

## 5 Konstruktionsmodell des Lernens

Das vorliegende Konstruktionsmodell des Lernens, das aus drei Konstruktionen zusammengesetzt ist, ist eine Rekonstruktion des Zusammenhangs zwischen Außensignal, Vorwissen, Erfahrung und Situation. Die erste Konstruktion (K I) ist das *Vorwissen*. Es ist im Gehirn strukturiert vorhanden und bietet der zweiten Konstruktion (K II) *Erfahrung*, die neurobiologisch mit der aktuellen Gehirnaktivität gleichbedeutend ist, Rahmenbedingung und Repertoire der Auswahl. Die Erfahrung der aktuellen Gehirnaktivität von K II ist ein ständiger Tanz zwischen den beiden Rahmenbedingungen Vorwissen und Situation. Die Situation ist im Organismus durch die am Sinnesorgan von Umweltereignissen eingeleiteten Innensignale vertreten. Die Umweltereignisse sind Botschaften der dritten Konstruktion (K III) *Situation*, wie der neue Konstruktivismus sie als eine konstruktivistische Lernumgebung definiert, welche einer instruktivistischen gegenübersteht.

»Wenn Wissen stets eine individuelle Konstruktion und Lernen ein aktiver, konstruktiver Prozeß in einem bestimmten Handlungskontext ist, muß die Lernumgebung den Lernenden Situationen anbieten, in denen eigene Konstruktionsleistungen möglich sind und kontextgebunden gelernt werden können. Wir sprechen daher im Zusammenhang mit der konstruktivistischen Unterrichtsphilosophie von *situierten Lernumgebungen*« (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999, S. 210).

K I und K II sind zusammen ein organismusinterner Prozess. Mit K III ist hingegen eine Lernumgebung gemeint: eine organismusexterne Situation, die den Prozess von K I und K II unterstützen soll - sie ist demnach eine Variation der Situation. Es soll nun die Wechselbeziehung zwischen den verschiedenen Konstruktionen eingehender erklärt werden.

### 5.1 Wechselwirkung zwischen Vorwissen, Erfahrung und Situation

#### 5.1.1 Verhältnis zwischen Erfahrung und Vorerfahrung

Zur Vorerfahrung, die hier mit dem Vorwissen synonym gebraucht und *Konstruktion I* genannt wird, gehört nicht nur bewusst erlebtes, im Langzeitgedächtnis vorhandenes, abrufbares Vorwissen, sondern auch genetische Veranlagung, Grundorganisation des Gehirns, sowie prä- und postnatale Entwicklung. Zur genetischen Veranlagung gehören die Informationen, die von Generation zu Generation weitergegeben werden und sich im Laufe der Evolution durch Selektion verändern. In ihr ist der Bauplan der hochspezifischen Architektur des Gehirns festgelegt, die bei Individuen gleicher Art außerordentlich ähnlich ist. Mit der Grundorganisation des Gehirns ist gemeint, »wie sie sich in der Stammesgeschichte herausgebildet hat, also die Tatsache, daß unser Gehirn ein typisches Wirbeltier-, Säugetier- und Primatengehirn ist. Weiterhin gehört dazu, daß sich Sinnesorgane im Normalfall bei allen Angehörigen der Art, Gattung usw. in gleicher Weise mit bestimmten Hirngebieten geordnet verknüpfen und daß dann diese Hirngebiete sich untereinander in ebenso geordneter Weise untereinander verbinden« (Roth 1994, S. 235). Die phylogenetischen Prinzipien sind teilweise erfahrungsunabhängig, »freilich nicht in der Weise, daß es Gene gäbe, die dies alles exakt vorschreiben. Vielmehr bestehen während der Individualentwicklung des Gehirns bestimmte genetische Rahmenbedingungen, unter denen sich die strukturelle Ordnung des Gehirns und damit das System der Erzeugung primärer

Bedeutungen in selbstorganisierender, epigenetischer Weise ausgebildet« (ebd.). Die teils phylogenetische, teils frühontogenetische Grundausrüstung bestimmt weitgehend die perzeptive und präkognitive Phase der Wahrnehmung, zum Beispiel die Art, wie im visuellen System Helligkeit, Kontrast, Farbe und Bewegung verarbeitet werden und wie sich Raum- und Tiefenwahrnehmung entwickeln.

Die frühontogenetische Individualentwicklung gehört ebenfalls zum Vorwissen. Nach der Geburt verändert sich das Gehirn strukturell weiter. Es bilden sich neue synaptische Verbindungen aus. Ihre Ausbildung bedarf der Sinnessignale, wie das Beispiel der Katze (vgl. Birbaumer & Schmidt 2003, S. 398-9; Singer 2002, S. 47) verdeutlicht. Eine junge Katze, die in der postnatalen Entwicklungszeit in einem Raum mit senkrechten Streifen aufgewachsen ist, zeigt Orientierungsprobleme in einer Umgebung mit waagerechten Linien. Das Problem ist auf die Struktur der Wahrnehmung im Gehirn zurückzuführen, die in der postnatalen Lebenszeit ausgebildet wird. Sie dient als Material der visuellen Wahrnehmung in der späteren Lebenszeit und bestimmt gleichzeitig, wie die Katze ihre Umgebung wahrnimmt. Die Störung in der kritischen Phase macht besonders deutlich, wie stark die Vorerfahrung die Erfahrung bestimmt.

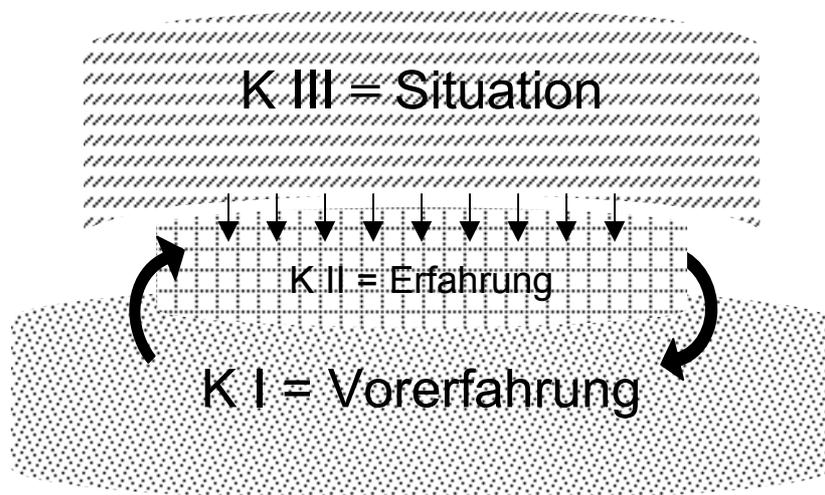


Abb. 12: Wechselbeziehung der Konstruktionen

Andere zahlreiche neuroanatomische Untersuchungen belegen, dass Erfahrung tatsächlich zu strukturellen Veränderungen des Gehirns führt und seine Leistungen optimiert (vgl. Singer 87 ff.). Die erfahrungsabhängige Strukturierung von Hirnarchitekturen erfolgt bis zum Abschluss der Pubertät. Jenseits dieser epigenetischen Lernphase gibt es dann kein neues Wachstum und keine neuen Verbindungen mehr. Die Architektur und das Programm des Gehirns sind also nicht mehr veränderbar und bereits festgelegt. Das frühontogenetisch erworbene Wissen ist vom genetischen Wissen kaum zu unterscheiden: beide manifestieren sich in Strukturänderungen.

Die letzte Variante des Vorwissens, von dem man im Allgemeinen spricht, wird sowohl vor als auch nach der Pubertät durch Lernen erworben. Es bringt keine Strukturänderung des Gehirns mehr mit sich, sondern die Veränderung der Wirksamkeit von synaptischen Verbindungen. Ihre Aktivierung erhöht demnach die Effektivität der Wirksamkeit und Koppelstärke der Verbindungen. Das Vorwissen, alle drei Arten zusammengenommen, stellt dem Gehirn Rahmenbedingungen und Funktionsmechanismen zur Verfügung, die beide beeinflussen, wie es arbeitet und neue Erfahrungen macht.

Die durch die Außensignale der Umweltereignisse eingeleiteten Innensignale des Sinnesorgans ( $\downarrow$  in Abb. 12) aktivieren die Netzwerke, die mit den aktuellen Wahrnehmungsinhalten in Zusammenhang stehen. Die Aktivierung geschieht zunächst im seriellen Prinzip bis zur primären Sehrinde. Danach werden die Signale im parallelen Prinzip verarbeitet. Dies aktiviert das Vorwissen. »Eine wichtige Konsequenz dieses Prozesses ist die Tatsache, daß die im Gedächtnis niedergelegten Netzwerke, welche Gestaltwahrnehmungen repräsentieren, nicht nur dann aktiviert werden, wenn alle Details der Gestalt vorliegen. Vielmehr genügt, wie beim Modell des assoziativen Speichers innerhalb der Theorie neuronaler Netzwerke (...), das Vorliegen einer bestimmten kritischen Menge an Daten, damit das vollständige Bild einer Gestalt hergestellt werden kann. Wie beim künstlichen assoziativen Gedächtnisspeicher ist diese Fähigkeit zur Komplettierung abhängig von der Beschaffenheit des Stimulus und der Intensität des Trainings des entsprechenden Netzwerks: Je eindeutiger von vornherein das Zusammenfassen von separaten Merkmalen ist, d.h. je mehr es einfachen Gestaltgesetzen gehorcht, oder je häufiger ein Netzwerk das Zusammengehören von Merkmalen gelernt hat, desto schneller wird das komplette Bild produziert und desto weniger Einzelmerkmale sind dazu nötig. Hierbei ist natürlich das menschliche Gehirn aufgrund seiner massiv parallelen Bearbeitungsweise und seines immensen Vorwissens bisher jedem künstlichen assoziativen Netzwerk weit überlegen. Es genügen zum Teil nur Bruchstücke von aktuellen Sinnesdaten, um in uns ein vollständiges Wahrnehmungsbild zu erzeugen, das dann gar nicht von den Sinnesorganen, sondern aus dem Gedächtnis stammt« (Roth 1994, S. 245). Die sensorischen Signale verfügen dabei nicht über eine steuernde Funktion, d.h. sie bestimmen nicht, welches Vorwissen aktiviert werden *muss*, sondern das Gegenteil ist der Fall: Das Vorwissen bestimmt, welche Information aus den Sinnesorganen wichtig und neu ist. Unwichtige Informationen werden durch die neuronalen Prozesse gefiltert und ausgeblendet.

Die beiden großen Pfeile in der Abbildung zeigen die Wechselbeziehung zwischen der aktuellen Erfahrung und dem Vorwissen. Der Pfeil links deutet darauf hin, dass das Vorwissen dem Organismus Rahmenbedingungen dafür bietet, wie die Erfahrung gemacht wird. Das Vorwissen ist eine die Erfahrung konstituierende Voraussetzung. Konstruktion II der Erfahrung ist die das gesamte ZNS durchlaufende aktuelle Gehirnaktivität. »Es entsteht eine Spirale zunehmend komplexer werdender Bedingtheiten zwischen erreichten und je nächsten Entwicklungszuständen. Erst dieser Selbstorganisationsprozeß macht es möglich, aus einem relativ bescheidenen Satz genetischer Instruktionen so außerordentlich komplexe Strukturen wie das Gehirn zu entwickeln« (Singer 2002, S. 123). Zwischen der Erfahrung und dem Vorwissen besteht kein materieller, bzw. substantieller Unterschied. Der grundlegende Unterschied der beiden im Konstruktionsmodell liegt in der Aktualität: Die Erfahrung *ist* aktiv, während das Vorwissen aktiv *war*. Die Erfahrung wird nach der Aktivität in das Vorwissen integriert und wirkt ggf. „modifizierend“ auf dieses zurück, indem sie die Wirksamkeit und Koppelstärke der Verbindungen erhöht (Pfeil rechts). Bei der Gehirnaktivität handelt es sich »um einen epigenetischen Prozeß der Selbstorganisation, der weder vom Erbgut noch von der Umwelt in seinem Ergebnis determiniert wird: der jeweils nächste Entwicklungsschritt wird von dem zuvor erreichten internen Zustand bestimmt, genetische Bedingungen und Umwelteinflüsse wirken nur insofern „modulierend“ (aber eben nicht determinierend), als sie vom Gehirn selbst entsprechend seinem jeweiligen Entwicklungsstand berücksichtigt werden« (Meinefeld 1995, S. 101). Das bedeutendste Arbeitsprinzip der Gehirnaktivität, die Erfahrung ermöglicht, ist die Konstruktivität, mit der das Gehirn nach einer optimalen Lösung der bevorstehenden Probleme strebt.

Bei der Wahrnehmung wird Wichtiges oder Neues in den Umweltereignissen von Bewusstsein und Aufmerksamkeit begleitet. Die Beurteilung, was wichtig oder neu ist, beruht auf der vergangenen Erfahrung und der genetischen Festlegung. Die Regeln der Wechselbeziehung der Elementarereignisse in einen Wahrnehmungsinhalt stammen nicht aus den Nervenzellen oder gar Synapsen selbst, denn Neurone und Synapsen wissen nichts; was sie tun, ist neutral gegenüber der Bedeutung ihrer Aktivität. Die bedeutungskonstituierenden Regeln der Wahrnehmung ergeben sich aus der *Vorerfahrung* des kognitiven Systems. Durch die Erfahrung »wird die Empfindlichkeit unserer Sinnessysteme für bestimmte Ereignisse „geschärft“« (Roth 1994, S. 209). Die Vorerfahrung ist insofern für die aktuelle Gehirnaktivität der Erfahrung bestimmend, als dass sie das Bewusstsein und die Aufmerksamkeit lenkt.

Bei der Handlung ist die Entscheidung, was, wann und wie zu tun ist, ebenfalls vom Vorwissen abhängig. Das limbische System trifft die Entscheidung als das Bewertungssystem, das in einer deterministischen Wechselwirkung mit anderen Gehirnarealen steht. Dabei wird die in den Arealen gespeicherte ganze Vorgeschichte des Gehirns einbezogen, in dem die »zyklischen Verknüpfungen zwischen Wahrnehmung, Bewertung, Gedächtnisbildung, Aufmerksamkeit, Wahrnehmen und Verhalten unzählige Male abgelaufen sind« (Roth 1994, S. 219). Das Beispiel der Hilfsbereitschaft in der Analyse der Willensfreiheit passt auch hierfür und belegt, dass das Vorwissen die konstituierende Voraussetzung der Erfahrung ist.

### **5.1.2 Lernen bedarf doch der Außensignale**

Aus der Feststellung des letzten Kapitels, dass ein Außensignal dem Organismus Innensignal ist, kann man nicht die Schlussfolgerung ziehen, dass das Lernen keine Außensignale brauche. Im Gegenteil: Selbst an einer einfachen Wahrnehmung beteiligen sich sowohl die internen Signale der Vorerfahrung als auch die Außensignale. Wenn Nervenimpulse am Sinnesorgan durch Eintreffen der Außensignale entstanden sind und ins ZNS weitergeleitet werden, dann aktivieren sie die weiteren Netzwerke, »die im Zusammenhang mit aktuellen Wahrnehmungsinhalten stehen, und bringt sie in einen Zusammenhang, der einerseits im Lichte vergangener Erfahrung und andererseits unter Berücksichtigung der einlaufenden Wahrnehmungen plausibel erscheint« (Roth 1994, S. 224-5). Die durch die Außensignale initiierte Gehirnaktivität der K II ist als eine aktuelle Auswahl aus dem Repertoire des Vorwissens zu verstehen.

Wenn die Aktivierung der Netzwerke durch die Außensignale über einen langen Zeitraum besteht, verändert sie die Struktur der Synapsen. Intensive, wiederholte Reize legen Gedächtnisspuren im Gehirn an. Schmerzliche Erfahrungen hinterlassen zwischen den Nervenzellen oft tiefe Spuren - ein Leben lang. Sie sind allerdings nicht Eindrücke oder Prägung der Umwelt ereignisse. Das Gehirn ist keine Tabula rasa: Die Spuren sind Veränderungen, bzw. Intensivierungen synaptischer Verbindungen, das Ergebnis, das durch Interaktion zwischen der Vorerfahrung und den Außensignalen nach dem neurologischen Arbeitsprinzip der Konstruktion zustande kommt. Die synaptischen Verbindungen verändern sich also fortwährend - je nach neuronaler Aktivität. Gelernt wird, wenn die aktuellen Erfahrungsinhalte in die Struktur der vergangenen Erfahrungen integriert werden und sie dadurch erweitern bzw. vertiefen (Dazulernen), oder wenn sie die bestehende Struktur maßgeblich verändern (Umlernen).

Außensignale sind doch eine grundlegende Voraussetzung für das Lernen. Das Lernen ist deshalb von außen beeinflussbar, wenn auch nicht steuerbar. Es geschieht immer in Situationen und ist stets ein Prozess, in dem organismusinterne Faktoren mit organismusexternen, situativen Komponenten in Wechselbeziehung stehen. Die

Außensignale sind zum einen als Botschaften der Situation zu begreifen, die sie dem Organismus senden. Sie sind zum anderen ein aktueller Ausschnitt der Umwelt und bieten dem Organismus Rahmenbedingungen der Erfahrung.

Die neurobiologische Bedeutsamkeit der Außensignale ist, so Singer, heute erwiesen. Das sich entwickelnde Gehirn bedürfe dieser Wechselwirkung mit der Umwelt, um die in seiner Architektur angelegten Funktionen zu entfalten.

»Diese ausgeprägte Abhängigkeit bestimmter Entwicklungsschritte von Interaktionsmöglichkeiten mit Umwelt hat ihre Ursache darin, daß genetische Instruktionen alleine nicht ausreichen, um alle Verbindungen im Gehirn mit der erforderlichen Präzision festzulegen. Es werden deshalb in zahlreichen Zentren des Gehirns, und hier vor allem in der Großhirnrinde, zunächst nur globale Verschaltungsmuster realisiert und dabei weit mehr Verbindungen angelegt, als letztlich im ausgereiften System erhalten bleiben. Auf der Basis dieser redundanten Anlage erfolgt dann ein Selektionsprozeß, der bei den meisten Säugetieren erst mit Beginn der Geschlechtsreife zum Abschluß kommt. Verbindungen werden nach funktionellen Kriterien evaluiert und konsolidiert, wenn sie den Erfordernissen genügen. Andernfalls werden sie wieder eingeschmolzen. Um diese Validierung neuronaler Verschaltungen vornehmen zu können, muß das sich entwickelnde Gehirn seine Funktionen nach dem Prinzip von Versuch und Irrtum ausprobieren und bedarf hierzu der Interaktion mit seiner Umwelt. Die Mechanismen, die diesen erfahrungsabhängigen Entwicklungsprozessen zugrunde liegen, sind heute einer biologischen Analyse zugänglich und zum Teil aufgeklärt« (Singer 2002, S. 120-121).

Sowohl der Neurobiologische Konstruktivismus, der bei der Analyse des Lernens auf die Gehirnaktivität fokussiert, als auch der Radikale, der sich v.a. mit den Prinzipien des menschlichen Wissens beschäftigt, weisen wiederholt auf die Unmöglichkeit des deterministischen Einflusses der Außensignale hin und haben eindrucksvoll bewiesen, dass die Außensignale keinen deterministischen Einfluss auf die Wahrnehmung und den Wissenserwerb haben können. Ihre Kritik am Instruktivismus zeigt auch deutlich, dass das Wissen *nicht* »ein Gut ist, das von einem zum anderen übertragen werden kann, so wie eine Mutter ihrem Kind einen Löffel voller Brei in den Mund führt« (Glaserfeld 1987, S. 117). Der Wissenserwerb eines Organismus unterscheidet sich von der Übertragung einer Datei auf einen anderen Datenträger darin, dass beim letzteren das Original mit seiner Kopie qualitativ identisch ist, während dies beim menschlichen Wissenserwerb nicht der Fall sein kann, denn der zu erwerbende Lerninhalt muss im Gehirn des Lernenden neu vernetzt und strukturiert werden.

Zum Verständnis des Lernens reicht es aber nicht aus, dessen Analyse allein auf die Gehirnaktivität zu fokussieren und sich nur mit einer Innenbetrachtung des Organismus zu begnügen. Die Außenfaktoren der Umwelt sind dabei durch die Analyse der Funktion von Außensignalen zwar vertreten, die Analyse geht aber nicht über den neurologischen Aspekt hinaus. Der Bedeutungsaspekt der Situation (Umwelt) für den Organismus kommt darin zu kurz. Durch Einbeziehen des materiellen und sozialen Situationsaspekts des Lernens wird die konstruktivistische Sicht komplettiert. Die Problematik der Situiertheit des Lernens kann diese Arbeit nicht so ausführlich behandeln, wie sie sich mit der Konstruktivität des Lernens auseinandergesetzt hat. Sie begnügt sich mit Hinweisen auf einige bedeutende Theorieansätze des situierten Lernens.

### 5.1.3 Situiertes Lernen

Organismen interagieren mit ihrer Umwelt gerichtet (selektiv), um am Leben zu bleiben, insbesondere wenn es um den Nahrungserwerb, den Schutz vor Feinden, das Erfassen der räumlichen und zeitlichen Eigenschaften ihres Lebensraumes und das Erkennen von Artgenossen und Fortpflanzungspartnern geht. Für sozial lebende Tiere ist die Kommunikation mit den Artgenossen und insbesondere mit den Mitgliedern der sozialen Einheit ebenso bedeutsam wie die lebenserhaltende Interaktion. »Der Mensch erwirbt sein Wissen und entwickelt seine Denkstrukturen nicht als einsamer 'Solo-Lerner' (Bruner 1986), sondern im Rahmen eines sozialen Interaktionsgefüges und von sozialen Austausch- und Konstruktionsprozessen innerhalb einer an Bedeutungen reichen Kultur« (Reusser 1994a, S. 27). Da die Lebenserhaltung des Organismus auf die Interaktion mit der Umwelt angewiesen ist und die individuellen geistigen Funktionsweisen sich auf soziokulturelle Wurzeln stützen, ist die Außenbeobachtung des Organismus im Kontext der Situation zur Erklärung des Lernens unabdingbar.

Der Begriff *Situation* wird unterschiedlich definiert und gebraucht. Es besteht aber weitgehend Einigkeit darüber, dass der Situationsbegriff nicht nur materielle Aspekte einschließt, sondern auch die der sozialen Umwelt des Lernenden und somit auch andere Personen (vgl. Mandl, Gruber, Renkl 1995). Die situierte Kognition bietet dabei den theoretischen Hintergrund des situierten Lernens. Dazu gehören verschiedene Ansätze wie die kognitive Anthropologie von Rogoff und Lave, der Situierte Rationalismus von Resnick, die Ethnographische Untersuchung von Suchman, die Ökologische Psychologie von Greeno und Clancey's Theorie der Kopplung von Wahrnehmung, Konzeptualisierung und Handlung (vgl. Law 2000; Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001).

Nach Auffassung von Resnick (1989) werden Lernen und Wissenserwerb vor allem durch zwei Kräfte beeinflusst: Durch die biologischen Wurzeln der Gattung Mensch, also durch die Evolution, und durch die soziokulturellen Einflüsse, die in den Lernsituationen sichtbar und wirksam werden. Beide Kräfte nun synthetisiert Resnick in ihren Kernannahmen, die sie unter dem Etikett des Situierten Rationalismus elaboriert. Zentral für diese Auffassung ist, dass Lernen und Denken aus biologisch vorbereiteten, invarianten Strukturen entstehen, die dann Gegenstand für kulturelle Elaborationsprozesse sind. Lernen ist als eine Abstimmung von biologischen und soziokulturell bereiteten Strukturen zu verstehen. Wissen entsteht nun aus beiden Arten von Strukturen, der biologischen und der situierten.

Denken, Wissen und Lernen sind nach dem Ansatz der Situierten Kognition kontextgebunden. Darüber hinaus ist es nach Suchman „eine Art verkörperlichte (embodied) Kompetenz“, die ein Individuum durch soziale Interaktionen verinnerlicht. Handeln ist zum anderen situationsbasiert: Es bezieht sich auf die Wechselwirkung des Individuums mit seiner Umwelt.

Greeno verlagert in der Untersuchung der Kognition die Analyseeinheit vom Individuum hin zur Aktivität, bzw. zum Aktivitätspotential von Situationen. Wissen ist für ihn keine Substanz, die sich in irgendeiner Weise im Gehirn von Individuen speichern lässt, sondern drückt die Art von Beziehung aus, in der ein Individuum mit seiner physikalischen und sozialen Umgebung in Beziehung steht. Lernen wiederum stellt sich für Greeno als eine Anpassung an die Restriktionen und Affordanzen der in Situationen wirkenden Aktivitäten dar und findet in einer kooperativen Gruppe, der Community of Practice statt (Lave & Wenger, 1991). Mit Affordanz ist eine Situationsbedingung gemeint, die aktivitätsstützend wirkt. Restriktion hingegen bedeutet eine Situationsbedingung, die aktivitätseinschränkend wirkt (vgl. Law 2000, S. 262).

Clancey und Greeno teilen eine bedeutende epistemische Annahme, die den Begriff des Wissens stärker dynamisiert. Sie lenken den Fokus auf Aktivität anstelle Speicherung.

Clancey wendet sich insbesondere gegen die Metapher vom Gedächtnis als Speicher für Umwelt- und Selbstbeschreibungen, der das Individuum in die Lage versetzt, Beschreibungen im Wesentlichen unverändert abzurufen. Erinnern wird als ein aktiver, laufender Koordinationsprozess verstanden, der durch Transaktionen des Organismus mit seiner Umwelt hervorgerufen wird. Erinnern ist ein bewusster, aktiver Prozess, eine Koordination von Wahrnehmungen, Wörtern, Ideen und Handlungen. Clancey fasst das Gedächtnis als einen re-koordinierenden Mechanismus auf, in dem Wissen keine Massenware ist, das verpackt, sortiert und verarbeitet wird (Clancey, 1997). Wissen soll nach ihm als eine Form des Kategorisierens aufgefasst werden, das im Rahmen von Aktivitäten dynamisch konstruiert wird. Zudem wird Wissen sozial konzipiert und ist an Individuen gebunden. Handlungen sind demnach situiert und mit Erfahrungen koordiniert. Lernen ist also situiert und als permanente Koordination von Wahrnehmung und Handlung aufzufassen.

Die zentrale Annahme der Situierten Kognition besteht in der Auffassung, dass menschliche Kognitionen aus der Interaktion zwischen intelligenten Individuen und deren sozialhistorisch definiertem Kontext entstehen. Das Wissen wird in diesen Theorien stark dynamisiert und lässt sich nicht als »eine Substanz« definieren, »die gespeichert und mehr oder weniger unverseht wieder abgerufen werden kann, sondern lässt sich als eine emergente Beziehung beschreiben, die aus einer andauernden Interaktion zwischen Körper, Gehirn und Welt entsteht. Wissen ist nicht ein Produkt einer sequentiellen Informationsverarbeitung, sondern wird als eine adaptiven Praxis verstanden, als Ergebnis von Interaktionen zwischen sozialen und materiellen Systemen. Wissen und Handeln sind somit keine voneinander abtrennbaren Prozesse, sie entwickeln sich vielmehr im Rahmen von sozial koordinierten Aktivitäten. Eine weitere Gemeinsamkeiten dieser (...) Ansätze liegt in der Vorstellung von einer partizipativen Form des Lernens. Lernen ist nicht eine Sammlung unterschiedlicher Fähigkeiten, sondern eine Kompetenz, die die Wechselwirkungen von Individuen und der diese umgebenden Ressourcen der Umwelt bestimmt. Lerntransfer ist dann nicht mehr abhängig von abstrakten symbolischen Repräsentationen, sondern vom Bezug auf partizipatorische Schemata und den persönlichen historischen Kontext, welche das Individuum in die Lage versetzen, sich den speziellen Affordanzen und Beschränkungen in einer neuen Situation anzupassen« (Law 2000, S. 274-275). Eine der maßgeblichen Konsequenzen, die sich aus solchen Vorstellungen ergeben, ist die Auffassung, dass Wissen und Kognitionen sozial verteilt sind. Wissenserwerb findet durch die Auseinandersetzung mit materiellen, sozialen und kulturellen Artefakten statt. Handeln und Lernen kann als Interaktion mit gesellschaftlich-historisch geprägten Umgebungsbedingungen betrachtet werden. Im Zuge dieser Interaktion verändern sich sowohl die Umgebungsbedingungen als auch innere Bedingungen überdauernd. Geschieht letzteres, so ist Lernen eingetreten.

Wenn man das Lernen thematisiert, muss man beide Aspekte - den organismusinternen und den organismusexternen - in Betracht ziehen. Mit einer einseitigen Zuspitzung greift man vorschnell auf eines der dichotomen Extreme zu: entweder die Fremdsteuerung oder die Selbststeuerung. Die Selbststeuerung ist durch die Konstruktivität des Lernens und die Fremdsteuerung ist durch die Situietheit des Lernens abzulösen. Die Konstruktivität ist das Arbeitsprinzip des Gehirns. Das Konzept des konstruktivistischen Lernens fokussiert auf den Konstruktionsprozess im Gehirn - sei er Kognition, Emotion, Wahrnehmung, Aggression, Handlung oder Lernen. Die Situation ist die Rahmenbedingung, in der die Gehirnaktivitäten entstehen. Das Konzept des situierten Lernens fokussiert auf die Situationsgebundenheit des Lernens, auf die Anforderung der Situation, auf die situationale Verhaltensänderung und auf den soziokulturellen Kontext des Lernens. Die Kernthese des konstruktivistischen

Lernens lässt sich so formulieren: Lernen ist immer ein individueller Konstruktionsprozess im Organismus. Die Kernthese des situierten Lernens lautet: »There is no activity that is not situated« (Lave & Wenger 1991). Die beiden stehen einander aber nicht kontradiktorisch gegenüber, sondern komplementär und sind m.E. zwei Seiten derselben Medaille des Lernens.

Die zentrale Aufforderung der Vertreter des situierten Lernens ist daher Authentizität der Lernsituation, d.h. »Lern- und Anwendungssituationen möglichst ähnlich zu gestalten, da Wissen als stark kontextgebunden angesehen wird. Nur wenn der instruktionale und der Anwendungskontext einander ähnlich sind, ist mit Wissenstransfer zu rechnen« (Mandl, Gruber, Renkl 1995, S. 168-169). »Lernen im sozialen Austausch« oder die »Möglichkeit, Probleme aus multiplen Perspektiven zu betrachten« sind weitere wichtige Forderungen des situierten Lernens. Zu den Konsequenzen des konstruktivistischen Lernkonzeptes gehören hingegen mehr Aufmerksamkeit auf die subjektive Erlebniswelt und auf Gehirnprozesse, wie Erfahrung, Motivation, sprachliche Artikulation, Initiative und Reflexion. Eine scharfe Abgrenzung zwischen den beiden Konzepten ist allerdings nicht möglich, da das Konzept des situierten Lernens in seiner Theorieexplikation, wie oben zu sehen ist, unvermeidlich die Innenperspektive des Lernens mit einbezieht, genau so, wie das konstruktivistische Lernkonzept die Analyse der Bedeutung von Außenfaktoren mit einschließt.

Im folgenden Abschnitt sind die Konsequenzen aus dem Konstruktionsmodell des Lernens zu ziehen, auf die man bei einem konstruktivistischen Lernen zu achten hat.

## **5.2 Konsequenzen aus dem Konstruktionsmodell**

Die beiden Umstände, die begriffliche Inflation und die Vielfalt der an der Diskussion beteiligten Disziplinen, machen es in der Konstruktivismus-Debatte zunehmend schwer, sich einen Überblick zu verschaffen und einen genauen Begriffskonsens des Konstruktivismus auf der theoretischen Ebene zu erreichen. Der kleinste gemeinsame Nenner in dieser Diskussion lautet jedoch: Die Wirklichkeit ist beobachtungsabhängig (vgl. Siebert 1999). Wenn es aber um die Postulate für die erzieherische Praxis geht, findet man erstaunlicherweise viele Gemeinsamkeiten. »Trotz zahlreicher Divergenzen, die sich vor allem zwischen Vertretern des „extremen“ Konstruktivismus und den Vertretern des Instructional Design ergeben, besteht dennoch eine Art pragmatischer Grundkonsens: die stärkere Einbeziehung bedeutungsvoller Kontexte, authentischer Aufgaben und multipler Perspektiven bei der Gestaltung von Lernumgebungen sowie die Vorstellung vom aktiven Lerner, der sich sein Wissen selbständig konstruiert« (Gerstenmaier, Mandl 1995, S. 882). Nicht nur Konstruktivisten, sondern auch viele Vertreter des Instructional Design können mit diesen Forderungen einverstanden sein. Die erstaunlichen Gemeinsamkeiten in den Postulaten sind m.E. auf die verbreitete Anerkennung der Autonomie des Einzelnen zurückzuführen, die einem Grundkonsens einer demokratischen Gesellschaft gleich ist, wenngleich im Verständnis des Lernens auch noch große Divergenzen herrschen.

Bei den Postulaten geht es vor allem darum, wie man »den Schüler aus dem Passivum ins Aktivum (...) übersetzen« kann (zit. nach Gudjons 1997, S. 10). Das Kernelement dieses fast 100 Jahre alten Satzes vom Gaudig geht sogar auf die Reformpädagogik von Rousseau zurück (vgl. Diesbergen 1998, S. 271). Man kann aus den neuen Erkenntnissen der Gehirnforschung im Grunde auch (noch) keine weltneue Konsequenz für Erziehung und Unterricht zu ziehen. Sie gibt uns aber mehr Gewissheit, dass das alte Postulat einen berechtigten Grund hat und in der Praxis dringend zu beachten ist.

Wenn man das Lernen aus neurobiologischer Sicht betrachtet, dreht sich alles um die Gehirnaktivität. Die Feststellung des Konstruktivismus geht dahin, dass Wahrnehmung, Wissen, Handeln und Lernen Konstruktionen sind und dass die Gehirnaktivität, auf der sie beruhen, ein Konstruktionsprozess ist. Das Ich, das der Radikale Konstruktivismus für den Konstrukteur des Lernens gehalten hat, ist selbst ein Konstrukt der Gehirnaktivität. Sie ist kein Steuerungsprozess, d.h. sie ist weder von innen noch von außen steuerbar. Sie ist vielmehr ein Optimierungsprozess, der die Innenvoraussetzung des Vorwissens und die Außenvoraussetzung der Situation zu meistern hat. Das wichtigste Ziel zur Optimierung liegt darin, Lernautonomie zu fördern. Lernen ist ein lebenslanger Prozess, den letztendlich der Lernende selbst gestalten muss.

Einige Anhaltspunkte, auf die man achten sollte, um die Gehirnaktivität im konstruktivistischen Sinne – zur Lernautonomie - zu optimieren, sind Eigentätigkeit, Erfahrung, Eigeninitiative, sprachliche Artikulation und Reflexion.

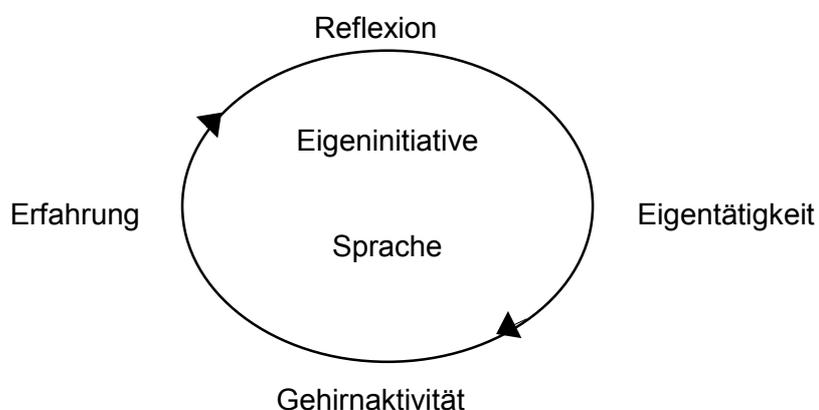


Abb. 13: Lernprozess nach dem Konstruktionsmodell des Lernens

Das konstruktivistische Lernen ist als ein spiralförmig verlaufender Prozess der Eigentätigkeit, Gehirnaktivität, Erfahrung und Reflexion zu definieren, der auf ein Mehr an Eigeninitiative zielt und sich auf dieses hin bewegt. Die Sprache hilft uns, Handlungen, Kognitionen, Emotionen und z.T. auch Subbewusstes ins Bewusstsein zu rufen. Sie verbindet die unterschiedlichen Aktivitäten und lässt sie uns bewusst erleben. Der Lernprozess verläuft in Planung und Ausführung von Vorhaben, Erfahren der Folgen des eigenen Tuns, Interpretation und Reflexion der Ergebnisse und Prozesse und schließlich über sich selbst.

### 5.2.1 Eigentätigkeit: materielle Grundlage der denkenden Erfahrung

Man weiß erfahrungsgemäß, dass Eigentätigkeit Voraussetzung der Erfahrung ist. Sie leitet neuronale Aktivitäten der sensorischen und motorischen Signale ein und bildet die materielle Grundlage der Erfahrung. Eigenes Tun steht deshalb bei einem konstruktivistischen Lernen im Vordergrund.

### 5.2.2 Gehirnaktivität

Man wusste früher wenig über die Gehirnaktivität. Behavioristen haben deshalb das Gehirn als eine Blackbox angenommen und wollten durch Input-Output-Sequenzen die Regelmäßigkeit des Verhaltens feststellen. Dabei wurde die Funktion und Bedeutung der Gehirnaktivität völlig ausgeklammert. Die Forschungsergebnisse der letzten Jahre machen

es jedoch möglich, bei der Erklärung des Lernens die Gehirnaktivität mit einzubeziehen. Der im letzten Kapitel analysierte Funktionszusammenhang zwischen dem Außensignal, der Gehirnaktivität und der Vorerfahrung zeigt, dass die früher ins Vergessen geratene Gehirnaktivität an jedem Prozess - ob Eigentätigkeit, Erfahrung, Eigeninitiative, sprachliche Artikulation oder Reflexion - beteiligt ist. Es ist keine Wahrnehmung, kein Wissen, kein Handeln und auch kein Lernen vorstellbar, das ohne neuronale Grundlage abläuft.

### 5.2.3 Erfahrung

Zur Erfahrung gehören sowohl das subjektive Erlebnis der aktuellen Gehirnaktivität als auch das Vorwissen, das durch frühere Gehirnaktivität erworben wurde. Sie ist die bewusst erlebte Innenwelt des Lernsubjekts: die andere Seite der Gehirnaktivität. Die engen Beziehungen zwischen der aktuellen Erfahrung und dem Vorwissen ist mit einer Spirale vergleichbar: Die Erfahrung ist durch das Vorwissen bedingt und dieses wird durch die Erfahrung optimiert. Daraus gründet sich die Forderung nach „learning by doing“, für die Dewey sich schon in seiner Zeit energisch eingesetzt hat. Erfahrung durch Eigentätigkeit war immer *die* bedeutendste Losung jeder Reformpädagogik. Ohne sie ist weder Eigeninitiative, noch sprachliche Artikulation, noch Reflexion möglich.

### 5.2.4 Eigeninitiative durch den Lernenden

Die Gehirnaktivität ist stark von Umweltereignissen abhängig. Insbesondere in der kritischen Phase der erfahrungsabhängigen Strukturierung von Hirnarchitekturen kann das Gehirn nicht ausreifen, wenn die Außensignale der Umweltereignisse ausbleiben. Dennoch kann das Gehirn keine Tabula rasa sein: Bei der Organisation seiner Entwicklung hat es die Initiative und sucht sich selbst die benötigte Information. Tierexperimente zeigen auch, dass das aktive Kätzchen, dem die Möglichkeit gegeben ist, ein Karussell selbst zu drehen, sehen lernt, während andere, denen diese Möglichkeit vorenthalten ist, nahezu blind blieben (vgl. Singer 2002, S. 50). »Postnatales aktiv-motorisches Erleben der Umwelt trainiert das Sehen besser als passives Zusehen. (...) Für eine normale Entwicklung des Sehsystems ist schließlich noch wichtig, daß diese „**aktiv**“, also mit Hilfe des motorischen Systems „**erarbeitet**“ wird« (Birbaumer & Schmidt 2003, S. 389-340). Dass die Eigeninitiative Aufmerksamkeit beim Lernen und somit auch Lerneffektivität erhöht, entspricht unserer subjektiven Alltagserfahrung.

Eine konstruktivistische Didaktik hat vom Vorwissen des lernenden Gehirns (Individuums) auszugehen. Es ist nutzlos und womöglich sogar kontraproduktiv, Inhalte anzubieten, wenn diese nicht adäquat verarbeitet werden können. Optimal wäre, wenn der Lernende die Initiative ergreifen würde, benötigte Informationen selbst suchen und danach fragen würde, und wenn die Exploration des Lernenden trotzdem der gesellschaftlichen Lernanforderung entsprechen würde. Dies ist in der schulischen Praxis leider nicht der Normalfall.

In einem traditionellen Unterricht begnügt sich die Schülerorientierung des Lernens mit der Verknüpfung mit dem Vorwissen der Schüler. Sie zielt darauf, »die äußeren Bedingungen des Lernens so zu arrangieren, dass sie möglichst optimal den inneren Lernvoraussetzungen des Lerners entsprechen (Gagné, 1969)« (Edelmann 2000, S. 284). Die konstruktivistische Sicht versteht die Schülerorientierung hingegen darin, dass den Lernenden mehr Initiative gegeben wird. Die äußeren Bedingungen des Lernens werden dem Lerner so angeboten, wie das vom Lerner gestellte Lernziel erreicht werden kann. Sie zielt nicht als erstes auf eine Vermittlung von Inhalts- oder Kompetenzwissen ab, sondern auf die Förderung von Lernerinitiative. »Als das Schlüsselproblem der Gestaltung verstehensintensiver und autonomiefördernder Lernumgebungen erweist sich immer wieder die Steuerung oder Regulation des Lernens, insbesondere der Übergang der Lernkontrolle

von der Lehrperson auf die Lernenden« (Reusser 1994a, S. 27). Der Lehrer hat die Lernumgebung so zu gestalten, dass die Schüler möglichst Eigeninitiative ergreifen und dass ihre Aktivitäten dennoch den gesellschaftlichen Erwartungen den Schüler gegenüber gerecht werden. Diese Aufgabe ist keine leichte, obwohl der Lehrer sich weniger als seine an einem traditionellen Verständnis des Lernens angehafteten Kollegen um die *Wissensvermittlung* bemühen muss.

### 5.2.5 Sprachliche Artikulation

Die Erfahrung schlägt sich in unserem Gehirn nieder. Die Intensität dieses Niederschlags ist von Erfahrung zu Erfahrung sehr unterschiedlich. Manche bleiben zwischen den Neuronen subbewusst, wirken sich aber u.U. auf Handlungen aus. Unsere sensorischen Systeme nehmen im Alltag unzählige Signale aus der Außenwelt auf. Nur ein Bruchteil davon landet im Bewusstsein. Mit unseren motorischen Aktionen verhält es sich ebenso: Sie werden nicht alle im Bewusstsein registriert. Wenn von einem aktiven Lernen die Rede ist, handelt es sich aus neurobiologischer Sicht um die Aktivierung der halbbewussten oder subbewussten Erfahrung der Gehirnaktivität ins Bewusstsein. Man kann sicherlich nicht alle Erfahrungen aktivieren und braucht es auch nicht. Es wäre sogar hinderlich, wenn man jede Handlung und jede Wahrnehmung *bewusst* erleben würde.

Das beste Mittel, die Erfahrung ins Bewusstsein zu aktivieren, ist die Sprache. Denn die sprachliche Artikulation – sei sie schriftlich oder mündlich – wird immer vom Bewusstsein begleitet. Die sprachliche Beschreibung eines Gegenstandes oder von Erlebtem verlangt ab, sich darüber Gedanken zu machen, was man wahrgenommen oder getan hat. Es führt zum „Begreifen“ und gibt schließlich Anlass zur Reflexion. Aus diesem theoretischen Hintergrund heraus ist das Lernen durch sprachliche Interaktion anzuregen: durch Gruppenarbeit, Lerntagebuch, Erklärung der eigenen Probleme, lautes Denken, Vortragen usw. Die sprachliche Artikulation aktiviert also das Erlebte ins Bewusstsein und ermöglicht, es zu reorganisieren. Selbst wenn sich das Bewusstsein nicht mehr als eine Begleiterscheinung erweisen wird, wie die Epiphänomenalisten behaupten, ist es aus konstruktivistischer Sicht von Belang, die Erfahrung ins Bewusstsein zu aktivieren. Denn das Bewusstsein ist ein Eigensignal des Gehirns und Indiz dafür, dass die betroffenen Nervenverbände der Erfahrung stark genug aktiv waren und dass das neuronale System des Gehirns sich mit dem erlebten Inhalt intensiv beschäftigt hat.

### 5.2.6 Reflexion

Die sprachliche Artikulation eröffnet darüber hinaus die Möglichkeit der Reflexion. Sie ist die Fähigkeit, »Vorgänge, die in ihnen selbst ablaufen, zum Gegenstand kognitiver Prozesse zu machen. Auf diese Weise kann eine praktisch unbegrenzte Sequenz von iterativen Reflexionen eingeleitet werden. Zwischen- und Endergebnisse solch reflexiver kognitiver Prozesse können externalisiert und anderen Gehirnen wiederum als Gegenstand für deren kognitive Prozesse verfügbar gemacht werden. Diese Möglichkeit, das Ergebnis kognitiver Prozesse anderen Hirnen mitzuteilen, erfährt beim Menschen aufgrund seiner erweiterten Fähigkeiten zur symbolischen Repräsentation bereits abstrakt kodierter Beziehungen eine explosionsartige Vermehrung der Zahl und Art möglicher Inhaltsträger. (...) Die bereits für die einzelnen Gehirne charakteristischen rekursiven Prozesse weiten sich aus und beziehen die Gehirne der kommunikationsfähigen Artgenossen mit ein« (Singer 2002, S. 220). Die individuelle oder intersubjektive Reflexion ermöglicht, Widersprüche in Aussagen und Praktikierbarkeit im Handeln zu erkennen.

Das traditionelle Lernkonzept sieht seinen Schwerpunkt in der „korrekten“ Wiedergabe des vom Lehrer Dargebotenen durch den Schüler. Das konstruktivistische Lernen wird hingegen in der erfolgreichen Organisation der Erfahrung des Schülers durch diesen selbst gesehen. Korrekte Beantwortung oder die Fähigkeit, eine von anderen vorgegebene, bestimmte Tätigkeit auszuführen, reicht nicht aus, um das menschliche Können auszuschöpfen. Man muss selbst wissen, was man tut und warum man es für richtig hält. Dieses außergewöhnliche menschliche Können liegt in der unendlichen »Iteration von Perzeption, Reflexion, Rekombination, Abstraktion, Kommunikation und Perzeption« (ebd.). Auf der Handlungsebene bedeutet dies, Handlungsziele zu setzen, sie auszuführen, die Ergebnisse auszuwerten und aus der Erfahrung heraus ein neues Ziel zu setzen. Der iterative Prozess der Gehirnaktivität kann sowohl ein individueller Prozess sein als auch in Gruppen geschehen. Bei diesem Prozess ist die von Locke als Reflexion bezeichnete „Fähigkeit des Geistes“ gefragt, „seine eigene Operation zu beobachten“. Die Reflexion hat nichts mit irgendeiner esoterischen Meditation zu tun und auch nicht mit einer bloßen Versenkung in sich selbst. Die Reflexion braucht zwei hypothetische Konstruktionen: das handelnde Ich und das bewertende Ich. Das bewertende Ich bewertet das handelnde Ich. Durch Reflexion findet man sich selbst auf verschiedenen Wegen wieder: in der eigenen Tätigkeit, in dem Ergebnis der Handlung (Produkt), in der Erfahrung (subjektive Erlebniswelt) und auch in den Interaktionspartnern. Die Selbstbewertung erzeugt im positiven Fall eine Selbstbekräftigung und ist Quelle des eigeninitiierten konstruktivistischen Lernens. Strafe, Belohnung oder Anerkennung durch einen anderen ist weniger Anlass zum Lernen. Vielmehr lassen Eigentätigkeit, Erfahrung durch Eigeninitiative, Aktivierung des Erlebten durch Sprache und Selbstkorrektur der Fehler durch Reflexion sich den Lernenden als ein autonomes Wesen frei fühlen. Die kognitive Befriedigung ergibt sich nicht *nur* aus der „Richtigkeit“, die von jemandem anderen beurteilt wird. Der kognitive Organismus motiviert sich selbst durch seine eigene Beurteilung, wenn er die Richtigkeit einer Ordnung der Strukturen und Operationen erfährt. Wenn man beim Lernen selbst Handlungsziele setzt, sie ausführt, die Ergebnisse auswertet und aus der Erfahrung heraus ein neues Ziel setzt, wird die Fähigkeit der Reflexion besonders gefragt. Die sprachliche Artikulation ist dann die wichtigste Voraussetzung der Reflexion.

Durch einen den ersten Teil abschließenden weiteren Exkurs werden nun die unterschiedlichen Verständnisse und Zielsetzungen einer pädagogischen Maßnahme zwischen dem Instruktivismus und dem Konstruktivismus verdeutlicht.

### ***Exkurs 3: Sinn der pädagogischen Maßnahmen von Bestrafung und Belohnung***

Eine Bestrafung oder Belohnung wird im Behaviorismus zur Steuerung eines Verhaltens eingesetzt. Eine erzieherische Maßnahme (Input) des Instruktivismus zielt auf das Eintreten des erwünschten Ergebnisses (Output) und steht in einer Input-Output-Input-Sequenz. Aus der konstruktivistischen Sicht steht eine pädagogische Maßnahme in einer Freiheit-Verantwortung-Sequenz. Eine Bestrafung – für den Konstruktivismus gibt es eigentlich weder Bestrafung noch Belohnung, es gibt nur Konsequenzen - ist also eine verantwortete Konsequenz eines Verhaltens, wenn es die Grenze der Freiheit überschritten hat. Sie zielt nicht vornehmlich auf die Korrektur des Verhaltens. Eine Konsequenz ist ein Hinweis des demokratisch gesellschaftlichen Konsens darauf, dass die Freiheit immer mit Verantwortung verbunden ist und dass die Konsequenz auch zur Disposition gestellt werden kann. Die Korrektur eines Verhaltens kann nicht die pädagogische Aufgabe sein – zumindest nicht eine vorrangige. Die Korrektur wird der konstruierenden Vernunft eines jeden Individuums überlassen.