



Räume in der Pädagogik

Daniel Burghardt

# Homo spatialis

Eine pädagogische Anthropologie  
des Raums

**BELTZ** JUVENTA

Leseprobe aus: Burghardt, Homo spatialis, ISBN 978-3-7799-3021-1

© 2014 Beltz Verlag, Weinheim Basel

<http://www.beltz.de/de/nc/verlagsgruppe-beltz/gesamtprogramm.html?isbn=978-3-7799-3021-1>

## B. Jean Piaget: Die Entwicklung des räumlichen Denkens

### 1. Das Stufenmodell

Jean Piaget, seines Zeichens Psychologe, Biologe und Erkenntnistheoretiker, gilt als einer der Pioniere der Entwicklungspsychologie. Seine reichhaltigen Studien zur menschlichen Intelligenzentwicklung bzw. zur geistigen Entwicklung des Kindes nahmen gut drei Jahrzehnte seines Schaffens in Anspruch und behandeln die Genese von Begriffen, Kategorien und Strukturen. Die Entwicklung der Fähigkeiten, welche Menschen vom Säugling bis zum Erwachsenen erlangen, stellen dabei immer Stadien der Anpassung eines Organismus an die Umwelt dar. Modern gesprochen lässt sich die kognitive Entwicklung nach Piaget als biologische Veränderung der Qualität der Umwelthanpassung beschreiben.<sup>10</sup> Um diese weitreichende These mit Bezug auf die Entwicklung des Raumbegriffs zu erläutern, gilt es zunächst einige grundlegende Begriffe und Annahmen des entwicklungspsychologischen Modells verständlich zu machen:

Piaget unterscheidet variable Strukturen und invariante Funktionen in der Entwicklung des Denkens. Die Strukturen bestehen aus Schemata, die Ergebnis aktiver Handlung der kompetenten Weltaneignung bzw. Umwelthanpassung sind. Die nach den Gesetzmäßigkeiten von vier Stadien sich verändernden Strukturen bestimmen wiederum die Inhalte der Wahrnehmung und Vorstellung der Umwelt. Die Strukturen enthalten also regelhafte Beziehungen zu den Inhalten des Denkens und bilden die Veränderungen des Denkens anhand der vier Entwicklungsstadien oder Stufen, der sensomotorischen Intelligenz, des präoperativen Denkens, der konkret-operativen Logik und der formal-operativen Intelligenz, ab.

Die Funktionen beschreiben den Vorgang der Anpassung der Strukturen bzw. der Schemata an die Umwelt. Diese Anpassung ist, wie der Begriff vielleicht nahe legen könnte, kein passiver Vorgang der Einstellung des Organismus auf die Umwelt, sondern eine aktive Kompromissbildung zwi-

---

10 Diese These hat für Piaget keineswegs nur entwicklungspsychologische Bedeutung; vielmehr gipfelt sie in dem Entwurf einer genetischen Epistemologie, mit welcher sich Piaget ab den 1950er Jahren befasste und die er, entgegen der heutigen Rezeption, als sein eigentliches Hauptwerk betrachtete. Dabei sollten die philosophiehistorischen Gegensätze zwischen Idealismus und Realismus aufgehoben und die ontogenetischen Entwicklungslinien interdisziplinär auf die Phylogenese der Wissenschaftsgeschichte übertragen werden. Wir werden darauf genauer in Abschnitt II; Teil C; Kapitel 2 eingehen. Vgl. Piaget 1974b; Scharlau 1996, S. 117ff.

schen Vorhandenem und Neuem.<sup>11</sup> Piaget verwendet dafür die biologischen Termini Assimilation und Akkomodation. Assimilation bezeichnet die integrierende Aufnahme von Objekten bzw. Einflüssen der Umwelt unter Verwendung der bereits vorhandenen Strukturen bzw. Schemata, wie beispielsweise die Übertragung des Saugens an der Brust auf den Daumen. Da jedoch ständig neue Umwelteinflüsse und Umwelтанforderungen auf den Organismus einströmen, verändern, erweitern, differenzieren und koordinieren sich auch die Strukturen bzw. Schemata selbst akkomodativ. Nimmt der Säugling statt des Daumens einen Löffel in den Mund, so stellt das eine Akkomodation des Saugschemas an die Umweltobjekte dar. Der Akkomodationsbegriff bedeutet folglich das Lernen von Neuem, wohingegen der Assimilationsbegriff einen Transfer- und Trainingsaspekt enthält.<sup>12</sup>

Schlechthin alle menschlichen Aktivitäten entstehen Piaget zufolge aus dem Zusammenspiel dieser beiden Funktionen. Dabei können die Anteile der Mechanismen von hoch assimilierenden bis zu stark akkomodativen Prozessen variieren. So dominiert während der egozentristischen Phase im sensomotorischen Stadium beispielsweise die Assimilation, was sich an der blühenden Phantasie des Kindes im Symbolspiel, in welchem fast alles als Bedeutungsträger verwendet wird, zeigt. Das Rollenspiel dagegen ist in späteren Stadien durch das Erlernen und Einnehmen neuer Rollen und Perspektiven ein akkomodativer Vorgang.

Die kognitive Entwicklung ist also eine Abfolge der nach Gleichgewicht streben-den assimilativen und akkomodativen Vorgänge, ein permanenter Äquilibrationsprozess, welcher zwar niemals vollkommen bzw. endgültig sein wird, jedoch mit steigender Entwicklung je nach Stufe oder Stadium einen zunehmend stabileren Charakter annimmt. Die Stadien sind nach Piaget ein künstliches, aber unerlässliches Instrument der Klassifikation. Die mit den Stadien einhergehenden Umbrüche bzw. Veränderungen des Denkens bauen aufeinander auf, definieren sich durch die qualitative Verschiedenheit und setzen einander gleichzeitig voraus. Dabei war es Piaget nicht so wichtig herauszufinden, wann diese Umbrüche stattfinden – die angegebenen Altersgrenzen dienen nur als grobe Richtlinien und weichen oftmals voneinander ab – vielmehr stand für ihn das Erkennen der konstanten Abfolgen dieser qualitativ unterscheidbaren Denkformen im Mittelpunkt. Im Folgenden soll und kann nicht das gesamte entwicklungspsychologische Modell wiedergegeben werden.<sup>13</sup> Der Fokus dieser Arbeit liegt auf

---

11 Vgl. Arbinger 2001, S. 10ff.

12 Vgl. Kohler 2008, S. 74ff.

13 Prominente Einführungen in Piagets Denken bilden u.a.: Ginsburg/Opper 1993; Kesselring 1999; Kohler 2008; Petter 1966; Scharlau 1996.

der entwicklungspsychologischen Raumeignung Piagets, die, wenn auch nicht in Gänze, so doch in weiten Teilen im Gesamtwerk aufgeht und sich dem Raumbegriff aus ähnlicher Perspektive nähert, wie etwa dem Zahlenbegriff, dem Zeitbegriff, der Kausalität oder der Moralvorstellung. Der Übersichtlichkeit halber sollen, bevor wir uns der Entwicklung des räumlichen Denkens widmen, die vier allgemeinen Stadien kurz dargestellt werden:<sup>14</sup>

**1. Stadium: Sensomotorische Intelligenz<sup>15</sup>.** Dieses Stadium umfasst etwa die Zeitspanne von der Geburt bis zwei Jahre. Wesentliches Kennzeichen dieses Stadiums ist die Fähigkeit des Kindes, sich mit Hilfe von Bewegungen bzw. sensorischen Handlungen (daher der Name des Stadiums) an seine Umwelt anzupassen. Sprache und abstraktes Denken (bei Piaget Vorstellung genannt) dagegen fehlen noch weitgehend. Durch den aktiven Aufbau der Intelligenz erwirbt das Kind, in der Konstitution eines stabilen bzw. permanenten Objektbegriffs, allmählich eine Subjekt-Objekt Differenzierung. Dies bedeutet in unserem Zusammenhang ein praktisches Raumverständnis darüber, dass ein Gegenstand der äußeren Umgebung auch unabhängig von der eigenen Wahrnehmung existent ist. Piaget unterteilt das erste Stadium nochmals in weitere sechs Subkategorien, welche sich von der Übung der Reflexe in den ersten sechs Wochen bis zur Verinnerlichung von Handlungen, was den Beginn handlungsunabhängiger Vorstellungen bedeutet, zwischen dem 18. und dem 24. Monat erstrecken.<sup>16</sup> Die immense

---

14 Die weitreichenden Implikationen, die jedes Stadium mit sich bringt, können hier nicht ausführlich diskutiert werden. Der Schwerpunkt liegt also auch hier auf den sich verändernden Strukturen, welche von Piaget und Inhelder ebenfalls in den Untersuchungen zur Entwicklung des räumlichen Denkens aufgegriffen werden.

15 Mit dem sensomotorischen Stadium befasst sich Piaget v.a. in den Werken *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde* (vgl. Piaget 1975a). Mit dem Raumbegriff der sensomotorischen Phase in *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde* (Vgl. Piaget 1975b, S. 100ff.).

16 Gemeinhin werden die sechs Subkategorien wie folgt dargestellt:

- Übung der Reflexe (Geburt bis sechs Wochen)
- Erste Gewohnheiten (bis vier Monate)
- Koordination von Sehen und Greifen (bis acht Monate)
- Koordination von Mittel und Zielen (bis zwölf Monate)
- Experimentelles Stadium (bis 18 Monate)
- Verinnerlichung (bis 24 Monate)

In unserem Zusammenhang soll die hier angegebene Untergliederung eine Orientierungshilfe für die topologische Raumwahrnehmung bieten. In der Beschreibung dieser wachsenden Objektivierung bzw. gelungenen Anpassung von Subjekt zu Umwelt weicht Piaget allerdings oftmals von den selbst vorgegebenen Alterseingaben und Begriffen ab.

Bedeutung dieses Stadiums liegt vor allem darin, dass hier alle wesentlichen Strukturen des Erkennens ihren Ursprung haben: Die Differenzierung von Handeln und Denken<sup>17</sup>, ein Verständnis von Ich und Außenwelt, erste praktische Konzepte von Raum, Zeit und Kausalität sowie einfache logische Vorbegriffe von Klassen und Relationen werden in dieser Phase aktiv und praktisch erworben.

**2. Stadium: Präoperatives Denken<sup>18</sup>.** Zwischen dem Alter von etwa zwei bis sieben Jahren setzt sich die Verinnerlichung der sensomotorischen Schemata bis hin zur inneren Repräsentation fort. Dies äußert sich in einer Reihe von für Kinder dieses Alters charakteristischen Handlungsweisen, die Piaget als semiotische Funktionen bezeichnet, wie zum Beispiel der aufgeschobenen Nachahmung von Handlungen anderer Personen, im assimilativen Symbolspiel, in der Darstellung von Objekten über Zeichnungen und mit der Übernahme der Sprache, die Piaget als Vollendung der kollektiven Zeichenlogik verstand. Ein durchgängiges Merkmal des präoperationalen Stadiums ist die wachsende Dezentrierung des kindlichen Egozentrismus. Das bedeutet, dass sich das Kind mit zunehmendem Alter von seiner spezifischen, an einzelnen und isolierten Aspekten seiner Handlung orientierten Sichtweise zu lösen beginnt und die eigene Perspektive um die anderer Personen ergänzt. Dies zeigt sich beispielsweise im erwähnten Spracherwerb, der die rein individuellen Bedeutungsträger des frühen Symbolspiels durch die Übernahme einer kollektiven Zeichenlogik ablöst. Dennoch bleibt auch das erweiterte Begriffsrepertoire an die konkrete Anschauung gebunden. So demonstriert Piaget an einem prominenten Beispiel, wie Kinder in dieser Phase glauben, dass sich durch Formveränderungen auch die Menge selbst verändert.<sup>19</sup> Wir werden dieses Stadium im Kapitel zum projektiven Raumbegriff näher kennenlernen.

---

17 Piaget übernahm von Alfred Fouillée die bis heute umstrittene These, dass die Handlung immer dem Denken vorhergeht. Durch das Verständnis des Denkens als verinnerlichte Handlung kämpfte Piaget zeitlebens dagegen, den Spracherwerb und die Wahrnehmung als bedeutsamste Entwicklungsfaktoren zu verstehen. Die Sprache ist Piaget zufolge also nicht Ursache, sondern Ausdruck der geistigen Entwicklung.

18 Explizit mit dem präoperativen Stadium als Übergang zum operationalen Denken befassen sich Piaget und Inhelder in dem Werk *Die Entwicklung des inneren Bildes beim Kind* (Vgl. Piaget/Inhelder 1979), sowie Piaget in: *Nachahmung, Spiel und Traum* (Vgl. Piaget 1975c). Zu den Stadien des konkret- und formaloperationalen Denkens sei das von Piaget und Inhelder als Kurzfassung ihrer Theorie verfasste Buch *Die Psychologie des Kindes* (Vgl. Piaget/Inhelder 1978) empfohlen.

19 Die bekannten Experimente dazu stellen der Tonkugelversuch und der Gläserversuch dar: Einmal wird eine von zwei Tonkugeln zu einer länglichen Wurst geformt, worauf die Frage gestellt wird, ob die Kugel und die Wurst gleich viel Ton erhalten.

**3. Stadium: Konkret-operative Logik.** Die beschriebene Varianz der Menge wird im konkret-operatorischen Stadium, welches zwischen dem siebten und dem zwölften Lebensjahr situiert ist, überwunden und setzt die Verinnerlichung und Dezentrierung fort. Das Kind verfügt nun über sog. Operationen, die ein System verallgemeinerter und integrierter Handlungen darstellen und eine erhebliche Zunahme an Flexibilität im Denken zulassen. Damit geht der Erwerb einer Reihe von (proto-)physikalischen Invarianzbegriffen, wie die der Menge, der Fläche, des Gewichts, der Zahl oder des Volumens einher, welche gleichzeitig Zeugnis von Piagets Vorliebe für logische und mathematische Forschungsarrangements ablegen.

In der Entwicklung des Raumdenkens kann das Kind nun einen projektiven Raum unterscheiden, also mehrere Perspektiven unabhängig vom eigenen Standpunkt qua Vorstellung einnehmen. Die wichtigste Grenze dieses Stadiums kommt in seiner Bezeichnung zum Ausdruck, denn das Denken muss sich stets auf konkretes Material oder durchführbare Handlungen beziehen können. Ein formales Umgehen mit Sätzen oder Hypothesen ist also noch nicht möglich.

**4. Stadium: Formal-operative Intelligenz.** Diese Beschränkung wird im formal-operativen Stadium überwunden. Ab dem zwölften Lebensjahr kann der Mensch über konkret vorgefundene Umweltbedingungen hinausdenken. Dem Denken steht der ganze Bereich des prinzipiell Möglichen zur Verfügung und es kann deduktiv von Annahmen bzw. Hypothesen auf die Wirklichkeit geschlossen werden. Piaget charakterisiert dieses Stadium durch die Fähigkeit zur Wissenschaftlichkeit.

Der Raumbegriff ist vollständig dezentriert-mathematisch geworden, was bedeutet, dass die Wahrnehmung des Raums der euklidischen Axiomatik angepasst wird.

Aus dieser kurzen Zusammenfassung einiger Hauptanliegen der piaget-schen Entwicklungspsychologie lassen sich zwei häufig diskutierte Thesen herauslesen:

Erstens impliziert das Modell eine stetige Verbesserung der kognitiven Entwicklung, durch eine sich immer weiter perfektionierende Umweltanpassung und eine immer verlässlicher werdende Umwelterkenntnis. Zwei-

---

Ein anderes Mal wird Flüssigkeit von einem Glas in ein anderes, höheres aber schmaleres Glas gegossen und daraufhin die Frage nach der Veränderung der Flüssigkeitsmenge gestellt. Kinder im präoperativen Stadium schließen von der Veränderung der Form auch auf eine Veränderung der Menge, was eine äußerst typische Verhaltensweise für das anschauliche Denken darstellt.

tens besteht zwischen Kind und Erwachsenem auf Ebene der biologischen Funktionen eine Entsprechung, auf Ebene der Stadien existieren jedoch strukturelle Brüche. Piaget spricht dem kindlichen Denken als einer der ersten eine eigene Weltsicht zu, die „qualitativ andersartig“<sup>20</sup> von der des Erwachsenen unterschieden ist, gleichzeitig birgt das Modell als Telos die mathematisch formal-operationale Perspektive des Erwachsenen in sich, der sich das Kind annähern muss und von welcher es immer schon beurteilt wird.<sup>21</sup>

## 2. Der topologische Raum

Piaget orientiert sich mit dem Begriff der Topologie an der Mathematik, welche damit den Vorrang der räumlichen Struktur und Lagebeziehungen vor der Substanz oder Ausdehnung des Raums bezeichnet. Der mathematische Ansatz, die Entsprechung im Verschiedenen zu beschreiben, wird nach Listing die Lehre modaler Verhältnisse räumlicher Gebilde genannt. Kurz gesagt fragt Piaget unter topologischen Gesichtspunkten nach dem was gleich bleibt, wenn sich dem ersten Anschein nach etwas räumlich verändert hat.<sup>22</sup> Die grundlegende Charakteristik der elementaren Topologie Piagets besteht also darin, dass die wahrgenommenen Gegenstände und Raumrelationen voneinander noch nicht unterschieden werden können.<sup>23</sup>

Die topologische Raumwahrnehmung ist kennzeichnend für die erste Entwicklungsstufe des räumlichen Denkens. Piaget unterscheidet einen Wahrnehmungs- und einen Vorstellungsraum. Wie oben bereits erörtert, geht die Wahrnehmung der Vorstellung voraus; erstere bedingt oder konstituiert somit letztere. Dabei geht Piaget auf Kant zurück, der den Raum als

---

20 Fatke 1991, S. 314.

21 Vgl. dazu Meyer-Dräwe 1986, S. 258ff.

22 „Anschaulich lassen sich 2- und 3-dimensionale topologische Räume als Gummihäute oder Gummikörper vorstellen, die beliebig deformierbar sind, ohne dass sie ‚zerreißen‘. Die Deformationen werden mathematisch durch Transformationen beschrieben. Sie zeigen, dass topologische Räume beliebig deformiert und verzerrt werden können, solange nicht ihre Stetigkeitseigenschaften verletzt werden. So können alle topologischen Eigenschaften der Kugel in gleicher Weise auch auf einem Ellipsoiden, Würfel oder Tetraeder studiert werden, während man eine Kugel ohne Zerreißen und Verkitten zum Beispiel nicht in einen Torus verwandeln kann. Im Sinne der modernen ‚Strukturmathematik‘ lassen sich ausgehend vom abstrakten Fundamentalbegriff des ‚topologischen Raumes‘ durch schrittweises Hinzufügen und Verändern axiomatischer Eigenschaften alle mathematischen Räume einführen.“ (Mainzer 2010, S. 12f.).

23 Vgl. dazu Abb. 1; Günzel 2007, S. 21ff.

apriorische Struktur der Sinnlichkeit begriff, welcher der Verstand immer erst nachfolgt.<sup>24</sup>

„Die Wahrnehmung ist das Erkennen der Gegenstände durch einen direkten Kontakt mit ihnen. Die Vorstellung hingegen besteht entweder darin, daß man nicht anwesende Dinge im Geiste sieht, oder, wenn sie der Wahrnehmung anwesender Gegenstände unterliegt, darin, daß man das Erkennen dieser Gegenstände mittels der Wahrnehmung durch Bezugnahme auf andere, in diesem Augenblick nicht wahrgenommene Gegenstände ergänzt.“<sup>25</sup>

Der sensomotorische Raum ist also an den Fortschritt der Wahrnehmung und der Motorik gebunden, erst mit Erwerb der Sprache und dem Beginn eines handlungsunabhängigen anschaulichen Denkens tritt der bildlich vorgestellte Raum hervor.<sup>26</sup> Das sensomotorische Stadium ist das der Wahrnehmung, in welchem sich die topologischen Raumrelationen des Benachbartseins, der Trennung, der Aufeinanderfolge, des Umschlosseneins und der Kontinuität herausbilden, die im Vorstellungsraum abermals als raumkonstituierende Merkmale durchlaufen werden müssen, bevor projektive und euklidische Raumvorstellungen oder Raumbezüge möglich werden. Der wesentliche Unterschied zwischen den verschiedenen Raumbezügen besteht dabei in der Art, wie die Punkte oder Gegenstände des Raums miteinander verbunden werden.

Im Anschluss wird zunächst der sensomotorische Wahrnehmungsraum vorgestellt, um dann den Aufbau der drei Ebenen des Vorstellungsraums, welcher für die präoperationalen- und operationalen Stadien prägend ist, zu analysieren. Dabei wird die Kapiteleinteilung der von Piaget vorgenommenen Gliederung der drei Raumbezüge eingehalten. Wir befinden uns also

---

24 „Schon Kant begriff den Raum als apriorische Struktur der ‚Sinnlichkeit‘; die Rolle des Verstandes besteht für ihn lediglich darin, daß er die wahrgenommenen räumlichen Gegebenheiten einer Folge von Überlegungen unterwirft, die imstande sind, sie ins Unendliche zu zerlegen, ohne den Inhalt auszuschöpfen.“ (Piaget/Inhelder 1975, S. 21).

25 a.a.O.: S. 38.

26 Piaget widmet dem Wahrnehmungsraum und damit dem sensomotorischen Stadium in *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde* (AWK) ein ganzes Kapitel (Vgl. Piaget 1975b, S. 100ff.). Auf dieses beziehe ich mich in der Analyse des topologischen Wahrnehmungsraums. Der Vorstellungsraum in den präoperationalen und operationalen Stadien wird dagegen in den Werken *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde* (EdrD) zusammen mit Bärbel Inhelder und *Die natürliche Geometrie des Kindes* zusammen mit Bärbel Inhelder und Alina Szeminska analysiert (Vgl. Piaget/Inhelder 1975 und Piaget/Inhelder/Szeminska 1975).

schon in dem Kapitel des topologischen Raums, welcher in Wahrnehmung und Vorstellung der Raumbezüge gegliedert wird. Der projektive und der euklidische Raum sind wiederum Teil des auf die sensomotorische Wahrnehmung folgenden Vorstellungsraums.

## 2.1 Der Wahrnehmungsraum

In dem Werk *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde* wendet sich Piaget ein erstes Mal dem Aufbau des Raumbegriffs während des sensomotorischen Stadiums zu. Was über die allgemeine Entwicklung gesagt wurde, gilt dabei ebenfalls für die spezifische Genese des Räumlichen; es wird nämlich „der Übergang vom Chaos zum Kosmos [...] durch einen Abbau des Egozentrismus bewirkt“<sup>27</sup>.

„Insgesamt gesehen bestehen die miteinander verbundene Desubjektivierung und Konsolidierung des Raums in einer graduellen Elimination des anfänglichen unbewußten Egozentrismus und in der Elaboration einer Welt, in die sich das Subjekt schließlich selbst hineinstellt.“<sup>28</sup>

Dabei untersucht Piaget die Raumeignung unter dem Primat des Objektbegriffs, da dieser für ihn der erste Begriff in der Entwicklung eines jeden Menschen darstellt. Die Genese verläuft dabei von einem anfänglichen Solipsismus über einen praktischen Objektbegriff bzw. einer dauerhaften Objektpermanenz am Ende der sensomotorischen Stufe bis hin zu einem mathematisch-physikalischen Objektbegriff im letzten formaloperationalen Stadium. Am Objektbegriff ausgerichtet soll denn auch nicht die allgemeine Physiologie des Raums, sondern „das Verständnis des Raums“<sup>29</sup> untersucht werden. Dieses konstituiert sich, wie der Objektbegriff, als *praktischer Raum* darüber, wie sich das Subjekt in diesem objektiviert und sich als etwas Verschiedenes begreift:

„Am Anfang existiert nur ein praktischer Raum – oder genauer – so viele praktische Räume, wie die verschiedenen Aktivitäten des Subjekts voraussetzen, wobei das Subjekt in genau dem Maße außerhalb des Raums bleibt, wie es sich selbst nicht kennt: Der Raum ist so nur eine Eigenschaft der Handlung, die diese entwickelt, indem sie koordiniert wird.

---

27 Piaget 1975b, S. 13.

28 a.a.O.: S. 207.

29 a.a.O.: S. 101.

Am anderen Extrempunkt ist der Raum eine Eigenschaft der Dinge, der Rahmen einer Welt, in die alle Verlagerungen hineingestellt werden [...]. Der Raum ist also keineswegs die Wahrnehmung eines Behälters, sondern die der Inhalte, das heißt der Körper selbst [...]. Der Raumbe-  
griff ist also nur im Zusammenhang mit dem Aufbau der Objekte zu verstehen, und um jenen zu verstehen, müßte man damit beginnen, die-  
sen zu beschreiben: Allein der Grad der Objektivierung, den das Kind den Dingen zuschreibt, gibt uns Auskunft über den Grad von Äußer-  
lichkeiten, den es dem Raum verleiht.<sup>30</sup>

Der Raum wird also über objektivierende Handlungen eines sich dezentrie-  
renden Subjekts angeeignet. Durch die Objektabhängigkeit wird dieser von  
Piaget auch mit Hilfe des Begriffs der *Gruppe* beschrieben. So erscheint der  
piagetsche Raum als ein System verschiedener koordinierter Verlagerungs-  
gruppen, seien dies nun Menschen oder Gegenstände.<sup>31</sup> Das sensomotori-  
sche Stadium unterteilt sich, wie bereits dargestellt, nochmals in sechs Sub-  
kategorien.<sup>32</sup> So ergibt sich für den Aufbau der topologischen Raumwahr-  
nehmung folgendes Bild:

---

30 a.a.O.: S. 100f.

31 Angeregt durch den Mathematiker Henri Poincaré studierte Piaget die Operationen bei räumlichen Verschiebungen mit Hilfe der Gruppentheorie. Wenn beispielsweise ein Objekt von A nach B bewegt wird, bilden alle potenziellen Wege eine Gruppe von Verlagerungen, die bestimmte Eigenschaften besitzen: Assoziativität (der Weg führt über einen Punkt C); Komposition (zwei Wege setzen sich zu einem zusammen); Reversibilität (der Weg führt von A zu B und zurück von B zu A); Identität (es findet keine Verschiebung statt). Piaget übertrug diese mathematische Konzeption auf die Denkpsychologie. Die Gruppe bildet als Menge aller möglichen Operationen eine logische Gesamtstruktur. Hat das Kind einmal diese Gesamtstruktur erfasst, kann es diese Operationen in allen Kontexten und auf alle Inhalte anwenden. Nach Piaget finden auf jeder Stufe der geistigen Entwicklung logische und mathematische Prozesse statt, über die ein Zugang zur Wirklichkeit gefunden wird. Dieses geschlossene System der Logik bildet für Piaget den Endpunkt der geistigen Entwicklung. (Vgl. dazu Kohler 2008, S. 89ff.)

32 In *EdrD* teilt Piaget die sechs Subkategorien des sensomotorischen Stadiums in drei Perioden ein, die jeweils zwei Kategorien umfassen. Auch weichen die Bezeichnungen voneinander ab. So spricht Piaget in *AWK* von praktischen, subjektiven, objektiven und vorgestellten Gruppen, wohingegen in *EdrD* hauptsächlich die topologischen Relationen des Benachbartseins, der Trennung, der Reihenfolge, des Umgebenseins und der Kontinuität aus rein mathematischer bzw. geometrischer Perspektive hervorgehoben werden. Wir werden versuchen, sofern es nicht zu lasten der Übersichtlichkeit des Aufbaus geht, beide Begrifflichkeiten zu verwenden.

**1.-2. Stadium (I. Periode).** Die erste Periode von der Geburt bis zum etwa sechsten Monat umfasst zwei Stadien, in welchen sich wahrgenommene sensomotorische Räume herausbilden, die noch nicht miteinander koordiniert sind. Der taktile, der orale, der auditive oder der visuelle Raum bilden somit untereinander heterogene „praktische Gruppen“<sup>33</sup>; nur ist das Kind „noch nicht fähig, die Dinge im Raum gemäß dieser Gruppenstruktur wahrzunehmen, und erst recht nicht, die sich so gebildeten Gruppen vorzustellen: Es wendet die Gruppen an, ohne davon direkt oder indirekt Kenntnis zu haben [...]“<sup>34</sup> Für das Kind existiert auch noch keine Permanenz des festen Gegenstandes, der eine gewisse Konstanz der Formen und Größen, die wiederum über Relationen den Raum charakterisieren, erlaubt.

Piaget und Inhelder versuchen mittels Studieren der Reaktionen des Säuglings, durch das Vorlegen elementarer geometrischer Figuren, die ersten topologischen Relationen der Wahrnehmung zu erkennen: So stellen *das Benachbartsein, die Trennung, die Aufeinanderfolge*<sup>35</sup>, *das Umschlossen* und *die Kontinuität* erste topologische Bezüge dar, die als solche unverändert bleiben, selbst wenn sich die realen Distanzen zwischen zwei Punkten oder mehreren Elementen ändern (euklidische Beziehungen), oder wenn der Raumgesichtspunkt, unter welchem die Punkte oder Elemente beobachtet werden, verändert wird (projektive Beziehungen).

„Wenn das Universum der ersten Lebensmonate wirklich [...] ein Universum ohne permanente Gegenstände ist, so erscheinen und verschwinden die wahrgenommenen Figuren wie bewegliche Bilder und bieten untereinander eine Folge von Formveränderungen, bei denen keine Unterscheidung zwischen Zustandswechsel und Lagewechsel möglich ist. Dennoch kann man schon beim 5 bis 6 Wochen alten Säugling an seinem Lächeln feststellen, daß er zu präzisiertem Wiedererkennen fähig ist: Er erkennt ein vertrautes Gesicht unabhängig von der Entfernung und dem Wechsel der Perspektive usw. Vom räumlichen Stand-

---

33 Piaget 1975b, S. 114.

34 a.a.O.: S. 114.

35 Ein Beispiel der Raumwahrnehmung der Aufeinanderfolge: „Sie tritt sehr früh auf, sicher nicht nur dann, wenn der Blick oder der Tastsinn des Babys eine Folge gleichmäßig angeordneter Elemente (zum Beispiel die Gitterstäbe seines Betts) durchlaufen, sondern auch dann, wenn die Wahrnehmung nach geordneten Anhaltspunkten eine Folge gewohnter Bewegungen auslöst: zum Beispiel das Sehen einer sich öffnenden Tür, eines Gesichts, das in Erscheinung tritt, und einer gewissen Anzahl von Bewegungen, die eine Mahlzeit ankündigen, bilden eine Folge räumlich und zeitlich geordneter Wahrnehmungen in Verbindung mit den Gewohnheiten des Saugens.“ (Piaget/Inhelder 1975, S. 26f.).

punkt her bedeutet dieses Wiedererkennen einer Figur durch ihre Transformation hindurch eine eindeutige (oder eineindeutige) Zuordnung zwischen den gegebenen Elementen im Laufe der aufeinanderfolgenden Zustände der Figur [...]. Die wahrgenommene Figur ist also [sic] jenen verformbaren und elastischen Strukturen vergleichbar, mit denen die Topologie sich befaßt, [...] das heißt: einer einfachen eineindeutigen und beiderseits stetigen topologischen Zuordnung, die aber natürlich ganz anschaulich ist und jeglicher exakten Operation ermangelt, denn es handelt sich ja um reine Wahrnehmung.“<sup>36</sup>

Der Raum ist also noch streng auf ein (egozentristisches) Subjekt hin zentriert, welches diesen *nur* unter praktischen oder topologischen Relationen, ohne abstrakten Bezug, wahrnimmt. Gleichzeitig ordnet es diesen aber unter bereits rudimentär vorhandenen räumlichen Relationen, welche später einmal den projektiven und euklidischen Raum bilden werden.

**3.-4. Stadium (II. Periode).** Das dritte und das vierte Stadium oder die zweite Periode (etwa siebter bis elfter Monat) der sensomotorischen Stufe ist durch die Koordinierung von Sehen und Greifen charakterisiert. Die Raumwahrnehmung wird durch die verbesserte Koordination der Handlungen bzw. der verschiedenen praktischen Räume zunehmend systematisiert und führt zu einer beginnenden Permanenz der Gegenstände. Der unmittelbare Wahrnehmungsraum wird so allmählich überschritten zu einem einfachen System reversibler Gruppen: So ist das Kind zum Beispiel fähig, visuellen Raum und Greifraum zu koordinieren, indem es für verlagerte Objekte wiedererkennbare Pfade beschreibt, also eine aktive einfache Suche nach dem verschwundenen Objekt betreibt, jedoch auf reversible Gruppen beschränkt. Die Suche betrifft also „noch nicht die freien Bewegungen der bewegten Gegenstände noch den eigenen Körper, aufgefaßt als ein Objekt“<sup>37</sup>.

Anders betrachtet wird der Raum in dieser Periode erstmals unterschieden in *Positionsänderungen*, das heißt durch Bewegung des Körpers ausgleichbare Lageveränderungen und *Zustandsänderungen*, das heißt durch die Bewegung des Körpers nicht umkehrbare Veränderungen. Allerdings werden die räumlichen Relationen von Position und Verlagerung noch nicht relativ zueinander, sondern einzig mit Bezug auf das Subjekt erfasst.<sup>38</sup>

---

36 a.a.O.: S. 28f.

37 Piaget 1975b, S. 205.

38 „Es [das Kind, D.B.] stellt also nach wie vor nicht seinen ganzen Körper in ein immobiles Feld, das die anderen Körper in der gleichen Weise wie seinen eigenen enthält. In Bezug auf sich lokalisiert es alles richtig, aber ohne sich selbst mit in den Raum zu stellen.“ (a.a.O.: S. 179).