget hat in vielen experimentellen Untersuchungen die einzelnen Stufen materialreich dokumentiert. Von der ersten Stufe an zeigen die von den Proband:innen durchgeführten Operationen in struktureller und funktionaler Hinsicht Übereinstimmungen mit Regeln und Begriffsbildungen, die aus der Logik bekannt sind.

So zeigen sich in *der ersten, der sensomotorischen Stufe*: Operieren mit dem eigenen Körper; Herstellung von Beziehungen zwischen dem eigenen Körper und den Personen und Dingen der Umwelt; Entwicklung von Schemata für das Vergleichen und für das Verhalten in Raum und Zeit; Entwicklung von Schemata von Regeln für das Handeln.

In *der zweiten, der präoperativen Stufe*: Operieren mit symbolischen Ausdrucksformen, z.B. mit Sprache, mit Rollen und Regeln; Versuchen, Probieren, Testen, Experimentieren, Vergleichen und Systematisieren von symbolischen Ausdrucksformen; Schlussfolgerungen herstellen; Bilden von Begriffen und Operieren und Experimentieren mit Begriffen; Generalisierungen von Erfahrungen vornehmen und in Aussagen und sprachliche Formulierungen umsetzen.

In *der dritten, der Stufe konkreter Operationen*: Operieren mit Klassen von Regeln, z.B. sozialen, physikalischen Regeln und Prinzipien, z.B. mit dem Gleichheitsprinzip; Erstellung von Konzepten und Plänen für Handeln und zur Gewinnung neuer Erkenntnis.

In *der vierten, der Stufe der formalen Operationen*: Operieren mit gedanklichen Inhalten, z.B. Entwicklung von Hypothesen und Versuch ihrer Verifizierung; Überraschung bei der Entdeckung der Falsifikation von Hypothesen in eigenen Nachforschungen an bestimmten Sachverhalten, Dingen, Gegenständen; Überprüfen von Aussagen; Herstellung und Anwendung von Final- und Kausalbeziehungen; Operation mit Kategorien Raum, Zeit, Relation u. a. m. Piaget hat in seinen wissenschaftlichen Erörterungen die aktive Rolle des Individuums beim Erwerb bzw. der Konstruktion von Wissen betont. Das führt dazu, dass dabei dem Vorwissen wiederum eine besondere Rolle zuteil wird, da neue Informationen mit diesem verknüpft und problemlösend bearbeitet werden. Das setzt didaktisch voraus, dass die themenbezogenen Lernvoraussetzungen in der Weise zu beachten sind, dass eine möglichst optimale Passung zwischen Anforderungs- und Schwierigkeitsniveau einerseits und Vorwissensniveau andererseits hergestellt werden kann.

3.4 Die konstruktivistische Betrachtung von Lehren und Lernen: Kelly

Der Konstruktivismus wird als eine Denktradition bezeichnet, in der es um die Grundfrage geht, wie menschliche Erkenntnis zustande kommt. Dieser Frage haben sich in der Geschichte der Wissenschaften viele Disziplinen, wie z.B. Philosophie, Psychologie, Soziologie, Mathematik, Informatik, Kybernetik, Neurobiologie, bis in die Gegenwart hinein angenommen (Herrmann 2020). In