



# Elementarisierung und Didaktische Rekonstruktion

SEBASTIAN FRÖHLICH

[FROEHLICHSE@STUD.SBG.AC.AT](mailto:FROEHLICHSE@STUD.SBG.AC.AT)

## Zusammenfassung

Elementarisierung (Zerlegung, Vereinfachung) ist ein Begriff der Pädagogen und Didaktiker schon lange beschäftigt. Dieser alleine reicht aber noch nicht aus, denn die Didaktische Rekonstruktion im Sinne der Zusammenfügung der elementaren Sinneinheiten ist ebenso von großer Bedeutung. Hierzu gibt es generell vier Kategorien der Elementarisierung: Die didaktische, die inhaltliche, die methodische, und die begriffliche. Eine strikte Trennung ist aber oftmals nur schwer oder gar nicht möglich, weshalb Autoren wie Kircher oder Duit diese Kategorisierung aufbrechen und am Physikunterricht orientiert, konkret verschiedene Möglichkeiten wie beispielsweise Elementarisierung durch Analogien behandeln. Neben den Methoden und den drei Kriterien der Elementarisierung (fachgerecht, schülergerecht und zielgerecht), wird auch das Modell der Didaktisch Rekonstruktion nach Kattman, Duit, et al. beleuchtet, welches die drei Aspekte „Fachliche Klärung“, „Erfassen der Schülerperspektiven“ und „Didaktische Strukturierung“ in wechselseitigen Zusammenhang bringt.

## 1 Einleitung und Geschichtliches

Das Problem der Elementarisierung ist kein sonderlich neues sondern beschäftigt Pädagogen und Didaktiker schon seit es Schule, und damit auch den Versuch Lernen zu organisieren, gibt. Einer der ersten Pädagogen der es sich zur Aufgabe machte dieses Problem näher zu beleuchten war Pestalozzi (1746-1827), welcher schon im Jahre 1801 ein Buch mit dem Titel „Wie Gertrud ihre Kinder lehrt“ veröffentlichte. In diesem Buch formulierte er bereits seinen „Traum“ wobei er den Standpunkt vertrat, dass sich alle Lehrstoffe auf ganz natürliche Weise in kleinere Elemente zerlegen lassen. Auch andere Pädagogen beschäftigten sich in der Vergangenheit mit dem Thema der Elementarisierung. Zum Beispiel tätigte Diesterweg (1790-1866), Pestalozzis Auffassung entsprechend, folgende Aussage:

*„Lass es kleine Ganze auffassen; gib ihm kleine Ganze“*

*Diesterweg 1832, Seite 32*

Wobei dies so zu verstehen ist, dass schwierige Begriffe aber auch zum Beispiel komplexere Geräte/Maschinen in kleinere Sinneinheiten zerlegt werden sollten, die dann im Unterricht wieder in einer bestimmten Reihenfolge aneinander gefügt werden. Ein weitere Pädagoge, Weltner, hat versucht diesen Gedanken noch weiter zu präzisieren, indem er die Sinneinheiten „Erklärungsglieder“ nennt, und die Zusammensetzung eben dieser bezeichnet er als „Erklärungsmuster“ (vgl. Weltner 1982, S. 195ff), wobei das Erklärungsmuster als Summe der Erklärungsglieder zu verstehen ist. Wenn nicht

anders angegeben ist diese Interpretation auch jene, wie ich die Begriffe im Folgenden verwenden werde. Unter Elementarisierung verstehe ich das Zerlegen in elementare Sinneinheiten, und unter der Didaktischen Rekonstruktion verstehe ich das Wiederaneinanderfügen eben dieser.

Wenn man sich nun das Prinzip der Elementarisierung und der Didaktischen Rekonstruktion am Beispiel des Kompressor-Kühlschranks ansieht (vgl. Weltner 1982, S. 211ff), erkennt man, das zu den Sinneinheiten die aus physikalischer Sicht nötig sind, noch weitere hinzukommen könnten, wie zum Beispiel chemische, oder auch umweltbezogene. Das heißt, dass neben den Adressaten, auch die Sachstruktur des jeweiligen Faches sowie auch die Ziele die man verfolgt, Einfluss auf den Prozess der Elementarisierung haben. Leider muss man daraus schlussfolgern, dass es eine universelle Methode, ein Kochrezept, für das Elementarisieren nicht geben kann. Pestalozzis Traum bleibt also ein Traum.

## 2 Arten der Elementarisierung

Obwohl, wie wir oben festgestellt haben, Elementarisierung kein isolierter Prozess sein kann, formulierte Jung einige Typen beziehungsweise Klassifikationen oder Arten von Elementarisierung (vgl. Jung 1970), die ich im Folgenden etwas genauer ausführen möchte.

### 2.1 Didaktische Reduktion

Bei der didaktischen Reduktion geht es im Wesentlichen um die Anpassung des Lehrstoffes an das Aufnahmevermögen bzw. die Leistungsfä-

higkeit der Lernenden. Jung unterscheidet hierzu in verschiedene Niveaus:

- Beschränkung auf das Qualitative
- Beschränkung auf Phänomene
- Beschränkung auf Prinzip-Versuche
- (Elementarisierung I)
- Phänomenologische Ordnung
- (Elementarisierung II)
- Theorien im Sinne von begrifflichen Konstruktionen
- Theorien im Sinne von Mathematisierung (Elementarisierung III)

Eine weitere Methode die ich auch bei der didaktischen Reduktion einordnen würde ist die Bildung von Analogien, auf die ich weiter unten auch noch etwas genauer eingehen werde.

## 2.2 Inhaltliche Reduktion

Bei der inhaltlichen Reduktion handelt es sich um eine begründete Auswahl von grundlegenden Bildungsgehalten. Es werden beispielsweise nur fachlich relevante (zumindest im diesem Moment) Gesetze und Begriffe behandelt. Wichtig ist hierbei natürlich die Zielsetzung.

Jung teilt auch hier ein:

- Reduktion auf das Qualitative
- Mangelnde begriffliche Differenzierung
- Übermäßige Generalisierung
- Unnötige Partikularisierung
- Frühere Stadien der Entwicklung
- Modelle

Zur besseren Vorstellung, was denn mit diesen Punkten gemeint sein könnte, hier einige Beispiele:

Als Generalisierung (Verallgemeinerung) könnte man beispielsweise die Aussage, dass sich alle festen Körper sowie Flüssigkeiten bei Erwärmung ausdehnen, verstehen. Die Anomalie des Wassers wird hier außen vor gelassen.

Unter mangelnder begrifflicher Differenzierung versteht man, dass zum Beispiel Sonderfälle bei der Einführung eines Begriffes absichtlich nicht thematisiert werden, bzw. diese auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden.

Vor allem den Rückgriff auf frühere Stadien der Entwicklung bzw. historische Entwicklungsstufen empfinde ich als äußerst wichtig. So hat die Wissenschaftsgeschichte großen Einfluss auf unser heutiges Verständnis der modernen Physik. Ebenso steckt hier ein großes Motivationspotential für die Schüler und Schülerinnen, wenn sie sehen wie sich neue Gedanken oder Theorien oftmals nur sehr schwer und mit großem Widerstand durchgesetzt haben, und wie sich Begriffe im Laufe der Zeit entwickelt haben.

## 2.3 Methodische Vereinfachung

Bei der methodischen Vereinfachung geht es um die Zerlegung in elementare Lernschritte. Neues Wissen sollte Schritt für Schritt aufgebaut werden, das heißt, dass bei schwierigen Unterrichtsinhalten zuerst auf vorhandenes Vorwissen zurückgegriffen werden muss. Darauf wird nach und nach aufgebaut (vgl. Bruners Spiralprinzip). Bei einem Schulbuchvergleich zeigt sich schnell, dass es vor allem in der methodischen Strukturierung eines Themas oft große Unterschiede geben kann. Wichtig ist jedenfalls eine innere Konsistenz. Man muss sich fragen: Sind alle erforderlichen Wissens Elemente („Chunks“) im Vorfeld behandelt worden? (vgl. Hopf et al, 2010, S. 74)

## 2.4 Begriffliche Elementarisierung

In Hopf's „Physikdidaktik kompakt“ wird noch eine weitere Kategorisierung angeführt und zwar die „Begriffliche Elementarisierung“ bei der es um die Konstruktion der bereits erwähnten Wissensbausteine, genannt Chunks geht. Diese Chunks sind eigenständige Wissens Elemente die der Konstruktion von Komplexerem dienen. Ein Beispiel hierzu kann zum Beispiel der Transistor sein. Um die Funktion eines Transistors zu verstehen müssen im Vorfeld Begriffe wie Dotierung und Halbleiterschichten behandelt worden sein. Dann kann man Flipflops (Kippstufen) als eine spezielle Transistor-schaltung verstehen, und im nächsten Schritt aus mehreren Flipflops einen Datenspeicher konstruieren, ohne sich jedes Mal wieder Gedanken über die Funktion eines Transistors machen zu müssen. (vgl. Hopf et al 2010, S. 74)

## 2.5 Aufbrechen der Kategorien

Man sieht an diesen vier Einteilungen von Elementarisierung, deren Auflistungen weder vollständig noch unveränderbar sind, bereits, dass eine eindeutige Zuordnung oftmals nicht, oder nur schwer möglich ist, da sich die Arten teilweise überschneiden. Die Autoren Kircher et al (auch Duit et al) brechen daher, mit Bezug auf Jung, diese Klassifikation auf und formulieren eher bezogen auf den tatsächlichen Physikunterricht, folgende Möglichkeiten der Elementarisierung: (vgl. Kircher 2009, S. 123)

- Beschränkung auf Phänomene
- Beschränkung auf Prinzipien
- Beschränkung auf Qualitatives
- Experimentelle Veranschaulichung
- Bildhafte Veranschaulichung
- Zerlegen in mehrere methodische Schritte

- Einbeziehung historischer Entwicklungsstufen

Die Zerlegung in mehrere methodische Schritte möchte ich hier an einem Beispiel aufzeigen (vgl. Kircher 2009, S. 125; vgl. Wagenschein 1970, S. 167f). So eine Zerlegung ist eigentlich typisch für die Behandlung von Gesetzen im Physikunterricht. Generell kann man die Rekonstruktion in vier Schritte (Komplexitätsstufen) einteilen.

„Qualitativ“, „halbquantitativ“, „quantitativ sprachlich“ und „quantitativ mathematisch“. Eine mögliche Zerlegung vom Boyle-Mariotte'schen Gesetz in diese vier Schritte könnte folgendermaßen aussehen:

1. Wenn ich eingeschlossene Luft zusammendrücke, geht das zunehmend schwerer
2. Je kleiner der Raum der Luft wird, desto größer wird der Druck
3. Wenn das Volumen 5-mal so klein wird, wird der Druck 5-mal so groß. Allgemein n-mal
4.  $p \cdot V = \text{konstant}$

Man spricht bei einer solchen Zerlegung oft von den vier Stufen der didaktischen Rekonstruktion. Die Verwendung von methodischen Schritten kommt nicht selten auch in Lernpsychologischen Theorien vor. Hier möchte ich eine davon ansprechen, welche ich für sehr wichtig halte.

Diese wäre die Lerntheorie von Bruner (1970), nach welcher jeder zu lernende Sachverhalt generell auf drei Arten behandelt werden sollte (muss). Diese drei Arten sind „enaktiv“, „ikonisch“ und „symbolisch“, weshalb dieses Modell auch als EIS-Modell bezeichnet wird. Zumindest zwei der drei Punkte tauchen auch in der Auflistung von Kircher auf: Die experimentelle Veranschaulichung und die bildhafte Veranschaulichung. Die enaktiven (handelnden) Schritte sind vor allem als Schülerexperimente zu verstehen, die ikonischen Schritte als bildhafte Darstellungen und die symbolischen als sprachliche oder mathematische Darstellung. Hier ist auch die Ähnlichkeit zu dem, den handlungsorientierten Unterricht ansprechenden, didaktisch-methodischen Modell von Pestalozzis zu erwähnen nachdem immer „Herz, Hand und Kopf“ eingesetzt werden sollten.

### 3 Kriterien der Elementarisierung

Obwohl es keine Universalmethode gibt, und Lernen sehr stark personen- und inhaltsgebunden ist, habe sich aus den Diskussionen der letzten Dekaden drei Kriterien für die Elementarisierung und Rekonstruktion herauskristallisiert, denen beide genügen sollten (vgl. Bleichroth 1991, Jung 1973, Kircher 1985, Weltner 1982).

Beide sollten auf jeden Fall immer fachgerecht, schülergerecht und auch zielgerecht sein.

„Fachgerecht“ ist hierbei nicht als streng fachlich richtig zu verstehen sondern vielmehr könnte man diesen Begriff als „vorübergehend fachlich relevant“ deuten. Zu diesem Begriff gehört aber auch unbedingt die fachliche Erweiterbarkeit, sodass späteres Umlernen auf jeden Fall vermieden werden kann (vgl. Jung 1973). Ein Paradebeispiel zu diesem letzten Punkt ist vor allem das Bohr'sche Atommodell. Hier wird dieser Aspekt der Erweiterbarkeit oftmals versäumt, sodass in der Oberstufe dann doch umgelernt werden muss.

Weitere Aspekte hierbei wären, dass bei Vereinfachungen keine grundlegend falschen Vorstellungen seitens der Schüler und Schülerinnen unterstützt werden dürfen. Hierfür ist auf jeden Fall wichtig, dass man als Lehrperson bei dem jeweiligen Thema über mögliche oder häufige Präkonzepte und Schülervorstellungen Bescheid weiß, sodass diese bereits in der Vorbereitung berücksichtigt werden können.

Ebenso dürfen auch keine fachlichen Fehler enthalten sein, wie beispielsweise in der Optik der Vergleich der Funktionsweisen vom Auge und einem Fotoapparat, da das Scharfstellen hier grundsätzlich auf eine andere Art geschieht. Als letzten Punkt hier möchte ich anführen, dass man vor allem bei der didaktischen Reduktion die Grenzen seines Modells erwähnen und diskutieren sollte.

Mit dem Begriff „schülergerecht“ ist gemeint, dass das Vorwissen und wie oben schon erwähnt auch die möglichen Schülervorstellungen berücksichtigt werden müssen. Ebenso müssen natürlich eine altersgerechte Sprache und auch altersgerechte Illustrationen verwendet werden. „Zielgerecht“ bedeutet in diesem Sinne, dass man sich im Klaren sein muss welche Ziele man verfolgt. Verschiedene Ziele fordern auch verschiedene Sachstrukturen des Unterrichts. So werden zum Beispiel „fachliche Ziele“ und „pädagogische Ziele“ die jeweilige Unterrichtsmethode beeinflussen. Mit klaren Zielvorstellungen hat man also eine Möglichkeit zu entscheiden was im Unterricht behandelt wird, oder was eventuell weniger intensiv behandelt wird, also eine Möglichkeit die die vorzunehmende Elementarisierung erleichtert.

### 4 Methoden der Elementarisierung

Wie im Abschnitt 2 schon angesprochen gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten bzw. Arten von Elementarisierung. Dazu gehört unter anderem das ebenfalls schon erwähnte EIS-Modell, nach

dem man Vereinfachungen durch Experimente, durch ikonische Darstellungen und auch durch symbolische Darstellungen vornehmen kann. Da hier nicht alle Methoden ausführlich behandelt werden können möchte ich mich auf eine im Speziellen konzentrieren. Hier habe ich mich für die Elementarisierung durch Analogien entschieden. Da diese Methode auch eine viel diskutierte ist, erscheint sie mir an dieser Stelle besonders interessant.

#### 4.1 Elementarisierung durch Analogien

Zuerst einmal muss der Begriff Analogie geklärt werden. Ganz allgemein wird bei der Verwendung einer Analogie versucht aufgrund von Ähnlichkeiten zu bereits Bekanntem einen Vergleich zu etwas Unbekanntem herzustellen. Da es sich hierbei um eine Elementarisierungsart handelt ist klar, dass diese Methode nur für den Unterricht relevant sein kann, wenn sie auch den bereits besprochenen Kriterien für Elementarisierung genügt. Das formale Prinzip von Analogienutzung sieht folgendermaßen aus:

Der zu lernende primäre Lernbereich besteht aus dem Tripel (O,M,E) wobei O ein physikalisches Objekt, M die Abbildung dieses Objekts in eine naturwissenschaftliche Theorie bzw. ein Modell, und E das Experiment mit welchem dieses Objekt untersucht werden kann, beschreibt. Wenn nun Analogien eingesetzt werden, wird dieses Tripel durch ein weiteres (O\*,M\*,E\*) ersetzt. Dieses Tripel wird analoger Lernbereich genannt (vgl. Kircher 2009, S. 134). Man kann dann sagen, dass  $O^* \sim O$ ,  $M^* \sim M$  und  $E^* \sim E$ , was bedeutet, dass analoge Objekte, ähnliche Begriffe, und Analogversuche verwendet werden. Wichtig ist bei der Analogienutzung, dass man sich auch über die mathematische Bedeutung der „Ähnlichkeit“ im Klaren ist. Die Ähnlichkeitsrelation ist nämlich nicht transitiv, daher weiß man nicht ob „Ähnlichkeit“ übertragen wird oder nicht. Hesse meint daher, dass das im analogen Lernbereich gewonnen Wissen auch nicht mehr sein kann als eine Hypothese im primären Lernbereich. Eine Analogie kann also dementsprechend niemals etwas erklären, sondern höchstens veranschaulichen (vgl. Hesse 1963). An dieser Stelle ist es angebracht ein Beispiel anzuspüren. Das wohl bekannteste (umstrittenste) Beispiel ist die Wasseranalogie zum elektrischen Stromkreis.

Im Folgenden werden die Begriffe des primären, dem analogen Lernbereich zugeordnet.

<b>O*</b>	<b>O</b>
Wasserschlauch	El. Leitung

Wasserhahn	El. Schalter
Pumpe	Batterie
Wasserrad	Elektromotor
<b>M*</b>	<b>M</b>
Wasserstromstärke J	El. Stromstärke I
Wasserdruckunterschied p	El. Spannung U
<b>E*</b>	<b>E</b>
Je größer der von der Pumpe erzeugte Druck, desto größer J	Je größer die von der Batterie erzeugte U, desto größer I

**Tab. 1:** Wasseranalogie

Aus langer Diskussion der Vor- und Nachteile diese Analogie kristallisieren sich folgende Punkte heraus.

##### Pro:

- Vertrautheit mit dem Wasser
- Formal gelten die gleichen Gesetze

##### Contra:

- Eigentlich keine „einfachere“ Theorie herangezogen
- Experimentelle Schwierigkeiten bei der Messung von beispielsweise Wasserstromstärke

Aus dieser teilweisen Kritik (vgl. Kircher 1985), ergeben sich auch Ideen für eine andere Analogie. Man könnte hier auch die Teilchenanalogie verwenden, d.h. die Elektronenbewegung beispielsweise mit einem Auto- oder Schülerstrom vergleichen. Generell sollte man sich auf jeden Fall im Klaren sein, dass der primäre Lernbereich immer Vorrang gegenüber dem analogen Lernbereich hat. Da man in der Schulpraxis oftmals Zeitprobleme hat, muss daher abgewogen werden ob und wie, bzw. wie oft man solche Analogien einsetzt oder einsetzen kann. Ein wichtiger Punkt der auf alle Fälle noch beachtet werden sollte ist, dass auf der Analoge Lernbereich nicht neu gelernt werden muss, sondern, dass auf bereits Bekanntes zurückgegriffen werden sollte.

Besonders eignet sich der Einsatz von Analogien natürlich bei sehr schwierigen Themen, wie Atom-, Kern- oder Teilchenphysik, bei denen es ansonsten schwierig oder gar unmöglich ist, Experimente zu zeigen. Hierzu findet sich im Internet eine Vielzahl von Ideen von denen ich hier nur die Kettenreaktion ansprechen möchte. Um beispielsweise die Kettenreaktion darzustellen, könnte auf Dominosteine zurückgegriffen werden die in einer Y-Formation aufgestellt sind, oder aber auch auf die Vorstellung von

sehr vielen Mäusefallen die sich, jeweils mit einem Tischtennisball bestückt, in einem geschlossenen Behälter befinden. Wenn man nun den ersten Stein umwirft, bzw. die die erste Falle auslöst, wird die Kettenreaktion gestartet. Kircher formuliert ein methodisches Grundmuster welches den Einsatz von Analogien ganz gut darstellt. Dieses möchte ich hier zum Abschluss dieses Abschnittes anführen: (vgl. Kircher 2009, S. 139)

- Schritt 1:** (O,M,E) mit Bezug auf Vorwissen der S/S einführen
- Schritt 2:** Auf (O\*,M\*,E\*) verweisen, idealerweise kommt dies von den S/S selbst
- Schritt 3:** Ähnliche Merkmale aufspüren
- Schritt 4:** Liste der Zuordnung von O~O\* und M~M\* anlegen
- Schritt 5:** Hypothesen aufstellen und experimentell prüfen
- Schritt 6:** Übertragen der Ergebnisse und prüfen im primären Lernbereich (E~E\*)
- Schritt 7:** Grenzen der Analogie feststellen
- Schritt 8:** Diskussion über Sinn und Zweck

## 5 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al

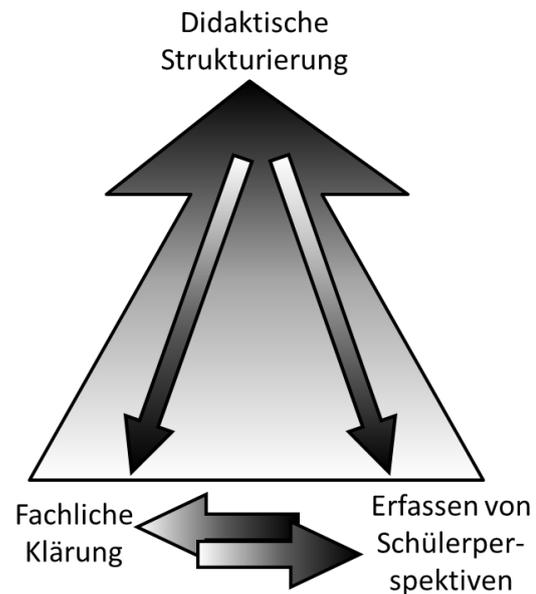
In diesem Abschnitt möchte das Modell der Didaktischen Rekonstruktion von Kattmann, Duit, Komorek und Gropengießer beleuchten. Die Namensgebung halte ich in diesem Zusammenhang etwas ungeeignet beziehungsweise irreführend da die vier Autoren diesem Begriff eine viel größere Bedeutung zuschreiben, bzw. mehr darunter verstehen, als ich es mit meiner bisherigen Begriffsbezeichnung getan habe. Folgendes Zitat beschreibt den Inhalt dieses Modells ziemlich gut:

*„Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Vorstellungen, wie sie in Lehrbüchern und anderen wissenschaftlichen Quellen Ausdruck finden, mit Schülerperspektiven so in Beziehung gesetzt, dass daraus ein Unterrichtsgegenstand entwickelt werden kann“*

*Kattmann, Duit, et al. 1997, S. 3-18*

In ihrem Modell beschreibt der Begriff „Didaktische Rekonstruktion“ sowohl das Herstellen pädagogisch wichtiger Zusammenhänge, das Wiederherstellen von, vor allem im Lehrbetrieb, verlorengegangenen Sinnbezügen, als auch den Rückbezug auf Primärerfahrungen der Leh-

renden. Es beruht im Wesentlichen auf drei „Säulen“ die, wie in Abbildung 1 ersichtlich, jeweils im wechselseitigen Einfluss stehen.



**Abb. 1:** Fachdidaktisches Tripletts nach Kattmann, Duit, et al 1997

Diese „Dreiecksbeziehung“ wird von den Autoren als fachdidaktisches Tripletts bezeichnet (vgl. Kattmann et al 1997, S. 2). Die Abbildung ist so zu verstehen, dass die fachliche Klärung natürlich den Umgang mit den Schüler- und Schülerinnenvorstellungen beeinflusst, umgekehrt diese aber auch wiederum die Art und Weise wie man eventuell Fachbegriffe einführt oder erläutert, also die fachliche Klärung. Aus diesem wechselseitigen Vergleich entsteht dann bei der Unterrichtsplanung eine didaktische Strukturierung, welche aber von vornherein bereits die Forschung, durch Auswahl von fachlichen Inhalten und zu erfassende Schülervorstellungen, eingrenzt. Im Wesentlichen handelt es sich bei diesem Modell um eine konstruktivistischen Ansatz, wobei es generell als erweiterte Mischform von drei anderen Ansätzen angesehen werden kann, welche ich nun nur kurz umreißen möchte.

Der erste Punkt ist Klafkis Ansatz der didaktischen Analyse. Hierbei geht es im Wesentlichen um die Idee, Bildungsgehalte auf Sinn und der Möglichkeit „exemplarisch“ zu wirken, zu prüfen.

Der zweite Punkt der in dieses Modell mitaufgenommen wurde, ist das Strukturmomentemodell der Berliner Schule. Dieses steuert die Grundidee der wechselseitigen Abhängigkeit aller Variablen bei.

Der letzte Ansatz der einen Teil zu diesem ausmacht ist Frey's Idee der diskursiven Legitimie

rung von Unterrichtsinhalten. Hinter diesem kompliziert klingenden Titel verbirgt sich die Idee, dass man die didaktische Rekonstruktion in methodischer Hinsicht als curricularen Prozess versteht. Die Komplexität von Unterrichtsinhalten sollte soweit elementarisiert werden, dass das Verstehen allen Lernenden möglich gemacht wird (vgl. Kattmann, Duit, et al 1997, S 10).

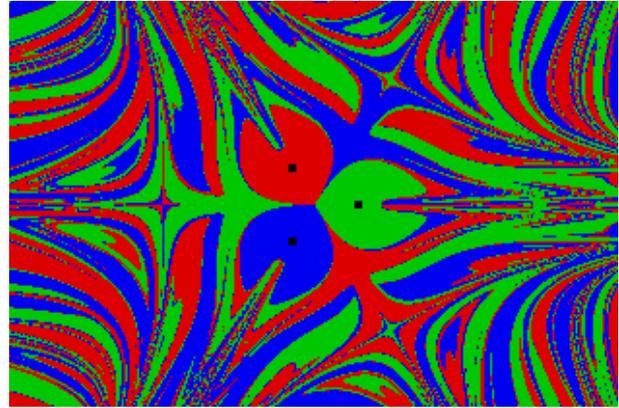
Um besser zu verstehen was unter den Begriffen „fachliche Klärung“, „Erfassen von Schülerperspektiven“ und „Didaktische Strukturierung“ verstanden werden kann, möchte ich hier einige mögliche Fragestellungen anführen, welche man sich selbst bei der Unterrichtsplanung stellen könnte.

1. „Fragen der fachlichen Klärung“
  - a. Welche fachwissenschaftlichen Aussagen liegen zu diesem Thema vor?
  - b. Welche Funktion, Bedeutung haben die fachlichen Begriffe?
  - c. Welche Fachwörter werden verwendet, und wo könnten sich lernhinderliche oder lernförderliche Vorstellungen bilden?“
2. „Fragen bzgl. Schülervorstellungen“
  - a. Welche Vorstellungen zu einem Thema sind bei den S/S möglich?
  - b. Stammen diese aus der Alltagserfahrung oder aus fachlich orientiertem Kontext?
  - c. Können Fachwörter unterschiedliche Bedeutungen haben?“
3. „Fragen der didaktischen Strukturierung“
  - a. Welche unterrichtlichen Möglichkeiten ergeben sich bei dem Vergleich Wissenschaft – Schülervorstellung?
  - b. Welche Schülervorstellungen sind zu beachten?
  - c. Welche Denkinstrumente könnten nützlich sein?“

Kattmann, Duit, et al. 1997), S. 11-12

Eine Testung unter Verwendung dieses Modells wurde unter anderem von Duit und Komorek an einer Wiener und auch Kieler Schulklasse im 10. Schuljahr durchgeführt. Das Thema war „Die eingeschränkte Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme verstehen“. Dieser Sachverhalt wurde durch Planung von einigen Unterrichtsstunden mit dem chaotischen System Magnetpendel behandelt. Hierbei handelt es sich um eine Eisenkugel die auch an einem Faden über drei symmetrisch angeordneten Magneten aufgehängt ist, und an verschiedenen Orten losgelassen werden kann. Man interessiert sich hierbei um den jeweiligen Endmagneten, als jener bei dem die Kugel „hängen bleibt“. Eine der Unter-

richtsstunden baute beispielsweise auf einem Simulationsprogramm auf, welches je nach Einstellungen folgendes Bild erzeugte (siehe Abbildung 2). Dieses Bild habe ich mit dem Programm „Magnetpendel“ selbst simuliert. Beispielsweise bedeuten alle grünen Flächen, dass die Eisenkugel von diesem Ort aus letztlich bei dem grünen Magneten hängen blieb.



**Abb. 2:** Regionen der Endpositionen

Den genauen Ablauf dieses Testlaufes möchte ich hier nicht ausführen (siehe dazu: Duit, Komorek, 2000), wohl allerdings die Ergebnisse welche die Gruppe durch Eingangs- und Abschlussfragebögen festgehalten hat.

- Studie belegt, dass chaotische Systeme bereits im 10. Schuljahr behandelt werden können (wenn auch nur qualitativ)
- Erster Weg der vom naiven Determinismus hin zum Zufallsbegriff führt
- Sehr großes bis gutes Interesse seitens der S/S
- Aussagen wie: „Das war ja kein richtiger Physikunterricht“ → Motivation
- Viele Mädchen war hier sehr viel aktiver als im sonstigen Physikunterricht

(vgl. Duit, Komorek, 2000)

## 6 Zusammenfassung

Es gibt wie in Abschnitt 2 besprochen einige verschiedene Methoden der Elementarisierung, welche aber in der Praxis nicht immer oder nur schwer voneinander zu trennen sind. Welche Methode sich in der Unterrichtsplanung anbietet, ist natürlich von Zielsetzung, Sachstruktur, von psychologischen Aspekten der Lernenden und weiteren Umständen abhängig, jedoch sollte jede Art der Elementarisierung sowie Rekonstruktion den drei grundlegenden Kriterien entsprechen. Sie sollte jedenfalls fachgerecht, schülergerecht und zielgerecht sein. Darüber hinaus sollte man in der Unterrichtsplanung das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, welches in Abschnitt 5 beleuchtet wurde, berücksichtigen.

sichtigen und sich der Wechselwirkung von fachlicher Klärung und den Schülervorstellungen bewusst sein. Diese möglichen Präkonzepte sollten natürlich bereits in der Unterrichtsplanung mit einfließen. Dafür muss man als Lehrperson allerdings wissen welche Vorstellungen Schüler und Schülerinnen zu gewissen Themen häufig haben. Herauszufinden welche Schülervorstellungen zu welchem Thema vorherrschen ist eine Aufgabe der didaktischen Forschung.

## 7 Literatur

- Diesterweg, F.A. (1831). Rheinische Blätter für Erziehung und Unterricht, Band 8, Seite 32
- Duit, Komorek (2000). Die eingeschränkte Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme verstehen, MNU 53, S. 94-103  
[http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/041/index\\_pl\\_041.html](http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/041/index_pl_041.html) (18.01.2015)
- Duit, R. (1981). Unterricht Physik. Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG Köln.
- Hesse, M. (1963). Models and Analogies in Science. London: Clowes
- Hopf, et al. (2010). Physikdidaktik kompakt, Aulis Verlag
- Jung, W. (1970). Didaktik der Physik. Berlin: Diesterweg.
- Kattmann, Duit, et al. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung, ZfdN 3, S. 3-18
- Kircher, (1985). Elementarisierung im Physikunterricht. Phy.did. 12, Heft 1, 17-23, Heft 4, 24-38
- Kircher, et al. (2009). Physikdidaktik. Theorie und Praxis, 2.Auflage, Springer
- Wagenschein, M. (1970). Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. II. Stuttgart: Klett
- Weltner, K. (1982). Elementarisierung physikalischer und technischer Sachverhalte als eine Aufgabe der Didaktik des Physikunterrichts. In H. Fischler (Hrsg.). Lehren und Lernen im Physikunterricht, Aulis Verlag, 192-219