

Empirische Erfassung von Vorstellungen zu „Einheiten in der Natur“^{1, 2}

Patrícia Jelemenská

patricia.jelemenska@mail.uni-oldenburg.de

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät V Mathematik und Naturwissenschaften,
AG Biologiedidaktik,
Carl-von-Ossietzky Str. 9-11, 26129 Oldenburg

„Du hast mich nach dem Ökosystem und der Lebensgemeinschaft gefragt. Die Sachen haben mich verwirrt und ich bin mir immer noch nicht sicher, ob ich das richtig gesagt habe, ob ein Ökosystem wirklich das ist, was ich mir selbst darunter vorstelle. Ob es sich dabei um eine bestimmte Pflanzengruppe handelt ...“ (Martin 2002)

1 Einleitung

Martin, ein 17-jähriger Interviewpartner, versuchte während des Interviews die Begriffe Lebensgemeinschaft und Ökosystem voneinander zu unterscheiden. Gegen Ende des Gespräches bezweifelte Martin noch einmal die Korrektheit seiner Argumentation. Nicht nur unter Schülern, selbst innerhalb der Ökologie wird das Problem der uneinheitlichen Bildung von Begriffen erkannt. Dabei ist dieses Problem nicht ein rein sprachliches, sondern es spiegelt fundamentale Unterschiede in den theoretischen Annahmen über ökologische Einheiten, wie z. B. das Ökosystem, wider (JAX 2002). Diese Unterschiede im Verständnis und ihre Konsequenzen sind bei der Erforschung von Schülervorstellungen bislang nicht berücksichtigt worden. Im vorliegenden Artikel wird gezeigt, dass

¹ Die Arbeit wird im Rahmen des Promotionsprogramms „Didaktische Rekonstruktion“ der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg durch ein Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendium des Landes Niedersachsen gefördert.

² Dieser Beitrag geht auf einen Vortrag zurück, der 2003 auf der 5. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol gehalten wurde.

das Beachten nicht übereinstimmender Aussagen der Schülerinnen und Schüler helfen kann, die Schülervorstellungen besser zu verstehen.

2 Theoretischer Rahmen

2.1 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Als ein theoretischer Bezugsrahmen dient für die Untersuchung das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (KATTMANN et al. 1997). Unter Zugrundelegung des Modells werden die Vorstellungen der Wissenschaftler (Fachliche Klärung) und der Schüler (Erfassen der Schülervorstellungen) zum Thema „Einheiten in der Natur“ erhoben. Im Modell werden die wissenschaftlichen sowie die Schülervorstellungen als persönliche Konstrukte der jeweiligen Personen verstanden. Dies wirkt sich bei der Beurteilung der Vorstellungen aus. Die Schülervorstellungen sind – auch wenn sie mit wissenschaftlichen Vorstellungen nicht vereinbar sind – nicht als falsch (misconception) zu bezeichnen, sondern sie bekommen ihre Bedeutung durch die Bewährung im Kontext des alltäglichen Lebens. Von diesem Standpunkt aus werden die Vorstellungen der Schüler und Wissenschaftler als gleichwertige Quellen für die Konstruktion des Unterrichtsgegenstandes angesehen. Anhand eines engen wechselseitigen Vergleichs der Theorien der Wissenschaftler mit den persönlichen Theorien der Schüler werden Leitlinien für den Unterricht entwickelt (Didaktische Strukturierung).

2.2 Fragestellung

Anhand einer ersten Analyse der fachlichen Quellen zeigt sich, dass für die Bestimmung ökologischer Einheiten je nach theoretischem Standpunkt unterschiedliche Zusammenhänge in der Natur berücksichtigt werden. Insbesondere bei historischen fachlichen Quellen wird es deutlich, dass für die Bestimmung von Einheiten vor allem lebensweltliche Bezüge genutzt werden. Dies gilt für die teleologische Beschreibung der Art der Zusammenhänge in der Natur, die topographische Abgrenzung ökologischer Einheiten und die Selbstidentität (d. h. das Überdauern)³ der Einheit trotz ihrer Veränderlichkeit (vgl. FRIEDERICHS 1927; 1937). Der Status der ökologischen Einheiten wird als ontologisch real gedeutet. Auch die bisherigen Untersuchungen zu Schülervorstellungen (vgl. PFUNDT & DUIT 2002) lassen vermuten, dass aus Schülersicht derartige

³ Der Begriff der „Selbstidentität“ lehnt sich an K. JAX et al. (1998; 2002) an. „Damit ist gemeint, ob eine Einheit sich über die Zeit selbst gleich (mit sich selbst „identisch“) geblieben ist, oder ob sie zerstört bzw. eine andere geworden ist.“ (JAX 2002, 147)

Kriterien für die Konstitution der Einheit in der Natur von Bedeutung sind. Somit ergeben sich für die Untersuchung folgende Fragen:

- ◆ Welche Zusammenhänge werden in der Natur gesehen und anhand welcher Kriterien wird eine Einheit in der Natur beschrieben?
- ◆ Welche Vorstellungen werden mit den Begriffen „Lebensgemeinschaft“, „Ökosystem“ und „Erde als Ökosystem“ verbunden?

3 Forschungsdesign und Methoden

3.1 Auswahl der Interviewpartner

Für die Erhebung der Vorstellungen werden 16-17-jährige Schüler ausgewählt. Nach RENSTRÖM und ANDERSON (zitiert nach OSUSKÁ 1995) existiert nur eine bestimmte Anzahl qualitativ unterschiedlicher Merkmale anhand welcher ein Phänomen wahrgenommen wird. Davon ausgehend ist die Anzahl der Interviewpartner anhand der Sättigung zu beurteilen. Die Auswahl wird dann beendet, wenn man feststellt, dass die Informationen sich wiederholen (EASTON, zitiert nach GAVORA 1999). Der lebensweltliche Hintergrund der Schülervorstellungen wird durch einen interkulturellen Vergleich (Deutschland – Slowakei) vertieft.

3.2 Erhebungsmethoden

Für die Unterscheidung der Erhebungsmethoden wird von DRIVER & ERICKSON (1983, S. 37) folgende These formuliert: „A fundamental distinction can be made in science or any field of empirical enquiry between two general kinds of activities. On the one hand there is the cataloguing of sense impressions, the experience of phenomena; on the other there are our attempts as human to impose some regularity on experience by creating our models or theoretical entities.“ In diesem Zusammenhang unterscheiden sie Ansätze, die eher an Begriffen (konzeptueller Ansatz; z. B. concept map, word association) interessiert sind, von solchen, bei denen das Verständnis von Phänomenen (phänomenaler Ansatz; Interview) im Vordergrund steht. Die Bedeutung solcher Unterscheidungen legt die Vermutung nahe, dass unterschiedliche methodische Ansätze jeweils ihren Gegenstand konstituieren. Als problematisch zur Erhebung von Schülervorstellungen wird von DRIVER & ERICKSON der konzeptuelle Ansatz angesehen, weil er nur eine geringe Referenz zu Phänomenen bietet. In diesem Zusammenhang bewerten LEACH et al. (1995) einige Forschungsergebnisse. Als nicht vertrauenswürdig sehen sie an, dass ein 13-jähriger Junge, der auf einer Farm lebt und nicht die Bedeutung des Terminus Ökosystem erklären

kann, als jemand angesehen wird, der nicht über Beziehungen zwischen Organismen informiert ist. Der konzeptuelle Ansatz wird von LEACH et al. für die Untersuchung der Schülervorstellungen abgelehnt.

Das eigene Untersuchungsinteresse legt eine Kombination beider Ansätze nahe, da die Frage, welche Vorstellungen von Zusammengehörigkeit in der Natur mit den Ausdrücken „Lebensgemeinschaft“, „Ökosystem“ und „Erde als Ökosystem“ verbunden werden, über die phänomenale Ebene hinaus auf begriffliche Differenzierungen zielt.

Da persönliche Vorstellungen erhoben werden sollen, wurden für die Untersuchung qualitative Verfahren gewählt: für die phänomenalen Zusammenhänge das problemzentrierte Interview (s. GROPENIEßER 2001), für das Erfassen des Verständnisses zentraler Begriffe ein aus der Struktur-Lege⁴ und der "concept map" abgeleitetes Verfahren („concept net“).

Der Ansatz der „concept map“ orientiert sich theoretisch an der kognitiven Theorie, wie z. B. am lerntheoretischen Ansatz von AUSUBEL. Die „concept map“ wird als ein Instrument gesehen, das es erlaubt, die kognitive Struktur der Lernenden zu externalisieren und zu sehen, was der Lernende bereits weiß. Dies ist einerseits für den Lernenden andererseits auch für den Lehrer von Bedeutung (NOVAK & GOVIN zitiert nach RUIZ-PRIMO & SHAVELSON 1996). In diesem Zusammenhang konzentriert sich die Forschung vor allem auf den Einsatz der „concept map“ als Unterrichtsmethode (instructional tools), aber auch als ein Evaluationsinstrument (assessment tools) für Unterricht überhaupt. Für die Auswertung der Daten werden vor allem quantitative Methoden eingesetzt (NOVAK & GOVIN zitiert nach RUIZ-PRIMO & SHAVELSON 1996). Die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung erfordert eine qualitative Auswertung der Daten.

Einen qualitativen Ansatz im Sinne einer Kombination von Methoden als Interview und Struktur-Lege wurde im Bereich der Soziologie zur Erhebung der subjektiven Theorien (s. z. B. GROEBEN & SCHEELE 2000) entwickelt. In diesem Verfahren werden die zunächst im Interview erhobenen Inhalte als Ausgangsmaterial für die anschließende Strukturierung mit Hilfe eines Struktur-Lege genommen. Diese Strukturierung besteht im Prinzip darin, dass die Relationen zwischen den Worten im Sinne einer kommunikativen Validierung mit dem Interviewpartner bestimmt werden. Der eigentliche Kern des Struktur-Lege-Verfahrens liegt bei der Strukturierung. Die Struktur-Map dient als eine

⁴ Das Verfahren zur Erhebung der subjektiven Theorien wird als Struktur-Lege-Verfahren genannt. Als Methode spielt das Struktur-Lege eine zentrale Rolle. Danach heißt das ganze Verfahren nach Struktur-Lege das Struktur-Lege-Verfahren.

Grundlage auch für den nachfolgenden Vergleich weiterer subjektiver Theorien (DANN 1992).

Für die Untersuchung der Vorstellungen zum Thema „Einheiten in der Natur“ scheint vor allem der Validitätsanspruch im Hinblick auf die Methodentriangulation (Vorabsetzung der Aussagen aus der Methode des Struktur-Legens) unsicher zu sein. Im Bezug zum Thema „Einheiten in der Natur“ lassen die ersten Ergebnisse aus der Fachlichen Klärung wie auch bisherige Ergebnisse aus der Forschung zu Schülervorstellungen (z. B. GROPENGIEBER 2001, BAALMANN et al. 1999) darauf schließen, dass die Schülern neben kohärenten Vorstellungen auch über gegensätzliche Vorstellungen verfügen können (GROPENGIEBER 2001). Diese Voraussetzung führt dazu, dass unterschiedliche Ergebnisse aus verschiedenen Erhebungssituationen nicht von Anfang an als widersprüchlich angesehen werden, sondern die Bedeutung der divergenten Aussagen bei der Interpretation berücksichtigt werden soll. Der Ansatz des Validitätsanspruchs bei der Methodentriangulation wird auch in der Literatur diskutiert (FLICK 1992). FLICK (zitiert nach ERZBERGER 1995) sieht das Potential der Triangulation verschiedener Methoden darin, dass unterschiedliche Perspektiven verbunden und möglichst unterschiedliche Aspekte des untersuchten Gegenstandes thematisiert werden können. Davon ausgehend wird von ERZBERG (1995, S. 40) betont: „Ob Ergebnisse in einem komplementären Verhältnis zueinander stehen, kann nur unter Bezugnahme auf eine theoretische Perspektive bzw. durch die Folie einer Hypothese, forschungsleitenden Fragestellung oder eines Modells entscheiden werden. Erst die Betrachtung der Ergebnisse im Lichte von Hypothesen oder Theorien erlaubt, ihre Stellung zueinander zu qualifizieren.“ (ERZBERG 1995)

Die beiden geschilderten Methoden wurden daher im Sinne der qualitativen Analyse in Hinsicht auf das Erfassen unterschiedlicher Perspektiven abgewandelt. Die gelegten Strukturen werden hier als "concept net" bezeichnet.

Problemzentriertes Interview (PZI)

Für die Durchführung des Interviews wurde ein Leitfaden entsprechend den Fragestellungen und unter Einbeziehung erster Ergebnisse aus der Fachlichen Klärung entwickelt (vgl. GROPENGIEBER 2001). In Bezug auf das Thema „Einheiten in der Natur“ ist der Interviewleitfaden inhaltlich so strukturiert, dass unterschiedliche biologische Organisationsebenen berücksichtigt werden. Auf verschiedenen Ebenen wurden zu gleichen inhaltlichen Aspekten verschiedene Interventionen geplant (interne Triangulation). Um einen alltagsnahen Kontext

bei der Vorstellungserhebung zu schaffen, wurden im Interview verschiedene Abbildungen (Fotos, schematische Darstellungen) eingesetzt.

Concept Net (CN)

Nach einem dreimonatigen Abstand fand das Interview mit dem Erstellen eines CN statt. Die im problemzentrierten Interview erhobenen Inhalte wurden für das CN nach der Fragestellung in mehrere Bereiche gegliedert. Bei dem Vorgehen wurden auf die Kärtchen geschriebene Inhalte von dem Interviewpartner so in Beziehung gesetzt, dass zuerst die Beziehungen zu Zusammenhängen in der Natur thematisiert wurden. Beim weiteren Vorgehen wurde auf das Verständnis der Termini eingegangen, wobei die Bedeutung durch den Interviewpartner erklärt wurde. Die Termini wurden in Beziehung gesetzt, und daran anschließend das Verhältnis der Termini zu den Zusammenhängen in der Natur (erster Bereich) diskutiert (interne Triangulation). In der dritten Phase wurden die ökologischen Einheiten im Bezug auf Veränderungen in der Natur besprochen, wobei auf das Verständnis der zeitlichen Abgrenzung der Termini (Selbstidentität der ökologischen Einheiten) eingegangen wurde. Bei diesem Vorgehen stellte sich teilweise als problematisch heraus, auf die Vorstellungen zur Art der räumlichen Abgrenzung der ökologischen Einheiten einzugehen; diese waren nämlich z. T. schon in den Termini implizit angegeben (Wald, See usw.).

Das CN war so angelegt, dass der Kontext vorgegeben wurde, in welchem das Verständnis der für das Thema zentralen Termini (Lebensgemeinschaft, Ökosystem, Erde als Ökosystem) thematisiert werden konnte.

3.3 Auswertungen der Ergebnisse

Die empirisch erhobenen Schülervorstellungen aus dem Problemzentrierten Interview und Concept net wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse (vgl. MAYRING 2000, modifiziert durch GROPENGLIEBER 2001) in einem regelgeleiteten Verfahren interpretiert. Die Daten wurden in mehreren Schritten ausgewertet: redigierte Aussagen, geordnete Aussagen, Explikation und Strukturierung. Die Ergebnisse aus der PZI und CN wurden in der Explikation zusammengeführt. Die interpretierten Vorstellungen der Schüler und Ökologen wurden auf der letzten Ebene (Strukturierung) anhand der Konzepte und Denkfiguren in Beziehung gesetzt.

Bei der Auswertung der Daten waren auch die sprachlichen Aspekte zu berücksichtigen. In der Sprachwissenschaft wird in diesem Zusammenhang das Prinzip der sprachlichen Relativität diskutiert. Es geht hierbei um die Frage, ob

die jeweilige Sprache das Bild der Welt der Sprecher (mit)bestimmt (WERLEN 2002). Um die sprachlichen Aspekte bei der Interpretation berücksichtigen zu können, wurde wie folgt mit dem slowakischen Transkript umgegangen: Die in Slowakisch geschriebenen redigierten Aussagen wurden ins Deutsche übersetzt. Zuerst wurden die Aussagen inhaltlich in Kategorien geordnet (geordnete Aussagen). Im Weiteren wurde mit der slowakischen Version gearbeitet. Ausgehend von dieser Version wurde das Gedankengebäude der Schüler (Explikation) in Deutsch erklärt, wobei die Übersetzung der redigierten Aussagen noch einmal korrigiert wurde. Die sprachlichen Aspekte wurden bei der Explikation berücksichtigt.

4 Erste Ergebnisse

Die Vorstellung der Ergebnisse aus der Analyse der Schülervorstellungen wird hier im Hinblick auf folgende Fragen erörtert:

- ◆ Anhand der Wahrnehmung welcher Zusammenhänge wird eine Einheit in der Natur erkannt?
- ◆ Was leistet der vorgestellte Ansatz der Datenauswertung für das Verständnis der Schülervorstellungen?

Mit Blick auf diese Aspekte muss und wird die Auswertung jene Schüleraussagen besonders berücksichtigen, die im Vergleich von PZI und CN eine Divergenz zeigten. Zu der Interpretation der Schülervorstellungen wurden die ersten Ergebnisse aus der Fachlichen Klärung hinzugezogen (externe Triangulation). Für die Darstellung der Ergebnisse werden hier die Vorstellungen vom Interviewpartner Martin als Fallbeispiel vorgestellt.

4.1 Fachliche Klärung

Als ein Beispiel für die Analyse historischer fachlicher Quellen werden hier die Vorstellungen von KARL FRIEDERICHS, einem „frühen“ führenden Vertreter der Ökologie, angeführt. Nach dessen Worten stellt die Erde die wirkliche Ganzheit der Natur dar. Als ein zentraler Gedanke, die Zusammengehörigkeit der Natur auszudrücken, dient FRIEDERICHS das Prinzip der Enkapsis (jedes Teil ist durch das übergeordnete Ganze bestimmt):

„Welche ist das Prinzip, nach dem die höheren Seinstufen die niederen zusammenfassen und schöpferisch erhöhen? Wir haben bereits durch das Wort ‚Eingeschlossenheit‘ (Enkapsis) auf das Prinzip der Integration hingedeutet. Integration bedeutet Macht der Teile übereinander. Sie verlieren je nach der Höhe der Integration mehr oder weniger von ihrer Selbständigkeit und werden voneinander abhängig ...“ (FRIEDERICHS 1937, S. 36)

Dieser Gedanke bezieht sich auf die Deutung von zwei Zusammenhängen:

Erde als Sachganzheit

*„Die als Einheit erkannte Natur [gemeint ist: Erde] fällt unter den Begriff der **Ganzheit**... Sie ist die einzige Sachganzheit, die materiell selbständig ist, d. h. keine uns bekannten materiellen Bindungen besitzt. Alle anderen Ganzheiten sind ihr nach dem Prinzip der Enkapsis, des Eingeschlossenseins, untergeordnet, relative Ganzheiten, die in sich allein keinen Bestand haben, gar nicht ohne die Voraussetzung ihrer Verankerung in der großen Ganzheit denkbar sind.“* (FRIEDERICHS 1937, S. 48)

In dem Beispiel wird die Erde anhand der materialen Selbständigkeit als eine unabhängige Sachganzheit aufgefasst. Die materiellen bzw. stofflichen Zusammenhänge lassen die untergeordneten Ganzheiten (Holocoene/Ökosysteme, Lebensgemeinschaften) als von dem globalen Kreislauf abhängige erscheinen. Eine zentrale Bedeutung für die Auffassung der Erde als Ganzheit hat in diesem Zusammenhang der Bezug auf den Kreislauf der Stoffe.

Die zusammengesetzte Erde als Ganzheit⁵

In dem oben erwähnten Beispiel wird auch ein anderer Bezug deutlich, nämlich die Anordnung „der relativen Ganzheiten“ untereinander.

*„Die Welt ist **integriert**. Sie ist **Gestalt** und aus Gestalten zusammengesetzt, ist Ganzheit.“* (FRIEDERICHS 1937, S. 11)

Der Sinn solcher Deutung der Erde ergibt sich aus der Wahrnehmung der räumlichen Struktur der Gebiete z. B. als Wald oder See, die als Ganzheiten – Gestalten - von FRIEDERICHS genannt werden. In diesem Sinne wird ein anderer Zusammenhang genannt, um die Lebenseinheit Holocoen zu definieren:

„... und all dieses Leben zusammen bildet ein Beziehungsgefüge: die Lebensgemeinschaft. Diese ist eingepaßt in den Lebensraum, dessen einzelne Faktoren wieder zu einem Beziehungsgefüge vereinigt sind.“ (FRIEDERICHS 1937, S. 18).

Innerhalb der enkaptisch angeordneten Hierarchie der Natur bildet die Lebensgemeinschaft mit dem Biotop, mit dem sie sich räumlich decken soll, eine höhere Lebenseinheit, die als Holocoen benannt wird. Die Einheit der Natur führt für ihn zu weiteren Aussagen über das „Wesen“ von Lebensgemeinschaft und Holocoen:

⁵ Im Wesentlichen orientiert sich dieser Teil der Interpretation auf die Auffassung von K. JAX (2002, S. 84–86).

„Eine notwendige und direkte Folgerung aus der Einheit der Natur ist, daß von den zahllosen einzelnen ökologischen Faktoren, aus denen sich jedes zusammensetzt, zwar jede einzelne für sich, aber nicht für sich, sondern zugleich alle im Verband miteinander als Einheitsfaktor einwirken.“ (FRIEDERICHS 1927, S. 182)

Und im Weiteren:

„Die Einzelfaktoren des Lebensraums nun wirken auf die Wesen ganz verschieden ein, je nachdem in welcher Kombination sie auftreten: Wärme und Kälte z. B. ganz verschieden bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden. Der Lebensraum veranlasst den Phänotypus der Wesen darin, modifiziert ihr Verhalten, bestimmt die Arten und die Individuenmenge, die darin leben kann ... – ein Beziehungsgefüge, das das Ganze einer Landschaft, Lebensraum und Lebensgemeinschaft zur Einheit, zum Holocoen verbindet, ein kleines Universum daraus macht.“ (FRIEDERICHS 1937, S. 18–19)

Dieser „Einheitsfaktor“ hat indessen viele Ausprägungen und ist ebenfalls „enkaptisch“ geordnet:

„Ein Einheitsfaktor ist die Lebensgemeinschaft aber auch das „**Klima**“. Letzteres ist ein Bestandteil desjenigen Einheitsfaktors, den wir hier als **physiographischen** (abiotischen) **Konnex** bezeichnen: die Ganzheit der physiographischen Faktoren. Die Ganzheit der biozönotischen Faktoren ist der **biocönotische** (biotische) **Konnex** oder das **Geflecht des Lebens**.“ (FRIEDERICHS 1930, S. 108, zitiert nach JAX 2002)

„Die Gesamtheit der physiographischen und biocönotischen Bedingungen als Einheitsfaktor zusammengefaßt bestimmt den Charakter der Landschaft.“ (FRIEDERICHS 1927, S. 183)

Die Zusammenhänge in der Natur sind enkaptisch angeordnet: das Klima der Landschaft bestimmt die Arten, die in dem Lebensraum leben können. Das Beziehungsgefüge des Holocoen bildet die Einheit⁶ der Natur.

4.2 Schülervorstellungen

Problemzentriertes Interview

Unabhängige Ökosysteme und die Erde als zusammengesetztes Ganzes

Martin betrachtet das Ökosystem der Erde als Ganzheit aufgrund der Auffassung, dass die Erde aus mehreren Einheiten – Ökosystemen – zusammenge-

⁶ Etwas verwirrend kann hier die Unterscheidung zwischen den Ausdrücken „Einheit“ und „Ganzheit“ wirken. Die Ganzheit schließt die Einheit(en) ein; spricht man nämlich über Ganzheiten, wird die Oberfläche, d. h. die Abgrenzung von der Umwelt, wahrgenommen. Durch die Einheit wird das Beziehungsgefüge (z. B. zwischen Klima und Organismen), das sich innerhalb der Ganzheit befindet, herausgestellt.

setzt ist. Die Bedeutung solcher Wahrnehmungen spielt bei der Betrachtung der Unabhängigkeit der Ökosysteme voneinander eine Rolle.

„Die Erde ist ein großes Ökosystem, das aus kleineren Ökosystemen zusammengesetzt ist. Und die größeren [die sich aufgrund des Klimas unterscheiden] Ökosysteme, z. B. die Gebirge, sind unabhängig von den Ökosystemen der Küste. Eigentlich ist das Ökosystem ein größeres Gebiet, das in keinem festen Zusammenhang mit der Umwelt steht. Eigentlich handelt es sich um eine eigenständige, unabhängige Einheit, die selbst existieren kann. Eine Einheit. ... z. B. das Ökosystem in der Umgebung des Meeres ist nicht vom Gebirge abhängig. Sie können nebeneinander vorkommen, sich jedoch nicht gegenseitig beeinflussen. Dort läuft das Leben anders ab als im Gebirge und im Wald. Und bei dem Meer ist es schon wieder anders. ... Die Ökosysteme auf der Erde gehören zusammen, obwohl auch sie nicht voneinander abhängig sind. Sie gehören zusammen, weil sie die Natur bilden und durch sie wird sie so bunt gemacht.“ (Martin 1079-1094, 1004-1029, 1095-1115)

Martin unterscheidet die verschiedenen Ökosysteme anhand wahrnehmbarer Strukturen. Aufgrund der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen klimatischen Faktoren und dem biotischen Teil des Ökosystems, wobei er im Weiteren die „größeren Ökosysteme“ als „Klimazone“ beschreibt, werden nebeneinander vorkommende Ökosysteme als voneinander unabhängig bezeichnet.

Concept Net

Während der Erstellung des CN deutet Martin die Erde als Ganzheit in zweierlei Weise:

Unabhängige Ökosysteme und die Erde als zusammengesetztes Ganzes

Obwohl Martin keine Bilder vor sich hat, geht er bei der Argumentation für die Erde als Ökosystem auf die visuelle Wahrnehmung der Strukturen des Ökosystems ein. Auch beim CN bezeichnet er die Erde anhand dieses Kriteriums wieder als ein größeres, aus kleinen Ökosystemen (Gebieten) zusammengesetztes Ökosystem.

„Die Erde ist insgesamt gesehen ein größeres Ökosystem, als ein Ganzes, und sie gliedert sich in kleinere Ökosysteme auf. Die Erde ist aus dem Grund ein Ökosystem, das habe ich auch letztes mal erwähnt, weil ein Ökosystem keine [echten Grenzen] hat, d. h. hier ist ein Ökosystem und hier ist ein anderes, aber dazwischen gibt es Übergangszonen, an denen sich die Ökosysteme überschneiden. Auf diese Weise bilden sie ein einheitliches Ganzes, das ist die Erde. Es ist nicht irgendwo getrennt, was weiß ich, dass sich hier das Urwaldökosystem befindet und dort plötzlich nicht mehr.“ (Martin 992-1013)

Abhängige Ökosysteme und die Erde als Sachganzheit

Während des Interviews zum CN deutet Martin die Erde aus einer ganz anderen Perspektive als Ökosystem. Er begründet seine Deutung der Erde als Ökosystem jetzt anhand von Faktoren, die alle Ökosysteme verbinden.

„Auf der Erde leben alle Organismen zusammen, keine Ahnung, die aus dem tropischen Wald und auch die aus dem normalen Wald. Obwohl sie sich in ihrem ganzen Leben nicht treffen, bilden sie doch als Ganzes ein Ökosystem und beeinflussen ihre Umwelt und bilden damit das ganze Ökosystem der Erde. ... Das Ökosystem kann nicht allein existieren. Es kann darum nicht allein existieren, deshalb habe ich das auch so eingelegt, weil die Erde eigentlich ein größeres Ökosystem darstellt. Mit anderen Worten: die kleineren Ökosysteme müssen in irgendeiner Weise zusammenarbeiten. ... Z. B. der Urwald. Im Urwald wird die größte Menge an Sauerstoff produziert, das ist sicherlich ein großer Einfluss. Oder in den Gebirgen fallen die größten Niederschlagsmengen – und das Wasser fließt weiter. Das Wasser wird z. B. von Organismen aus den anderen Ökosystemen getrunken. Ich weiß nicht, z. B. irgendein Gebirge, wo es kalt ist, und irgendein Meeresgebiet. Das Wasser wird an den Übergängen dieser beiden Gebiete geschmolzen. Also ist das Wasser aus dem Schnee eine Nahrungsquelle für alle Organismen. Nicht nur für die in den Gebirgen, wo es den Schnee gibt. Nicht nur in den Gebirgen ist es, auch überall, wohin das Wasser in den Flüssen oder Bächen fließt, und dadurch beeinflusst es auch die anderen Ökosysteme.“ (Martin 1014-1038, 1135-1156, 1039-1071)

In diesem Zusammenhang wird die Erde selbst als ein wirkliches Ökosystem aufgefasst (und nicht als Summe voneinander unabhängiger Ökosysteme). Für die Argumentation im Bezug auf das Ökosystem Erde werden die stofflichen Zusammenhänge in der Natur in Betracht gezogen, durch die alle Ökosysteme miteinander in Beziehung stehen. Dieser Zusammenhang der Ökosysteme macht die Erde zum Ökosystem.

5 Diskussion

Aus der bisherigen Analyse der historischen fachlichen Quellen und der Untersuchung der Schülervorstellungen zum Thema „Einheiten in der Natur“ scheinen zwei Vorstellungen für die Beschreibung der Zusammenhänge in der Natur leitend zu sein:

- ◆ „Räumliche Annordnung“ beschreibt eine Einheit zwischen belebter und unbelebter Natur im Sinne „Organismen und Lebensraum“, wobei die Wahrnehmung der räumlichen Strukturen eine zentrale Rolle spielt.
- ◆ „Vernetzte Natur“: die Zusammengehörigkeit in der Natur wird einerseits anhand der Nahrungszusammenhänge zwischen Organismen – im Sinne von

„Fressen und Gefressenwerden“ – beschrieben und zum anderen aus einer eher globalen Perspektive, bei der von einer stofflichen Abhängigkeit/Zusammengehörigkeit in der Natur ausgegangen wird.

In den oben genannten Beispielen der Deutung der *Erde als ein aus anderen Ökosystemen/Holocoenen zusammengesetztes Ökosystem/Ganzheit* wird ein räumliches Verständnis von Ökosystemen erkennbar. Die Ökosysteme werden anhand wahrnehmbarer Strukturen und Grenzen als Ganzheiten aufgefasst. In diesem Zusammenhang wird die räumliche Auffassung mit den Auswirkungen der physikalischen Faktoren eines Lebensraumes auf den belebten Teil begründet. Martin nennt die Ökosysteme selbst Klimazonen und von KARL FRIEDERICH werden ebenfalls *physiographische* Faktoren (Klima) hervorgehoben.

In den Beispielen von FRIEDERICHS *Erde als Sachganzheit* und bei Martins Beispielen für *Abhängige Ökosysteme und die Erde als Sachganzheit* spielt die Denkfigur „Vernetzte Natur“ eine Rolle. Ausgehend von der Deutung der Zusammengehörigkeit der Erde anhand des stofflichen Kreislaufs der Natur wird die Bedeutung des Begriffs des Ökosystems in einen anderen Sinnzusammenhang gebracht. Im Vordergrund steht die stoffliche Abhängigkeit innerhalb der Natur und in diesem Sinne wird die Erde als „funktionierendes Ganzes“ verstanden. Es wurde also nur ein anderer Zusammenhang ausgewählt, nämlich der Stoffkreislauf.

Der Begriff Ökosystem wird auf zweierlei Weise gedeutet: Zum einen als ein Lebensraum (Gebiet) und zum anderen als ein Kreislauf.

Es scheint, dass für die Deutung des Begriffs des Ökosystems die Denkfigur der „Räumlichen Abgrenzung“ eine zentrale Rolle spielt. Diese wird auch in einem anderen Zusammenhang offensichtlich. Im einführenden Zitat des Artikels wird eine Unsicherheit von Martin deutlich, nämlich dass der Terminus Ökosystem zwei Bedeutungen haben kann, die mit der Wahrnehmung der Zusammenhänge in der Natur korrespondieren. Bei der Beschreibung von Wald und Wiese als Ökosysteme werden einerseits die Nahrungsbeziehungen (Kreislauf im Sinne von „Fressen und Gefressenwerden“) und andererseits die räumliche Abgrenzung angeführt. Eine ähnliche Ansicht findet sich auch bei FRIEDERICHS. Auch auf der Ebene der Ökosysteme treten Diskrepanzen in den Aussagen auf. Diese beziehen sich auf die Abgrenzung des Ökosystems. Einerseits werden die Tiere hinsichtlich ihrer Nahrungsansprüche mehreren Räumen zugeordnet und andererseits werden die Lebensräume anhand einer „echten Oberfläche“ abgegrenzt. Beide Aspekte werden als real für die Konstitution des Begriffs Ökosystems angenommen. Es scheint aber, dass der Orientierung an den „wahrnehmbaren Strukturen“ eine etwas größere Rolle zugemessen wird.

Dieses zeigt sich auch bei der Abgrenzung der Begriffe „Lebensgemeinschaft“ und „Ökosystem“.

Für das Verständnis des Terminus Ökosystem sind die Zusammenhänge im Sinne eines Kreislaufes („Fressen und Gefressenwerden“), welcher in einem Lebensraum stattfindet, bedeutend. Auch die Lebensgemeinschaft wird anhand der Nahrungsbeziehungen zwischen Organismen, die in einem Lebensraum zusammen leben, konstituiert. Aus diesem Grunde wird von Martin ein anderes Kriterium – die Größe der Gebiete – hinzugenommen, um die Begriffe voneinander zu trennen. Das Ökosystem, ein Klimagebiet (das Holocoen bei FRIEDERICHS 1937, S. 22), schließt die kleineren Ökosysteme/Lebensgemeinschaften ein. Das Problem ergibt sich daraus, dass den Beziehungen auf dieser Ebene keine Ausdifferenzierung zukommt.

Die Bedeutung lebensweltlicher Bezüge (ontologisch reale Auffassung der ökologischen Einheiten, hier des Ökosystems) in den Aussagen der Schüler ist nicht nur im Hinblick auf die empirische Forschung von Bedeutung. Sie deuten auch auf didaktische Konsequenzen für den Biologieunterricht. Viel versprechend für die Didaktische Strukturierung erscheinen die Aspekte, die durch die globale Sicht der Erde als Ökosystem von den Schülern zur Einheit der Natur eingebracht werden. Das Erfassen der Zusammenhänge in der Natur sollte als ein Erkenntnisprozess verstanden werden, der kein unmittelbares Abbild der „Realität“ liefert, sondern immer schon von theoretischen Annahmen abhängig ist (JAX et al. 1993).

Literatur

- BAALMANN, W., V. FRERICHS & U. KATTMANN (1999): How the Gorillas became dark – Research in students' conceptions leads to a rearrangement of teaching genetics and evolution. In: DE JONG, O., K. KORTLAND, A. J. WAARLO & J. BUDDINGH [Eds.]: Bridging the gap between theory and practice: What research says to the science teacher. Proceedings of the 1998 International Summer Symposium Utrecht University, The Netherlands. ICASE, Hongkong. 171-189.
- DANN, H.D. (1992): Variation von Lege-Strukturen zur Wissensrepräsentation. In: SCHEELE, B. [Hrsg.]: Struktur-Lege-Verfahren als Dialog-Konsens-Methodik: Ein Zwischenfazit zur Forschungsentwicklung der rekonstruktiven Erhebung Subjektiver Theorien. Aschendorff, Münster. 3-38.
- DRIVER, R. & G.L. ERICKSON (1983): Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education* **10**, 37-60.
- ERZBERGER, C. (1995): Die Kombination von qualitativen und quantitativen Daten. *Methodologie und Forschungspraxis von Verknüpfungstrategien*. ZUMA-Nachrichten **36** (19), 35-60.
- FLICK, U. (1992): Entzauberung der Intuition. Systematische Perspektiven – Triangulation als Strategie der Geltungsbegründung qualitativer Daten und Interpretationen. In: HOFFMEYER-ZLOTNIK, J.H.P. [Hrsg.]: Analyse verbaler Daten: über den Umgang mit qualitativen Daten. Westdeutscher Verl., Opladen. 11-55.
- FRIEDERICHS, K. (1927): Grundsätzliches über die Lebenseinheiten höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor. *Naturwissenschaften* **8**, 153-157, 182-186.

- FRIEDERICH, K. (1937): Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung – Bios 7, 1-108.
- GAVORA, P. (1999): Úvod do pedagogického výskumu. Univerzita Komenského, Bratislava.
- GROEBEN, N. & B. SCHEELE (2000): Dialog-Konsens-Methodik im Forschungsprogramm Subjektive Theorien (9 Absätze). Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research On-line Journal 1 (2).
- GROPENGEIER, H. (2001): Didaktische Rekonstruktion des Sehens: Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion. 2. Aufl., Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- JAX, K., E. VARESCI & G.P. ZAUKE (1993): Entwicklung eines theoretischen Konzepts zur Ökosystemforschung Wattenmeer. UBA-Texte 47.
- JAX, K., C.G. JONES & S.T.A. PICKETT (1998): The self-identity of ecological units. Oikos 82, 253-264.
- JAX, K. (2002): Die Einheiten der Ökologie. Peter Lang, Frankfurt am Main.
- KATTMANN, U., R. DUIT, H. GROPENGEIER & M. KOMOREK (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 3 (3), 3-18.
- LEACH, J., R. DRIVER, P. SCOTT & C. WOOD-ROBINSON (1995): Children`s ideas about ecology 1: theoretical background, design and methodology. Science Education 17 (5), 721-732.
- MAYRING, P. (2000): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 7. Aufl., Deutscher Studienverlag, Weinheim.
- OSUSKÁ, E. (1995): Identifikácia prírodovedných obsahov v štruktúre poznania žiakov. Diz. práca, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava.
- PFUNDT, H. & R. DUIT (2002): Bibliography: Student`s alternative frameworks and science education: Leibniz-Institute for Science Education (distributed electronically). Kiel, Germany.
- RUIZ-PRIMO, M. & R. SHAVELSON (1996): Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. Journal of Research in Science Teaching 33 (6), 569-600.
- WERLEN, I. (2002): Sprachliche Relativität. Eine problemorientierte Einführung. A. FranckeVerlag, Tübingen Basel.

