

Gerold Scholz

Was denken Kinder über die Form der Erde

Ich möchte an dem Beispiel einige Aspekte ansprechen, wie Kinder denken. In einem ersten Schritt soll gefragt werden, was Erwachsene über die Form der Erde wissen und wie sie zu diesem Wissen gelangt sind. Der zweite Teil bezieht sich vor allem auf eine empirische Untersuchung. Er wird Kinder als abstrakt denkende Menschen vorstellen, die ihre Aussagen auf verallgemeinerte Erfahrungen zurückführen. Den Schluss bilden einige didaktische Überlegungen.

1. Was wissen Erwachsene über die Form der Erde und woher wissen sie es?

Jeder Erwachsene weiß, dass die Erde eine Kugel ist. Fragt man, woher man das weiß, so gibt es zwei Antwortmöglichkeiten. Die einen sagen schlicht, dass hätten sie gelernt oder gelesen. Die anderen versuchen mit Erfahrungen zu argumentieren. Eine der scheinbar sichereren Erfahrungen ist die, dass ein Schiff langsam am Horizont verschwindet. Es entgleitet gewissermaßen durch die Krümmung der Erdkugel.

Ein Modell der Erde, das dieser Erfahrung gerecht werden will, könnte aber auch aussehen wie eine Käseglocke oder wie ein Suppenteller.

Es gab eine Reihe unterschiedlicher Modelle. Ich nenne nur einige:

Die Ägypter haben sich die Erde als flaches Quadrat unter einem pyramidenartig geformten Himmel vorgestellt.

Nach dem Hinduismus ist die Erde eine Scheibe, die von vier Elefanten getragen wird, die wiederum auf einer großen Schildkröte stehen.

Aristoteles ging von einer Kugelgestalt der Erde aus. Er begründete dies mit der Ringform des Schattens, den die Erde bei einer partiellen Mondfinsternis auf den Mond werfen würde.

Im frühen europäischen Mittelalter gehörte zu den festen Glaubenssätzen, dass die Erde den Mittelpunkt des Weltalls bildet. Mittelalterliche Karten zeigen die Erde als flache Scheibe umgeben von einem Ozean. Eine Begründung für die Scheibentheorie entspricht weitgehend dem, was heute Kinder denken: Wäre die Erde eine Kugel so würden ja die Menschen auf der anderen Seite der Erde auf ihren Köpfen stehen.

Die Aussage, die Erde ist eine Kugel, ist nicht ganz exakt.

Das Lexikon Encarta 98 schreibt:

„Die Erde ist keine vollkommene Kugel, sondern hat die Form eines Ellipsoides. Allerdings zeigen Berechnungen von künstlichen Satelliten, dass die in der Äquatorebene liegende Achse um 21 Kilometer länger ist, als sie bei einem normalen Ellipsoid sein müsste. Der Nordpol wölbt sich zehn Meter nach außen, der Südpol liegt 31 Meter zu tief. Der Erdkörper lässt sich nicht durch einen einfachen geometrischen Körper beschreiben. Man spricht deshalb bei der Erdfigur auch vom Geoid.“

2. Was denken Kinder?

Ausschnitt aus einem Protokoll:

Am meisten beschäftigt die Kinder die - anfangs auch durch Skizzen veranschaulichte - Frage nach der Erdgestalt: Scheibe oder Kugel? Anne hat einen kleinen Leuchtglobus, ihre 'Nachttischlampe', mitgebracht. Ich halte Filzstiftkappen als Menschenfiguren auf verschiedene Stellen, auf Grönland ('oben'), auf 'Marburg' und

den Äquator (jeweils seitlich) und in die Antarktis ('unten'). Nein, das seitliche Wegstehen, waagerechte Liegen und vor allem der Kopfstand auf der Antarktis ist ihnen unheimlich und unvorstellbar. Außerdem könne ja das Wasser nach 'unten' hinfließen. Jonas glaubt entschieden nicht mehr an die Kugelvorstellung. "Das ist ausgeschlossen!" Andererseits weiß er von seinen Eltern - seine Mutter ist Geographin - daß das Erdinnere (ungefähr) 5000 Kilometer unter unseren Füßen ist.

Zur Veranschaulichung der Scheibentheorie hole ich aus der Küche eine Glasschüssel als käseglockenähnlichen Himmel. Die Glasschüssel und Jonas innerer Zwiespalt bringen zwei weitere Modelle hervor: Jonas stellt sich nun die Erde als Halbkugel vor, auf deren oberer flacher Seite wir leben. Darüber, die andere Halbkugel ist der Himmel. (So hat Jonas im Grunde die Scheibe nach unten verdickt, um die 5000 Kilometer seiner Mutter in seinem Kopf unterzubringen.) Anton hat sich ebenfalls durch die Schüssel anregen lassen. Für ihn stellt sich die Welt geschlossen-geborgen als Innenseite einer Halbkugel dar, auf der der Himmel glatt und waagrecht aufliegt.

"Und welche der Vorstellungen ist nun richtig?" frage ich. Die Kugel ist allen nicht (mehr) geheuer, auch wenn sie wissen, daß dies allseits behauptet wird. "Und was denkt ihr?" fragt Anne zurück. ¹

Das Beispiel spricht weitgehend insofern für sich, als daraus deutlich wird, daß sich und wie sich die Kinder eine Theorie über die Gestalt der Erde erarbeiteten. Und zwar derart, daß die Informationen, die sie besaßen, stimmig in ein Modell der Erdgestalt eingebracht werden konnten.

Es stellt sich die Frage, ob Kinder über Theorien verfügen, wenn sie versuchen, sich Zusammenhänge zu erklären, oder ob ihre Erklärungen eher zufällig sind; ob es also berechtigt ist, von Kindern als Theoretiker zu sprechen in dem Sinne, dass Kinder ihnen bekannte Theorien auf zu erklärende Zusammenhänge anwenden.

Exkurs: Theoriebegriff

Von Theorie spreche ich dann, wenn deutlich ist, daß eine bestimmte Realität unter bestimmten Annahmen untersucht und beschrieben wird. Theorie ist in diesem Sinne keine Verfahrensweise sondern eine bestimmte Auffassung zur Wirklichkeit, die eine bestimmte Haltung gegenüber dieser Wirklichkeit mit sich bringt.

Das ist ein anderer Theoriebegriff, als bei Howard Gardener, der schreibt:

„In den Wissenschaften wird das Wort allgemein auf eine Gruppe von Aussagen bezogen, die untereinander in einer systematischen Beziehung stehen und in formalen Zeichen ausgedrückt und in Labors überprüft werden können. Es dürfte klar sein, daß ich – wenn ich über Theorien von Kindern sprechen – nicht beabsichtige ihnen einen derart komplexen oder strengen Rahmen zu unterstellen. Aber ich halte es – ebenso wie viele meiner Kollegen – für sinnvoll, die systematischen Annahmen von Kindern über die Welt als Theorien im Entstehen zu bezeichnen, denn Kinder wenden diese Theorien richtig und auf fruchtbare Weise an und ziehen schlüssige Folgerungen aus ihnen. Solange man den Begriff *Theorie* nicht allzu wörtlich nimmt und ihn als eine Reihe „systematischer Annahmen“ oder als „widerspruchsfreies Weltbild“ übersetzt, dient er als hilfreiche Kurzformel für das beginnende Weltverständnis des Kindes.“ (Gardener 1994, S.112)

¹ Protokoll Freie Schule Marburg 5. 10. 1989.

Wissenschaftliche Aussagen brauchen nicht unbedingt ein Labor. Von Systematik kann man sicher sprechen, aber in dem Sinne, daß die Art der Beziehungen Regeln folgen können muß. Eine systematische Beziehung kann auch in Assoziationen bestehen, wie es zum Beispiel Levi Strauss vorgeführt hat. (Vgl. Levi-Strauss 1977) Von einem Theoretiker würde ich sprechen, wenn er um diese Bedingungen weiß. In diesem Sinne sind Kinder keine Theoretiker.

Allerdings stellt sich die Frage, ob sie Theorien anwenden.

3. Wenden Kinder Theorien an?

Ich stütze mich auf einen Aufsatz von Stella Vosniadou und William F. Brewer in der Zeitschrift *Cognitive Psychology*, Volume 24, Number 4, October 1992: *Mental Models of the Earth. A Study of Conceptual Change in Childhood*.

Wenn man Kinder unterschiedlichen Alters nach der Form der Erde fragt, so erhält man unterschiedliche Antworten. Die Autoren nennen die folgenden Möglichkeiten:

Die Erde als Kugel

Die Erde als abgeflachte Kugel

Eine Hohlkugel, oben offen oder oben geschlossen

Eine doppelte Erde

Eine flache Scheibe

Ein flaches Viereck.

Die Veränderungen, die sich altersentsprechend bei Kindern finden lassen, führen die Autoren auf den folgenden Prozess zurück:

„In the process of knowledge acquisition, children appear to modify their initial models to make them more consistent with the culturally accepted model by gradually reinterpreting their presuppositions.“ (S.535)

Dies entspricht auch meiner Auffassung. Man kann es so sagen: Kinder werden nicht im Laufe ihrer Entwicklung davon überzeugt, daß die Erde eine Kugel ist. Sie werden vielmehr zu dieser Annahme überredet. Sie wissen zu einem gegebenen Zeitpunkt, daß die Erwachsenen etwas anderes denken als sie selbst, obwohl sie sich nicht erklären können, warum die Erwachsenen so denken wie sie denken. Sie erfahren – vor allem in der Schule, aber nicht nur dort – Anerkennung dann, wenn sie in die gleiche Richtung denken, wie die Erwachsenen. Ihr Wissen darüber, wie Erwachsene denken – hier also: die Erde ist eine Kugel – ist aus der Sicht der Kinder eine Information, die sie in ihrem Bild mit verarbeiten müssen.

Diese Annahme widerspricht allerdings deutlich allen Annahmen eines gewissermaßen logisch ablaufenden Entwicklungsprozess von kindlichen zu wissenschaftlichen Theorien. Sie spricht eher für die Existenz zwei verschiedener Welten, von denen die eine eben mächtiger ist als die andere.

Die Grundlage der Interpretation von Phänomenen – dies gilt für Kinder und Erwachsene – sind Alltagserfahrungen und Alltagstheorien. Diese stehen häufig – und das ist Ergebnis der Entwicklung der Naturwissenschaft – mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen im Widerspruch.

Die erste Frage, der die Autoren nun nachgehen, läßt sich so beschreiben: Unterliegen den Vorstellungen der Kinder über die Erde konsistente Alltagsvorstellungen oder setzen die Kinder immer wieder neu Fragmente aus ihrem Wissen zusammen.

Wer von einer Fragmentierung ausgeht, versteht Lernen als einen Prozeß, in dem zunehmend die verschiedenen Aspekte zu einem in sich geschlossenen Ganzen zusammengebracht werden. Wer von einer Konsistenz ausgeht, versteht Lernen als Erwerb eines neuen Konzeptes.

3.2. Zur Methode der Studie

Die Autoren – haben wie andere auch – Kinder zunächst befragt. Zum Beispiel: „What is the shape of the earth?“ (S.542)

Das Problem bei dieser Art von Fragen ist, daß der Forscher nicht weiß, ob das Kind das antwortet, was es denkt, oder das, was es sagen soll. Die Antwort: „Die Erde ist eine Kugel“ sagt also nichts über die Vorstellung des Kindes.

Deshalb haben die Autoren nach Wegen gesucht, besser an die Vorstellungen der Kinder heranzukommen. Sie haben nach Handlungssituationen gefragt:

„If you were to walk for many days in a straight line, where would you end up?“ Oder:

„Would you ever reach the end or edge of the earth?“ Oder: „Does the earth have an end or an edge.“ (S.542)

Im Titel des Aufsatzes erscheint der Begriff „mental model“.

Darunter wird verstanden: eine dynamische Struktur, die herangezogen wird, um eine Frage zu beantworten, mit einer Situation umzugehen oder ein Problem zu lösen. Dieser in der Situation aktualisierten Handlungsweise unterliegen „conceptual structures“.

Es wurden an 60 Kinder im Alter zwischen 6 Jahren und 11 Jahren insgesamt 48 Fragen gestellt.

Ich zitiere eine Sequenz:

„F: If you walked and walked for many days where would you end up?

A: If we walked for a verly long time we might end up at the end of the earth.

F: Would you ever reach the end of the earth?

A: I don´t think so

F: Say we just kept walking and walking and we hat plenty of food with us.

A. Probably

F: Could you fall off the edge of the earth?

A: No. Because if you were outside of the earth we could probably fall off, but if we were inside the earth the earth we could´nt fall off.

Das ist ein Beispiel für die Kinder, die sagten es gebe zwei Erden, eine flache und eine runde, rund wie ein Pfannkuchen.

Anhand dieser Fragen und der Antworten wurde versucht, den einzelnen Kinder bestimmte Modellen zuzuordnen. Nun waren nicht alle Antworten in bezug auf diese Modelle konsistent. Die Autoren haben dann versucht, zulässige von nicht-zulässigen Antworten zu unterscheiden. Eine Antwort wurde dann als „zulässig“ definiert, wenn sie konsistent war in bezug auf das Modell, dem das Kind aufgrund aller seiner Antworten zugeordnet worden war. Als zulässige Abweichung wurden vor allem sprachliche Abweichungen verstanden. Als unzulässige eben jene, die auf ein anderes Modell verweisen.

82 Prozent der Kinder argumentierten konsistent. Wobei mit zunehmendem Alter die Erde als Kugel verstanden wurde. (12 von 20) Während bei den jüngsten Kindern überwiegend „mixed models“ anzutreffen waren (7 von 20).

Die Autoren stellen sich in der Diskussion ihrer Ergebnisse die Frage, warum trotz massiven Drucks der Erwachsenen die Mehrheit der Kinder konsistent eine andere Theorie vertrat als die naturwissenschaftlich richtige.

Sie suchten deshalb nach den Erklärungsmustern, die diesen Modellen unterliegen. Das sind Erklärungsmuster, die in anderen Zusammenhängen offensichtlich sind und von Kindern wie Erwachsenen unbestritten zur Erklärung taugen. Die Autoren nennen dies „presuppositions“. Ich würde hier eher von Grundannahmen sprechen.

3. 4 Presuppositions

Die erste ist: Die Erde ist flach.

Sie ist in der Wahrnehmung tatsächlich flach. „All the mental models we have identified are constrained by the belief that the ground on which people live is flat“ (S.576)

Der Pfannkuchen im Modell der doppelten Kugel ist rund an den Seiten aber flach oben, wo die Menschen leben.

Flach meint nicht die Abwesenheit von Bergen, sondern die Annahme: „that the ground extends along the same plane, als opposed to something that forms a sphere.“ (S.577)

Dies interpretieren die Autoren eben nicht als Alltagserfahrung, sondern als: „the complex interpretation of everyday experience by a constructivist mind.“ (S.577)

Das heißt: Die Kinder argumentieren nicht mit Erfahrungen, sondern bereits mit Theorien, die Abstraktionen ihrer Erfahrungen sind.

Die zweite Theorie lautet: „that unsupported things fall“.

Das weiß jeder: wenn man etwas losläßt, fällt es zur Erde. Dieses Wissen entwickelt sich bereits im Alter zwischen 6 und 9 Monaten.

Auf die Erde angewendet liegt es nahe, sich etwas zu denken, was die Erde davon abhält, herunterzufallen. Dies erklärt einige der Modelle. Unter der flachen Erde, der hohlen Erde oder der doppelten Erde, gibt es immer etwas, was die Erde hält. Diese Theorie macht es auch so schwierig zu verstehen, warum die Menschen in Australien nicht herunterfallen.

Ich erkläre dies noch einmal an einer Szene in einem Film, der in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts gezeigt wurde. In „Die Reise zum Mond“ fliegen Menschen zum Mond. Dort werden sie alsbald von den Mondbewohnern verfolgt und müssen vom Mond flüchten. Sie rennen zurück in ihre Mondfähre und starten sie dadurch, daß ein Mensch die Mondfähre über die Kante eines Berges kippt und sie die Rakete von der Mondoberfläche auf die Erde herunterfällt.

Ich bin mir nicht sicher, ob die erwachsenen Betrachter dies nicht als völlig logisch wahrgenommen haben.

Das es „oben“ und „unten“ im Kosmos nicht gibt – fällt auch Erwachsenen schwer zu begreifen.

Das Ausgangsmodell der Kinder vermuten die Autoren in folgendem Bild:

„As a result we should expect children to conceptualize the earth as consisting of flat ground with people living on top of it and to believe that this ground extends all the way down below

the earth. We assume that children do not have the notion of an infinite plane and thus conceptualize this flat ground to have an end or an edge.“ (S.578)

Von den synthetischen Modellen, also jenen, in denen Kinder versuchen, ihr Wissen über die Thesen der Erwachsenen zu integrieren, betrachten die Autoren das Modell der abgeflachten Erde als am interessantesten:

„Children who hold this model know that gravity keeps people on the spherical earth. These children retain only their belief that the ground is flat. In order to reconcile this belief with the information that the earth is a sphere, they conceptualize the spherical earth as flat on the top and bottom and imagine that people live on these flat areas.“ (S. 579)

Drei Ergebnisse lassen sich noch einmal festhalten:

1. Kinder sind aktive Theorieproduzenten
2. Lernen kann nur zum Teil als Ausdifferenzierung bzw. Zusammenführung von Fragmenten verstanden werden. Lernen verlangt die Neuinterpretation der Konzepte (presuppositions)
3. „Children need to understand how round things can sometimes appear to be flat and how gravity supports the spherical earth and the people who live on it.

Was sich im Zuge des Lernprozesses ändert, ist nicht die Erfahrung, was sich ändert ist die Interpretation der Erfahrung.

4. Didaktische Anmerkungen

Gardener schreibt:

„Eine Pädagogik, die die Ideen und Intuitionen des Kindes ernst nimmt, ist weit eher erfolgreich als eine Pädagogik, die diese Aspekte übergeht, weil sie sie für unwichtig hält oder davon ausgeht, daß sie von selbst verschwinden werden. Die Ideen des kleinen Kindes – des jungen Theoretikers – sind bestimmend und bleiben wahrscheinlich für das ganze Leben über aktiv.“ (Gardener 1994, S.308)

Das hat viele Aspekte. Ich nenne einige:

1. Die Lehrerin muß wissen, was sie weiß.
2. Unterricht geht mit Theorien von Kindern um und Lernen geschieht in der Auseinandersetzung mit diesen Theorien.
3. Lehren/Unterrichten heißt: Eine Situation herstellen, in der diese Auseinandersetzung mit den Theorien der Kinder möglich ist.
4. Lehren heißt nicht: Glauben machen.
5. Eine Schule, die glauben macht, verhindert verstehen.

4.1. Denkt nur der Kopf?

Von Azouz Begag gibt es ein Kinderbuch mit dem Titel: „Aber die Erde ist rund“.

Begag schreibt aus der Sicht eines marokkanischen Kindes, das in Frankreich zur Schule geht. Dort lernt es: Die Erde ist eine Kugel. Der Vater will das nicht glauben. Denn wenn er betet, wendet er sich gen Mekka. „Mekka“ – sagt der Vater – „ist dort. Genau vor mir. Wenn ich bete, muß Mekka vor mir sein, denn dort ruht der Prophet.“ (Begag 1993, S.12)

Dies ist ein Argument gegen die Erde als Kugel.

Das zweite: „Seit Jahren schon nehme ich das Schiff, um die Ferien im Dorf zu verbringen, aber ich habe niemals gesehen, daß das Meerwasser hinunterfließt. Niemals habe ich gesehen, daß das Schiff, unsere Häuser und wir selbst auf den Kopf fallen, wenn die Erde sich dreht

und sie gerade auf der falschen Seite ist. Ist dir klar, was passieren würde, wenn wir auf einer sich drehenden Kugel wären, jetzt, genau in diesem Augenblick, wo ich mit dir spreche?“
(Begag 1993, S.20)

Konzepte dienen der Sicherheit. Wenn sie immun werden gegen Kritik, werden sie fundamentalistisch. Sie aber zu verändern, bedeutet nicht nur, seine Denkweisen zu ändern, sondern sein ganzes Leben. Das gilt für den marokkanischen Vater wie für seinen Sohn und für beide ist einer Lehrer zu wünschen, der dies versteht.

Literatur

Begag, Azouz: Aber die Erde ist rund. Weinheim und Basel 1993.

Gardener, Howard: Der ungeschulte Kopf. Wie Kinder denken. Stuttgart 1994, 2. Aufl.

Levi-Strauss, Claude: Strukturele Anthropologie I: Frankfurt am Main 1967.

Vosniadou, Stelle/Brewer, William F.: Mental Models of the Earth. A Study of Conceptual Change in Childhood. In: Cognitive Psychology, Volume 24, Number 4, October 1992, S. 535-585.