pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Theilmann, Florian; Buck, Peter; Murmann, Lydia; Østergaard, Edvin; Hugo, Aksel; Dahlin, Bo; Aeschlimann, Ulrich; Rittersbacher, Christa

Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik. Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Positionierung und erziehungswissenschaftliche Folgerungen

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 397-416

Quellenangabe/ Reference:
Theilmann, Florian; Buck, Peter; Murmann, Lydia; Østergaard, Edvin; Hugo, Aksel; Dahlin, Bo; Aeschlimann, Ulrich; Rittersbacher, Christa: Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik. Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Positionierung und erziehungswissenschaftliche Folgerungen - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 397-416 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317168 - DOI: 10.25656/01:31716

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317168
https://doi.org/10.25656/01:31716

in Kooperation mit / in cooperation with:

IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

https://www.leibniz-ipn.de

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

FLORIAN THEILMANN, PETER BUCK, LYDIA MURMANN, EDVIN ØSTERGAARD, AKSEL HUGO, BO DAHLIN, ULRICH AESCHLIMANN UND CHRISTA RITTERSBACHER

PHÄNOMENOLOGISCHE NATURWISSENSCHAFTSDIDAKTIK

Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Positionierung und erziehungswissenschaftliche Folgerungen

PHENOMENOLOGICAL SCIENCE TEACHING

Defining its stance in the fields of epistemology, philosophy of science, and pedagogy

ZUSAMMENFASSUNG

Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik ist ein Sammelbegriff für didaktische und pädagogische Leitbilder, Konzepte und Forschung, die aus unterschiedlichen Traditionen und Intentionen heraus entstanden sind bzw. entstehen. Die phänomenologische Position war dabei innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik immer ein Außenseiterstandpunkt. Andererseits sind einzelne Motive dieser Position – etwa der Blick auf die individuelle Wissenskonstruktion oder die Wertschätzung für authentische Erfahrungen – heute durchaus auch innerhalb des Hauptstroms des naturwissenschaftsdidaktischen Diskurses gut verankert. Diese Umstände machen es schwer zu sehen, worin die phänomenologische Position eigentlich besteht und welche Ziele dabei verfolgt werden. Der vorliegende Beitrag versucht eine entsprechende Positionierung hinsichtlich des philosophischen Hintergrundes, des Wissenschaftsbildes und auch unter didaktisch-pädagogischen Gesichtspunkten. Damit verbunden ist die Hoffnung, zu Akzeptanz und Verständnis gegenüber dieser Arbeitsrichtung in unserer scientific community beizutragen.

Schlüsselwörter: Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik, Phänomenologie, Nature of Science, Inquiry Based Learning

ABSTRACT

Phenomenological science education is a collective term for various didactical and pedagogical principles, characteristics, concepts, and research from different traditions and intentions. Though phenomenological science teaching has always been an outsider position a number of its attitudes and concerns are well established in mainstream science education, e.g. the focus on individual knowledge construction or the importance of authentic experience. Taking into account these ambivalent circumstances, it might be hard to recognize the views and goals of the phenomenological approach. In this text, we address the philosophical, didactic, and pedagogic roots of phenomenological science teaching, as well as its view on the nature of science. In such a way, we hope to promote acceptance and understanding of this school of thought within our scientific community.

Keywords: Phenomenological science teaching, Phenomenology, Nature of Science, Epistemology of Science, Inquiry based Learning

1 Einführung

Das Sich-Berufen auf "Phänomene" ist innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik längst salonfähig, so etwa als Tagungsthema der GDCP-Jahrestagung im September 2009: „Naturwissenschaftliches Denken zwischen Phänomen und Systematik". Die dort anberaumte Podiumsdiskussion zum Thema dokumentierte allerdings vor allem eine symptomatische Sprachverwirrung über den Phänomenbegriff und, noch ausgeprägter, über das Attribut „phänomenologisch".

Die skandinavischen Autoren dieses Beitrags haben unter dem Titel „*Doing Phenomenology in Science Education*" (Østergaard, Dahlin & Hugo 2008) bereits einen Überblick über die verschiedenen Arten der "Anwendung" von Phänomenologie als erkenntnistheoretischer Haltung bzw. Forschungsmethode im Gebiet der Naturwissenschaftsdidaktik gegeben. Sie belegen "*growing interest in phenomenology in current research agendas*" und geben eine grundlegende Kategorisierung der phänomenologischen Arbeitsrichtungen in der Naturwissenschaftsdidaktik. Das genannte Kommunikationsproblem war dabei allerdings nicht Gegenstand einer Klärung. Es kommt dadurch zustande, dass bei Worten wie „Phänomen" oder „phänomenologisch" unterschiedliche lebensweltlich-sprachliche und philosophische Wortbedeutungen, -assoziationen und -setzungen verwendet werden. Mit anderen Worten: Es handelt sich um ein Problem des *Verstehens*, bei dem es darauf ankommt, dass Wortgebrauch, Sprechabsicht, Mit-Gedachtes und dem Gehörten beigemessene Bedeutung erklärt werden.

In diesem Beitrag formulieren wir darum aus unserer Sicht zentrale Begriffsklärungen und Positionsbestimmungen. Beabsichtigt ist dabei nicht, den Leser von irgendetwas überzeugen, sondern uns so deutlich zu positionieren, dass besser verständlich wird, was unsere Anliegen und Grundlagen sind und wie sich unsere Arbeit auf andere Arbeitsrichtungen innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik beziehen lässt. Der vorliegende Artikel beleuchtet diese Problematik durch die stufenweise und vergleichende Entwicklung von Lesarten, Vorstellungsalternativen und Positionierungen. Folgende Punkte werden dabei behandelt:

- Eine grundlegende Verständigung dazu, welche Lesarten des Begriffs "Phänomen" zur Debatte stehen bzw. wie "Phänomen" innerhalb der phänomenologischen Tradition (nicht) verstanden wird,
- eine Darstellung davon, wie sich unsere Lesart von "Phänomen" von verwandten und insbesondere von typischen (oft als „gemäßigt konstruktivistisch" bezeichneten) Auffassungen innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik unterscheidet,
- eine erkenntnistheoretisch vertiefende Gegenüberstellung des klassischen Dualismus (Kant) mit dem klassischen Monismus (Husserl und Goethe), verbunden mit einem Exkurs zur wissenschaftstheoretischen Position der Phänomenologie und
- eine thesenartige Darstellung dessen, was uns als Didaktiker einigt: die Orientierung hin auf eine Pädagogik des *Er-lebenden Verstehens*.

2 Zum Sprachgebrauch: ‚Phänomen' heißt bei uns ‚das Gegebene' bzw. ‚das von uns Gemeinte und uns damit Gegebene'

"Phänomen" ist ein vieldeutiges und daher auch missverständliches Wort. Nicht nur im Deutschen ist das so, sondern ebenso im Englischen, welches ansonsten häufig für unterschiedliche Begriffe auch verschiedene Wörter bereit hält. Das *Shorter Oxford English Dictionary* (Little et al., 1984, 1569) beschreibt drei unterschiedliche Begriffe, für die das Wort *"phenomenon*" (dt. "Phänomen") ein Name ist:

- *phenomenon*$_1$: Eine Sache, die erscheint, oder wahrgenommen oder beobachtet wird; vor allem angewendet auf Fakten oder Ereignisse, deren Ursache in Frage steht *(„glaciers are interesting natural phenomena*").
- *phenomenon*$_2$: Das, wovon die Sinne oder der Verstand unmittelbar Notiz nehmen; ein(e) unmittelbar gegebene(r) Gegenstand oder Wahrnehmung; in diesem Sinn das Gegenstück oder Gegenteil des Gedachten: Kant (1957, 122) verwendet „*Phainomenon*" als Gegenbegriff zum „*Noumenon*".
- *phenomenon*$_3$: ein außergewöhnliches oder Erstaunen hervorrufendes Faktum oder Ereignis *(„the band was a pop phenomenon just for their sales figures alone*"). Wir ergänzen: oft gebraucht im Sinne von „nicht wirklich", „nicht tatsächlich", oder von (Sinnes-)Täuschung.

Für eine Verständigung im Umfeld von Phänomenologie sollte klar sein, was jeweils gemeint ist, wenn von "Phänomen" gesprochen oder geschrieben wird. Nehmen wir zur Veranschaulichung eine von Wagenschein zur Einleitung eines sokratischen Gesprächs verwendete „Initiation": „Wie ist es denn, wenn man ein Glas beim Spülen aus dem Wasser zieht?" – „Wenn man das Glas heraushebt, so nimmt man das Wasser mit hoch, bis es dann plötzlich heraus läuft" (Wagenschein 1983, 117, vgl. auch Müller-Wieland, o.J., 165–167).

Im Sinne des Sprachgebrauchs ‚*phenomenon*$_3$" wäre dieses (oft ja verblüffende) Heben des Wassers allerdings nur so lange ein „Phänomen", wie es nicht erklärt ist. Mit akzeptierter Erklärung (z. B. als Effekt des Luftdrucks) ist das Beobachtete nicht länger mysteriös. Das heißt, die Antwort auf die oben gestellte Frage („Wenn man das Glas heraushebt, so nimmt man das Wasser mit hoch, bis es dann plötzlich heraus läuft") beschreibt ganz offensichtlich *nicht* ein *phenomenon*$_3$, denn es ändert seinen Status ja nicht mit erfolgter Erklärung und ist auch nicht außergewöhnlich im Sinne von „nicht tatsächlich".

Die mit obiger Antwort beschriebenen Erfahrung kann aber im Sinne des Sprachgebrauchs "*phenomenon*$_2$" als ein *Phainomenon* gelten (während vielleicht die übliche Erklärung derselben durch die Wirkung des Luftdrucks das korrespondierende *Noumenon* wäre). Erkenntnistheoretische oder wissenschaftstheoretische Lehrbücher (etwa Gloy, 2006, oder Bochensky, 1959) weisen jedoch in der Regel darauf hin, dass die Wortbedeutung "*phenomenon*$_2$" nicht

im Kontext einer Phänomenologie zur Anwendung kommt:

> „Ob das Gegebene ‚wirklich" oder ‚nur Schein" ist, spielt für die Phänomenologen keine Rolle. Das einzig wichtige für sie ist, dass es sich um etwas schlechthin Gegebenes handelt" (Bochensky, 1959, 31).

> „Gegenüber den bisher explizierten Varianten von Phänomenologie [sc. licet: Kant, Hegel, Mach] basiert Husserls Phänomenologie auf dem entgegengesetzten Typ von Phänomenverständnis, nämlich jenem, das die Koinzidenz von Etwas und Erscheinungsweise unterstellt und davon ausgeht, dass sich in der Erscheinung die Sache voll und ganz und ohne jede Einschränkung zeigt. Hinter den Phänomenen steht nicht noch irgendein verborgenes Etwas, sondern dieses Etwas entbirgt sich totaliter in der Erscheinung" (Gloy, 2006, 42–43).

Das heißt: Auch die Wortbedeutung *phenomenon₂* ist nicht auf den Kontext der Phänomenologie anwendbar, denn hier ist das *Phainomenon* (‚Phänomen") eben nicht der Gegenbegriff zum *Noumenon*, dem Verstandeskonstrukt. Es bleibt also ausschließlich die Wortbedeutung *phenomenon₁* in unserem Kontext anwendbar; ein solches Phänomen ist noch nicht bezogen auf eine dahinter stehende Theorie, noch nicht zerlegbar in ein äußerliches Geschehen und einen Begriff davon, wie es zustande kommt: die in Frage stehende Sache „ist, was sie ist" – dazu unten mehr. Wir werden daher zwangsläufig missverstanden, wenn diese Bindung der Wortbedeutungen von „Phänomen" und „phänomenologisch" an den von uns zu Grunde gelegten Theorien nicht beachtet wird.

3 Vom Phänomen zur Phänomenerfahrung und zur Fachlichkeit: Einige Konvergenzen und Divergenzen mit dem gängigen Verständnis von Lernen

David Woodruff Smith (2007) definiert in seinem Glossar den für die phänomenologische Position relevanten Phänomenbegriff Husserls (vgl. Abschnitt 4) so: Phänomene sind „Gegenstände, wie wir sie erfahren/erleben (*experience*), [also] was wir erfahren/erleben, ‚die Sachen selbst'[1]„ (S. 440). Wenn dem so ist, eröffnet sich folgende Frage: Wenn das „wir" zum Phänomen dazugehört, wie wird dann aus Phänomenen Wissenschaft? – Diese Frage variiert eine wohl allgemein geteilte didaktische Grundfrage: wie entsteht aus einzelnen, eher unmittelbaren Erfahrungen die Naturwissenschaft mit ihrer Objektivität, ihrer Systematik, ihren Inhalten und Methoden (vgl. auch Buck, 2012a)?
Der fachdidaktische Konsens zu dieser Frage ist heute die Sichtweise, dass der Lern- oder Aneignungsprozess innerhalb der Disziplinen am besten als Transformation eines bestehenden, mehr oder weniger vorwissenschaftlichen Verständnisses zu deuten ist. Dem typischerweise

1 Übersetzung aus dem Englischen von P. Buck; ...zu den Sachen selbst..." wird von Husserl selbst als Schlagwort verwendet, vgl. Zahavi (2007, 26ff).

unvollständigen, in Alltagskontexten und unsystematisch erworbenen Phänomenverständnis des Individuums steht ein systematisches, im fachlich-wissenschaftlichen Konsens begründetes „Fachverständnis" gegenüber. Ein Lehr-Lern-Arrangement wird hier darauf abzielen, Gelegenheit und Notwendigkeit für den Übergang von der einen in die andere Vorstellungsart zu schaffen und die fachlich orientierte „Zielauffassung" möglichst vielseitig und nachhaltig zu etablieren suchen. Es setzt also den Hebel bei den (begrifflichen) *Konstrukten* an.

Die Phänomenologen etwa in der Tradition Husserls begreifen den Lern- sowie den Verstehensprozess anders. Lernen ebenso wie Verstehen wird aufgefasst als eine Beziehungsstiftung, die vom Subjekt ausgeht und „intentional" ist, d. h. gerichtet auf die Naturerscheinung. Der Prozess des Lernens und Verstehens kann dabei durchaus als begriffliche Konstruktion ablaufen; das stünde nicht im Widerspruch zur phänomenologischen Auffassung. Entscheidend ist vielmehr, dass eine (intentionale, fragende, aktive o. ä.) Ausrichtung der Person auf die zu lernende/verstehende Sache unabdingbar vorausgesetzt wird, bevor von (kognitivem) Lernen und Verstehen die Rede sein kann: Phänomenologen setzen den Hebel bei der *Konstitution* der durch diese Ausrichtung gegebenen Beziehung an, die zwischen der lernenden/verstehenden Person und der Sache entsteht.

Auch im phänomenologischen Verständnis schließt ein Lernprozess beim Lerner die aktive Konstruktion von Wissen ein, innerhalb derer relevante deklarative und prozedurale Inhalte der Disziplin zunehmend die noch ursprünglicheren Formen des Verständnisses ersetzen. Zugleich liegen hier aber wichtige Unterschiede zum geschilderten Konsens, etwa die unterschiedliche Perspektive auf das Lehr-Lernarrangement: Welche Erfahrungen werden angeboten, woher stammen die Argumente für den Konzeptwechsel, woher die entsprechenden kognitiven Konflikte und die zu deren Lösung nötigen Denkbewegungen? In der konventionellen Praxis finden sich hier eine Reihe von Lösungsoptionen, die wir zu vermeiden versuchen[2]: Der vorschnelle Rückgriff auf modellhafte „Teilchen" oder andere Modellvorstellungen, das deduktive Ableiten im logisch-mathematischen Rahmen, das Geltend-Machen fachwissenschaftlicher Autorität usw.

Eine phänomenologische Position wird für die Entwicklung von Lernerkonzeptualisierungen eher auf „authentisches Verstehen" (Buck, 2012a, 2012b) oder „autonome Begriffsbildung" (Theilmann, 2006, 18 ff.) setzen, was meint, dass auf die Möglichkeit *individueller* Evidenz vertraut wird, die etwa dadurch erreicht wird, dass der zugrunde liegende Tatsachen- und Gedankenzusammenhang als Ganzes überschaut wird. Wagenscheins Motive des „Genetischen Lernens", des „Widerfahrens" und der „Einwurzelung" (Wagenschein, 1968, 1970; Buck, 2008) zielen ebenso in diese Richtung wie Goe-

2 Hier stimmen sicher auch Vertreter anderer Positionen zu – die gewachsene Sensibilität an dieser Stelle ist umgekehrt vielleicht eine der Stellen, wo phänomenologische Positionen den fachdidaktischen Mainstream beeinflusst haben!

theanistische Versuche, etwa (Maier, 1993; Mackensen, 2005). Die Motivation ist dabei nicht ein vermuteter oder nachgewiesener didaktischer oder kognitiver Vorteil in der Unterrichtspraxis, sondern ein pädagogisches Anliegen: Der Fachinhalt möge so an den Lerner heran getragen werden, dass eine sinnhafte Verbindung mit den eigenen Lebensbedingungen, aber auch dem ureigenen Weltverhältnis möglich wird (Buck, 2006a). Lehren und Lernen haben insofern unter phänomenologischen Vorzeichen eine inhärente biografische Dimension (vgl. auch Maier, 2008): Gelerntes als Ergebnis eines solchen Prozesses ist sinnhafter und authentischer Teil der eigenen Lebenserfahrung.

Dabei wird, zweitens, im Grunde auch die oben geschilderte Ersetzung der jeweiligen individuellen Weltsicht des Lerners durch die naturwissenschaftlichen Zugriffsmodi auf die Welt zumindest fragwürdig. Die bloße Verengung der im Alltag verwurzelten Vielfalt von Wissensformen und von „Zugriffsweisen auf Welt“ hin auf das konsensuelle Bild moderner Naturwissenschaft im Rahmen der Didaktik ist so problematisch (Messner, Rumpf & Buck, 1997) wie die einseitige Festlegung auf die damit einhergehende Lesart von Kausalität als „Wirkursache“ (Dahlmann, 1999; Buck, 2006b). Ziel der lernenden Aneignung von Naturwissenschaft ist aus phänomenologischer Perspektive gar nicht primär eine wünschenswerte Konformität oder Berichtigung falscher Standpunkte, sondern eine Emanzipation des Lerners von unreflektierten Standpunkten, Denk- und Urteilsweisen. „Verstehen“ wird also nicht mehr aus einem für gültig gehaltenen Diskurs abgeleitet, sondern entsteht im eigenverantwortlichen Ausgleich und Abwägen verschiedener Standpunkte und Blickrichtungen.

Pointiert lässt sich der gemeinte Unterschied also vielleicht so ausdrücken: Bei aller eventuellen Bejahung eines pädagogischen Wertes von unverstellten, ursprünglichen Erfahrungen innerhalb eines naturwissenschaftlichen Lernprozesses oder eines didaktischen Wertes von prozeduralen, “forschenden” Unterrichtsarrangements wird eine bloß konstruktivistische Sichtweise diese letztlich als Vorformen typischer Inhalte und Praktiken innerhalb der Disziplin ansehen. Wir stellen unsere Arbeit dagegen unter die umgekehrte Perspektive: Die Systematiken naturwissenschaftlicher Disziplinen sind konkrete Beispiele für emanzipierte, methodische und kohärente Arten der Weltdeutung und des Weltverhältnisses. Wir werden darum zwangsläufig missverstanden, wenn unser Anliegen etwa auf einen bloß didaktisch motivierten Einbezug von “Phänomenen” oder auf einen Nachvollzug wissenschaftlicher Erkenntniswege reduziert wird, ohne dass das Anliegen der Bindung des Lernprozesses an die Lernerbiographie ernst genommen wird.

4 Das Phänomen als monistische (nicht: dualistische) Beziehung von Subjekt und Objekt

Wir deuteten einleitend bereits an, für welche epistemologischen und wissenschaftstheoretischen Prämissen wir uns entschieden haben. Exemplarisch wählen wir zur genaueren Klärung unserer Po-

stion die Begründer von zwei „Alternativen der Wissenschaft“ (Böhme, 1980): Husserl und Goethe – und stellen ihre Positionen der Position Kants gegenüber, der mit seiner Epistemologie ebenso wie mit seinem Werk „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ (Kant, 1997) noch heute durch seine spezielle Lesart von „Phänomen“ intensiv auf die Naturwissenschaftsdidaktik nachwirkt. Denn wer diesen Kant'schen Phänomenbegriff auf unsere Position anwendet, verfehlt unsere Position.

In seiner „Kritik der reinen Vernunft“ (1956, 298) definiert Kant:

> „Erscheinungen sofern sie als Gegenstände nach der Einheit der Kategorien gedacht werden, heißen *Phaenomena*. Wenn ich aber Dinge annehme, die bloß Gegenstände des Verstandes sind und gleichwohl, als solche, eine Anschauung, obgleich nicht der sinnlichen (als coram intuitu intellectuali), gegeben werden können; so würden dergleichen Dinge *Noumena* (Intelligibilia) heißen“.

„Gegenstände nach der Einheit der Kategorien“ – das sind Kants berühmte „Dinge an sich“ – existieren unabhängig davon, ob sie von uns wahrgenommen werden oder nicht. „Raum“, „Zeit“, „Materie“ sind solche Dinge-an-sich. Husserl wendet sich vehement dagegen[3]:

> „Man muss endlich aufhören, sich von den idealen und regulativen Ideen und Methoden der „exakten“ Wissenschaften blenden zu lassen, und, insbesondere in der Philosophie und Logik, als ob deren An-sich wirklich absolute Norm wäre, sowohl was gegenständliches Sein anlangt, als was Wahrheit anlangt“ (Husserl, 1974, 284).

Für Husserl (und in allen sich auf ihn berufenden Varianten der phänomenologischen Philosophie gilt dieses Axiom) kann man zwar (in einem analytischen Sinn) von Subjekt und Objekt sprechen, aber man kann nicht annehmen, dass es zwei von einander unabhängige Welten gibt, die (ontologisch relevante) objektive Welt der Dinge-an-sich und die (epistemologisch relevante) subjektive Welt der denkenden, erkennenden, verstehenden, erlebenden, Erfahrungen machenden Menschen. Erkennendes Subjekt und Welt-Gegenüber haben ihre Realität im Erkenntnisprozess, sie sind unhintergehbar mit einander verschränkt, daher wird nicht mehr *dualistisch* (i.e. „auf zwei Ebenen“, der ontologischen Ebene und der des Bewusstsein o. ä.) wie bei Kant (und Descartes) argumentiert, sondern *monistisch*, weil *in Hinblick auf einen als einheitlich zu denkenden Prozess*: Der Mensch „meint“ einen Gegenstand, ein „Ding“, und ist daher immer auch darauf ausgerichtet. Denken, erkennen, verstehen, erleben, Erfahrungen machen wird von der phänomenologischen Philosophie als ein Akt der *Beziehungsstiftung* gedacht (Abbildung 1), in dem so die Kantsche Unterscheidung von *Phainomena* und *Noumena* durch ein

3 Auch die radikalen Konstruktivisten, etwa (von Glasersfeld 1996), erkennen solche Dinge-an-sich nicht an, weil sie davon ausgehen, dass sie *prinzipiell* dem Erkennen nicht zugänglich sind; sie nennen sie Konstrukte.

Abb. 1: Das „Phänomen" (Ellipse) als Beziehung zwischen Ich und Welt.

vereinigendes Prinzip ersetzt wird, das allerdings methodisch auszugestalten ist.

Ein Subjekt, und das heißt: ein *Ich,* entwickelt dieses sein Denken, sein Erkennen, sein Verstehen, seine Erfahrungen hinsichtlich der – und das heißt: intentional ausgerichtet auf die – *Welt*. Das Ich stellt die Fragen, die Welt „antwortet" auf die vom Ich gestellten Fragen. Sie „antwortet" nicht allgemein und manchmal durchaus nicht konform; sie hielt z. B. für den Physiker Max Planck die erwartungswidrige Energiequantelung bereit oder liefert für das Grundschulkind eine Büroklammer, die in Wasser untergeht, obwohl sie „doch nur ganz klein" ist, während ein großes, schweres Stück Holz auf dem Wasser schwimmt. In den Wahrnehmungshorizont des verstehenden Subjekts tritt nur das, dessen sich das Ich gewahr geworden ist. In ein Theoriegebäude wird etwas nur dann neu oder anders eingefügt, wenn es „passt" und über dieses Passen entscheidet ausschließlich das gedacht, erkannt, verstanden, erlebt, Erfahrungen gemacht habende Ich (Marton & Booth, 1997).

Vom „Phänomen" als („psychologische") Beziehung zwischen Subjekt und Objekt zum wissenschaftlichen „Begriff" ist allerdings noch ein weiter Weg. Diesen Weg dahin nennt Husserl „*phänomenologische Reduktion*" oder „Epoché" (gr. „Zurückhaltung"), ein „Manöver" (Zahavi, 2007, 22), das dazu dient, Einseitigkeiten, Voreingenommenheiten, dogmatische Einstellungen, die das Ich bei der Beziehungsetablierung zur Welt leiteten, zu durchschauen und zu suspendieren, um so „zu den Dingen selbst" zu kommen. Husserl hebt ausdrücklich hervor, wie sich dabei das ursprüngliche, „psychologische" Phänomen zu einem (mit)teilbaren Aspekt der Welt wandelt:

> „Jedem psychischen Erlebnis entspricht auf dem Wege phänomenologischer Reduktion ein reines Phänomen, das sein immanentes Wesen (vereinzelt genommen) als absolute Gegebenheit herausstellt." (Husserl, 1958, 45)

Auch diese Tätigkeit, die phänomenologische Reduktion, wird indessen von Menschen durchgeführt, auch die „reinen Phänomene" bleiben daher ihrem Wesen nach Beziehungen (nämlich zwischen Mensch und Welt), auch wenn sie durch das „Manöver" der Epoché auf Objektivität ausgerichtet sind, auf Objektivität, die als Prüfstein der Naturwissenschaftlichen Erkenntnis gilt. Damit bleibt die Phänomenologie „*the study of consciousness as experienced from the first-person point of view*" (Smith, 2007, 188), als "psychisch erlebtes" Phänomen in der ersten Person Singular (also authentisch und biografisch), als "reines Phänomen" in der ersten Person Plural (also prüf- und nachvollziehbar, konsensfähig, überpersönlich).

Interessanterweise hat der Gedankenaustausch zwischen Schiller und Goe-

the (vgl. die Briefe um den Jahreswechsel 1797/1798 in Staiger (2005)) mehr als hundert Jahre vor Husserl zu ähnlichen Anschauungen auf den Prozess der Erkenntnisgewinnung geführt. Das Vokabular, in dem dieser Gedankenaustausch stattfindet, und seine Ergebnisse, die später als „Goethes Methode des naturwissenschaftlichen Erkennens" zusammengefasst werden, sind allerdings ganz anderer Art, aber die Berührungspunkte und Übereinstimmungen zwischen Goethe und Husserl sind unübersehbar. Um dies zu belegen, nehmen wir Jost Schierens (1998) Charakterisierung des Goetheschen Vorgehens und überschreiben sie mit Husserls Begriffen:

Die Beziehungstiftung

> „Goethes *Versuch* [im Kontext dieses Artikels müsste man statt „Versuch" sagen: „in einer bestimmten Versuchsanordnung wahrgenommene Erscheinung"] ist ... zunächst eine Bewusstmachung des Anteils von Subjekt und Objekt am Zustandekommen der Erkenntnis." (Schieren, 1998, 120)

Die phänomenologische Reduktion

> „Der Naturforscher bemüht sich im Versuch zunächst um eine wiederholte Vergegenwärtigung der Phänomene. Hiermit ist das Kriterium der Intersubjektivität und Reproduzierbarkeit empirischer Forschung gewährleistet." (Schieren, 1998, 120)
>
> „Ein weitere Aspekt des Goetheschen *Versuchs* ist die vollständige Durcharbeitung der Erfahrung. Alle ihre Eigenschaften und ihre Verhältnisse sollen zum Gegenstand der Betrachtung und bewusst gemacht werden." (Schieren, 1998, 121).

Das reine Phänomen

> „Was ... auf dem Wege des ideellen Sicheinlebens [bei der „vollständigen Durcharbeitung der Erfahrung"] ... geschieht, ist eine *Selbstvermittlung* des Objekts an das Subjekt. Diese Selbstvermittlung ist der Zusammenhang einer Erfahrung mit der nächsten in einer Reihe, welche sich als *eine Erfahrung höherer Art* darstellt." (Schieren, 1998, 122)

Bei Goethe ebenso wie bei Husserl sehen wir also nicht wie bei Kant einen Dualismus am Werke – hie: *Noumenon*, dort: *Phainomenon*; hie: Ich, dort: Welt – sondern eine im oben an Husserls Zitat entwickelten Sinn monistische und methodisch normierte *Beziehungs*stiftung zwischen Mensch und Welt, eine *Verschränkung* von Ich und Welt. Wir schauen auf die *Vermittlung* von Subjekt und Objekt durch den Menschen. Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik hat insofern einen inhärent monistischen Charakter. Wir werden daher zwangsläufig missverstanden, wenn diese Bindung der Wortbedeutungen von „Phänomen" und „phänomenologisch" an die explizit von uns zu Grunde gelegten epistemologischen und wissenschaftstheoretischen Prämissen nicht beachtet wird.

5 Exkurs zur wissenschaftstheoretischen Dimension: Die Naturwissenschaft leistet nicht eine Darstellung der Realität, sondern eine Rationalisierung der Erfahrung

Beziehungsstiftung und Vermittlung als grundlegende methodologische Prämissen führt zu Konsequenzen für das, was wir unter einem „*naturwissenschaftlichen* Phänomen" verstehen. Aus den Abschnitten 2 und 4 konnte gefolgert werden, dass „Phänomen" für uns *nicht* auf Sinneswahrnehmungen beschränkt ist, sondern auf die Beziehung von Welt und erkennendem Subjekt abstellt.[4] Und: Die Chemie, die Physik, die Naturwissenschaften überhaupt beschränken sich nicht nur auf Phänomenbeschreibungen, sondern sie sind Theorie, Übersicht, Struktur, Lehre – und damit weder natürlich noch selbstverständlich. Auch in dieser Beziehung zeichnen sich unterschiedliche Optionen ab, in denen wir Position beziehen: Unsere zeitgenössische Auffassung von Naturwissenschaft repräsentiert nicht nur

- den gesellschaftlichen Konsens hinsichtlich dessen, was Rationalität ausmacht, sondern auch
- einen Ethos hinsichtlich kritischer Urteilsprozesse innerhalb der *scientific community*,
- einen etablierten und qualitativ beurteilbaren Bestand an Methoden der Datenerhebung und der Datenverarbeitung,
- einen Bestand an hochspezialisierten diskursiven Techniken.

Es ist auch Teil des genannten Konsens, dass es legitim ist, überhaupt Naturwissenschaft zu betreiben – offenbar ist es ein allgemein geteiltes Bedürfnis, die uns umgebende Welt verstehen zu wollen, und natürlich auch, sie aus diesem Verständnis heraus zu gestalten.

Dahinter liegt aber eine virulente weltanschauliche Frage, nämlich die Frage danach, welche Art von Verstehen bzw. Weltverhältnis mit der naturwissenschaftlichen Unternehmung adressiert wird. *Hier* besteht indessen nicht einhellig Konsens. In Fragen des Verstehens und der Deutung, Fragen, die wesentlich für das vertretene Weltbild sind, haben sich in der Geschichte der Physik und damit auch auf die übrigen Naturwissenschaften übergreifende, wissenschaftstheoretisch unterschiedlich begründbare Positionen entwickelt, denen unsere phänomenologische Grundposition nicht neutral gegenübersteht. Die wesentlichen Punkte dieser Positionen lassen sich dabei an der erkenntnistheoretischen Auseinandersetzung zwischen Bohr, Pauli und Heisenberg („Kopenhagener Deutung") einerseits und Einstein andererseits herausarbeiten. Dabei geht es uns, wohlgemerkt, nicht um den konkreten physikalischen Inhalt, sondern um die in dieser Auseinandersetzung mitverhandelten Weltanschauungsfragen.

Im Mai 1935 erschien ein kurzer Aufsatz, in dem Albert Einstein zusammen mit

4 Beispiele sind Wagenscheins (1970, 110–119) Umgang mit der „periodischen Struktur des Lichts", der Umgang mit Atomen in (Buck, Rehm & Seilnacht 2004) oder Sommers (2005) Behandlung der Beugung.

seinem Assistenten Nathan Rosen und dem russischen Postdoc-Stipendiaten Boris Podolski ein Argument dafür ausführt, dass die quantenmechanische Beschreibung der Natur aus grundsätzlichen Gründen nicht als „abgeschlossen" angesehen werden sollte (Einstein, Podolsky & Rosen, 1935). Das dort berührte Problem der „Verschränkung" von physikalischen Systemen, die instantane Effekte über im Grunde beliebig große Entfernungen hervorrufen kann, ist nach experimentellen Fortschritten in den letzten 20 Jahren Gegenstand von reger Forschung und medialer Aufmerksamkeit. Der Aufsatz war vorläufiger Höhe- und Endpunkt einer langen und intensiven Auseinandersetzung Einsteins mit der Frage, wie sich Theoriebildung in der Physik vollzieht bzw. welchen Status physikalische Theorien gegenüber der Natur haben. Insbesondere kritisierte er den statistischen und scheinbar akausalen Ansatz („Gott würfelt nicht") der sich damals rasant entwickelnden Quantenmechanik – legendär sind die erbitterten und überaus langwierigen, aber respektvollen Debatten dazu, die zwischen ihm und Nils Bohr bei verschiedenen Gelegenheiten stattgefunden haben (Kumar, 2009).

Einstein vertritt in dieser Auseinandersetzung klar die Position, dass Naturbeschreibung eine begriffliche Abbildung der (Strukturen der) Natur selbst zu sein hat. Er denkt dabei die die Theorie konstituierenden Entitäten als real existierende *Noumena* (Northrop, 1970, 392), die zur Realität der Erfahrungswirklichkeit korrespondieren. Dirac (1930, vii) grenzt sich demgegenüber ab – „*It has become increasingly evident […] that nature works on a different plan. Her fundamental laws do not govern the world as it appears in our mental picture in any very direct way* [...]" – und formuliert explizit den relationalen Charakter der neuen Theorie, während Bohr einen grundsätzlich anderen, rein deskriptiven, (in der „Sprache der Mathematik") beschreibenden Weg der Theoriebildung entwickelt. Die beschriebene Struktur ist aber nicht die Struktur einer (vorgestellten) Realität, die allem zugrunde liegt, sondern die Struktur, die sich mit dem handelnderkennenden Zugriff (dem „Messen") ergibt. Anders gesagt: Die „Kopenhagener Deutung" des durch Heisenberg, Schrödinger, Dirac und andere entwickelten Formalismus verzichtet auf strukturelle Interpretationen und beschränkt sich auf die mathematische Beschreibung von experimentellen Messungen.

In seinem Vortrag auf der Tagung „New Theories in Physics" (Bohr, 1938) schildert Bohr noch einmal überblicksartig die Kluft zwischen beiden Ansätzen. Einstein hängt demnach einem Paradigma an, das dem „klassischen" Theorie-Ideal des 19. Jahrhunderts verpflichtet ist: Die Wirklichkeit wäre durch einen Satz Variablen (etwa Orten und Bewegungszuständen „aller" Teilchen) erschöpfend quantitativ zu beschreiben, Aufgabe der Physik wäre es, eine exakte Formulierung dieser Variablen zu finden. Die Arbeits- und Denkweisen der Quantenmechanik – etwa rund um Begriffe wie „Komplementarität" und „Verschränkung" – sind mit solchen Vorstellungen zutiefst unvereinbar. Mehr noch: John von Neumann (1932) hatte bereits Jahre vorher im Rahmen einer

axiomatischen Formulierung der Quantenmechanik die Frage aufgeworfen und verneint, ob es eine solche Theorie geben könnte, wenn sie zugleich dieselben Vorhersagen für Experimente liefern würde wie die Quantenmechanik selbst.[5] Innerhalb der Wissenschaft Physik wurde dieser Sachverhalt aufgrund der gründlichen experimentellen Bestätigung des quantenmechanischen Theorieansatzes längst breit akzeptiert und es ist aktuelles Forschungsgebiet, typisch quantenmechanische Charakteristika wie Verschränkung z. B. für immer größere und alltagsnähere Systeme darzustellen.

Einstein problematisierte dabei nicht eine Fehlerhaftigkeit der Theorie, sondern deren „Unvollständigkeit": Ein solches Weltbild würde eben bedeuten, dass der erfahrbaren Wirklichkeit nicht eine objektive Welt von Gegenständen oder Feldern zugrunde liegt, sondern diese Wirklichkeit gewissermaßen in ihrer bloßen Erfahrbarkeit erschöpft ist. Der Verzicht auf die Vorstellung einer absoluten Realität schmerzt, weil er den Verzicht auf eine äußerlich-*objektiv festzumachende* Kausalität impliziert. Denn damit steht auch die umfassende Erklärbarkeit der Welt in Frage – Wirklichkeit organisiert sich nicht mehr als gesetzmäßiges Geschehen in Raum und Zeit, stattdessen kommen Zugriffsmodi, Inhalte und Grenzen der Erfahrung und diskontinuierliche Bestimmungsvorgänge in den Blick. Carl-Friedrich von Weizsäcker erläutert den dabei springenden Punkt so (2004, 284):

„Man wird oft gefragt, ob das Entscheidende am Eingriff des Beobachters ins atomare Geschehen die *physische Wechselwirkung* von Messinstrument und Messobjekt sei oder der *Bewusstseinsakt* der *Kenntnisnahme*. Die Antwort muss lauten: die *Tateinheit* beider. Ohne physischen Eingriff kann man nicht beobachten. Aber erst die Nötigung, das Beobachtete in der Sprache des wahrnehmenden Menschen auszudrücken, zwingt uns, den Schnitt zwischen Wellengleichung und klassischer Darstellung einzuführen. Nur wenn ein Teil der materiellen Welt vom Schnitt aus gesehen auf der Seite des Beobachters liegt, ist der Vorgang ein Experiment. Das denkende Subjekt ist *wesentlich* zugleich selbst materiell. Materielle Objekte können also zugleich Subjekt sein. Die cartesische Trennung zerreißt hier das, was nicht getrennt werden darf, wenn nicht das Phänomen, um das es geht, zum Verschwinden gebracht werden soll."

Von Weizsäcker nennt es „Tateinheit": Die Ausrichtung des naturwissenschaftlichen Handelns korrespondiert mit der *Intentionalität* und der *Vermittlung*, die in Husserls und Goethes epistemologischen Gebäuden tragende Balken sind. Von der notwendigen Aufhebung der „cartesischen Trennung" spricht von Weizsäcker, von dem also, was wir im Kapitel 4 zum Thema machten. Indem wir Theorie und Begriffsgebäude der Physik also nicht mehr als eine Darstellung und anschauliche Beschreibung von Realität ansehen,

5 Der irische Physiker John Bell wies über 30 Jahre später nach, dass von Neumanns Argumentation fehlerhaft war und leitete eine Möglichkeit ab, experimentell zwischen den Positionen Einstein und Bohrs zu entschieden (Bell 1964, 1966). Diese Frage gilt heute als zugunsten Bohrs entschieden, vgl. (Aspect 2007).

die ohne uns in der Welt ist, sondern als eine Beziehungsstiftung zwischen verstehen wollenden Menschen und ihrem agierenden Gegenüber ansehen, haben wir die für die oben geschilderte Phänomenologie charakteristische Grundhaltung eingenommen.

Solche wissenschaftstheoretischen Überlegungen haben auch eine naturwissenschaftsdidaktische Dimension, denn wenn der Anspruch besteht, dass *Scientific Literacy* ein konzeptionelles Verstehen der aktuellen Physik beinhaltet, bzw. dass die „Atome [uns] eine Lektion" zu erteilen haben, wie Ernst Peter Fischer (2002, Kap. 6) dies griffig formuliert, kann der Unterricht nicht an dieser Situation vorbeigehen. Pointiert ließe sich sagen, dass der Anspruch überholt ist, naturwissenschaftliche Theoriebildung leiste eine idealerweise vollständige Beschreibung der in den Blick genommenen Aspekte der Natur. Es ist der Paradigmenwechsel von Du Bois-Reymonds mechanistisch gedachter „astronomischer Kenntnis" der Natur (Du Bois-Reymond, 1914) zu einer „Rationalisierung der Erfahrungen", der nachzuvollziehen ist. Und: Dieser Gegensatz lässt sich für uns auch nicht durch die Position auflösen, dass Wirklichkeit ohnehin „Täuschung" sei und „der rechnende Verstand […] hier das letzte Wort [hat]" – „aus dem Vordergrund der Wahrnehmung rückt die Welt in den Hintergrund des Gedankens." (Grassi, 1955, 137–138). Wenn jemand der mathematischen Beschreibung des „rechnenden Verstands" einen ontologischen Status des „Wirklichen" zugesteht, aber den Sinneswahrnehmungen ihre Wirklichkeit abspricht, dann entspricht dies nicht der von uns vertretenen phänomenologischen Position. In der Frage, welche Rolle wir Wissenschaft gegenüber der Wirklichkeit zuweisen, haben wir uns zugunsten einer Rationalisierung der Erfahrung entschieden, und sehen im Übrigen nun, wie die im Kapitel 4 geschilderte, von uns eingenommene phänomenologische erkenntnistheoretische Position uns die Arbeit erleichtert.

6 Zur Praxis eines „erlebend-verstehenden" Lernens und ihrer Didaktik

Um es noch einmal zu wiederholen: Dieser Text ist *nicht* der Versuch einer Begründung von oder eines Überblicks über phänomenologische(r) Naturwissenschaftsdidaktik, sondern der Versuch eines Überblicks über deren erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Voraussetzungen und ihrer pädagogischen Grundimpulse. Dennoch sei die Frage adressiert, welche Arbeitsrichtungen und welches Bild von Unterricht sich hier ergibt: Fassen wir die vorangegangenen vier Kapitel als Verortung der fachdidaktischen Schwerpunktsetzungen unserer Forschungs- und Lehrbemühungen auf – also als unterschiedliche Aspekte eines „Doing Phenomenology in Science Education" (Østergaard, Dahlin & Hugo, 2008) –, dann ergibt sich daraus die Beschreibung einer Art Aufgabenteilung. „Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik" bezeichnet dabei unterschiedliche Schwerpunktsetzungen und Zielrichtungen:

- Die eine („fachnahe“) Gruppe will von den Naturphänomenen das physikalisch, chemisch, biologisch, mineralogisch... Grundlegende unter Beachtung strenger Methodologie erfahrbar machen und didaktisch aufbereiten (etwa die Arbeiten von Sommer (2005), Grebe-Ellis (2005), Rang & Müller (2009) und von „klassischen“ Goetheanisten: Kranich (etwa: 2005), Maier (etwa: 1993), Rozumek (2003) u. a.). Charakteristisch ist hier der Verzicht auf erklärende (z. B. mikroskopische, korpuskulare oder kinematische) Modellvorstellungen zugunsten des Herausarbeitens von konstituierenden, durch die Beschäftigung nachvollziehbare „Grundtatsachen“. Es handelt sich hier um alternative, nämlich erscheinungsorientierte Physik (Theilmann 2008), Chemie etc.
- Eine andere („schüleridentitätsnahe“) Gruppe begreift die Exploration und Konzeptualisierung der Naturphänomene vor allem als Selbsterfahrung der verstehenden Person (etwa die Arbeiten von Buck (1996), Buck & Rehm (2007, 2009), Rehm (2006) Rehm & Murmann (2007)). Charakteristisch ist hier die in der Auseinandersetzung mit dem Gegenstand stattfindende Besinnung auf die eigene Fragehaltung. Der von der lernenden Person vollzogene Prozess des Verstehens steht hier im Vordergrund, der Gegenstand ihres Verstehens, das Phänomen selbst, im Hintergrund. Es handelt sich hier um erziehungswissenschaftliche Theoriebildung.
- Wieder eine andere („unterrichtsgestaltende“) Gruppe geht primär vom Lehr- und Lernarrangement aus (etwa die Arbeiten von Wagenschein (1968, 1970, 1986), Aeschlimann (1997, 1999), Berg, Aeschlimann & Eichenberger (1999), Rittersbacher (2007), Roth (1983, 1987, 1988), Stettler (2006, 2011), Urlaß, Østergaard, Rittersbacher & Buck (2009), von Mackensen & Ohlendorf (o.J.), Theilmann (2006)). Charakteristisch ist hier die beispielhaft-exemplarische Ausgestaltung von Fachinhalten entlang konkreter Lehr-Lern-Situationen – mit dem Ziel, exemplarische Vorschläge für eine Thematisierung/Behandlung dieser Inhalte im Unterricht zu leisten. Hier handelt es sich um Unterrichtsdesign-Arbeiten.
- Wieder eine andere („phänomenographische“, vgl. Marton & Booth, 1997) Gruppe ist hauptsächlich daran interessiert, wie die Naturphänomene im Unterricht tatsächlich erlebt, erfahren und verstanden werden (etwa die Arbeiten von Buck, Stavy & Tirosh (1995), Bowden et al. (1992), Murmann (2002), Lybeck et al. (2003), Buck et. al. (2003), Buck (2005)). Charakteristisch ist hier das Interesse an der inhaltlichen Vielfalt des Verstehens, weil ja eine Lehrperson, die den Schülerinnen und Schüler eigenes Verstehen zugesteht, mit unterschiedlichen Phänomenverständnissen rechnen muss. Hier handelt es sich um empirische Untersuchungen oder Fallstudien.

Der Ausgangspunkt phänomenologischer Naturwissenschaftsdidaktik ist dabei immer die Überzeugung, dass das individuelle Erkennen nicht in einer Art Einsehen von gegebener Wirklichkeit besteht, son-

dern ein bewusst gesuchtes (oder: zu suchendes) Bezogenheits-Verhältnis (vgl. Abschnitt 4) zwischen Ich und Welt ist (Theilmann, 2011). Darin liegt, wie oben dargestellt, keine Absage an den Wirklichkeitscharakter der Empirie, sondern die konsequente Haltung, Sinn und Zusammenhang dieser Tatsachen zu befragen. Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik hat insofern inhärent einen entschiedenen investigativen Charakter: es geht darum, das besagte Verhältnis aktiv durch ein Kennenlernen oder Untersuchen der Welt zu entwickeln.

Ein solcher Standpunkt hat Auswirkungen auf die im Unterricht gepflegten Urteilsformen. Es ist vor dem Hintergrund einer phänomenologischen Haltung schlicht nicht mehr sachdienlich, den zu machenden Erfahrungen gegenüber die jeweilige Erkenntnissicherheit in einer meist zu oberflächlich verstandenen Naturgesetzlichkeit zu sehen. Unterricht in diesem Sinne hört auf, die Welt (etwa anhand kategorischer Urteile) erklären zu wollen, sondern muss sie entdecken helfen. Er wird die Welt nicht mehr autoritativ zu deuten suchen, sondern auf individuelle und autonome Erkenntnismomente bauen müssen. Das identitätsstiftende Moment eines so verstandenen Unterrichts ist offensichtlich, denn es geht hier um ein Verstehen der anspruchsvollsten Stufe (vgl. Helmstad, 1999; Rehm, 2006, 2007), dem vom Lerner/von der Lernerin selbst erarbeiteten Verstehen, der eigenen Erklärung mit der sich die verstehende Person identifiziert.

Oben in den Abschnitten 3 und 4 hatten wir dargelegt, Phänomenologie ist – mit David Woodruff Smith gesprochen – „*the study of consciousness as experienced from the first-person point of view*“ (Smith, 2007, 188, vgl. auch das Kapitel I.2 in Zahavis hervorragender Einführung (2007) in die Phänomenologie). Wenn also Wagenschein konstatiert, „Verstehen [und lernen] kann jeder nur für sich selbst“, dann verstehen wir, dass Subjektorientierung – und nicht nur Schülerorientierung – des Unterrichts Ausgangspunkt phänomenologischer Naturwissenschaftsdidaktik ist. Während beim Begriff „Schülerorientierung“ die Partizipation an der Gestaltung des Unterrichts im Vordergrund steht, ist beim Begriff „Subjektorientierung“ eine Haltung des Lehrers/der Lehrerin zentral, nach der Verstehen und Lernen als *Selbstkompetenz-Entwicklung* angesehen wird. Beide Begriffe – Schülerorientierung und Subjektorientierung – schließen sich dabei nicht aus, sondern kennzeichnen unterschiedliche und in ihrer zeitlichen Abfolge mit einander vereinbare pädagogische Grundhaltungen.

Fragen wir zuletzt nach dem Lehrerbild einer so begründeten Naturwissenschaftsdidaktik, so trifft neben Wagenscheins Bild vom *sokratischen Lehrer* (Wagenschein, 1968) auch Donald Schöns Begriff des „*Coach*“ als einem „*Reflective Practitioner*“ (Schön, 1983, 1985) die gesuchte Rollenbeschreibung. Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik ist in der Praxis letztlich das Ringen um eine für Lerngegenstand, Lerner und Lehrer authentische, aber auch sachgemäße und von Entdeckerfreude geprägte Begegnung mit „der Sache“ – für die „Phänomen“ ein Name ist. Das fachliche Verständnis entfaltet sich in

zwei Richtungen (vgl. Abbildung 1): in die Welt der Natur und in die des lernenden/verstehenden Menschen. So steht dieses Verständnis für den Lerner am Ende eines Stücks seiner eigenen Lebensgeschichte, die von unmittelbar Erfahrenem ausgeht und sich auch als selbst Erlebtes erzählen lässt.

Literatur

Aeschlimann, U. (1997). Pascals Barometer. In: Berg, H. C. & Schulze T. *Lehrkunstwerkstatt* (Bd. I) (pp. 90–110). Neuwied: Luchterhand Verlag.

Aeschlimann, U. (1999). *Mit Wagenschein zur Lehrkunst.* Marburg: Inauguralsdissertation.

Aspect, A. (2007*).* To Be Or Not To Be Local*. Nature,* 446, 866–867.

Bell, J. S. (1964). On the Einstein Podolsky Rosen Paradox. *Physics,* 1 (3), 195–200.

Bell, J. S. (1966). On the Problem of Hidden Variables in Quantum Mechanics. *Physical Review of Modern Physics, 38* (3), 447–452.

Berg, H. C., Aeschlimann, U. & Eichenberger, A. (1999). Lehrstück-Unterricht. In J. Wiechmann (Hrsg.), *Zwölf Unterrichtsmethoden (pp. 99–113)*. Weinheim: Beltz.

Bochenski, I. M. (1959). *Die zeitgenössischen Denkmethoden*. München: Lehnen Verlag.

Böhme, G. (1980). *Alternativen der Wissenschaft.* Frankfurt/M.: Suhrkamp Taschenbuch Verlag.

Bohr, N. (1939). The Causality Problem in Atomic Physics. In *New Theories in Physics*. *A Conference in Warsaw, May 30th–June 3rd 1938*. Institute of Intellectual Co-Operation, Paris.

Bowden, J., Dall'Alba, G., Martin, E., Laurillard, D., Marton, F., Master, G., Ramsden, P., Stephanau, A. and Walsh, E. (1992). Displacement, velocity, and frames of reference: phenonemographic studies of students' understanding and some implications for teaching and assessment. *American Journal of Physics*, 60(3), 262–269.

Buck, P., Stavy, R. & Tirosh, D. (1995). Die Teilbarkeit eines Gegenstandes und einer Strecke – eine Untersuchung über die Konsistenz von Schülerantworten. *chimica didactica,* 21, 215–227.

Buck, P. (1996). Über physikalische und chemische Zugriffsmodi. *ZfDN.* 2(3), 25–28.

Buck, P. Goedhart, M.J., Gräber, W., Kaper, W.H., Koballa, T., Linder, F., Marton, H. Schwedes, H., Spiliotopoulou, N.L., Tsagliotis, M. & Vogelezang M. (2003). On the methodology of ‚phenomenography' as a science education research tool. In *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (pp. 31–41). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Buck, P., Rehm, M. & Seilnacht, T. (2004). *Der Sprung zu den Atomen*. Bern: Seilnacht.

Buck, P. (2005). Zwei verschiedene phänomenologische Zugriffsmodi, den Begriff ‚chemische Reaktion' zu verstehen. *chimica didactica, 31*, 128–135.

Buck, P. & von Mackensen, M. (2006). *Naturphänomene erlebend verstehen.* Köln: Aulis Verlag Deubner & Co.

Buck, P. (2006a). die sinne, der sinn und zin, – über scheiterndes und gelingendes verstehen. In Buck, P. (Hrsg): *Wie gelangt ein Mensch zu Sinn?* (pp. 127–139). Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.

Buck, P. (2006b). Warum ist der Himmel blau? Eine phänomenographische Miniatur. *chimica ect. didacticae*, 32, 130–137.

Buck, P. & Rehm, M. (2007). »... über der Veränderung liegt stets ein Hauch von Unbegreiflichkeit« – Von den motivationalen und volitionalen Bereitschaften, das Prozessuale auszublenden. *chimica etc. didacticae,* 33, 17–38.

Buck, Peter: (2008). *Einwurzelung und Verdichtung – Tema con variazione über zwei Metaphern Wagenscheinscher Didaktik.* Dürnau: Verlag der Kooperative Dürnau.

Buck, P. (2012a). Verstehen kann jeder nur für sich selbst. Wie wird aus einem Phänomen vor mir ein wissenschaftlicher Begriff in mir? In: Kruse, N., Messner, R. & Wollring, B. Martin (Hrsg.), *Wagenschein – Faszination und Aktualität des Genetischen* (pp. 83–99). Baltmannsweiler: Schneider Verlag.

Buck, P. (2012b). Wenn authentisches Verstehen ein Ziel des Sachunterrichts ist. – Konstruktivistische Auffassungen vom Lernen sind zwar nützlich, aber nicht hinreichend. *Sache–Wort–Zahl,* 128, 48–53.

Dahlmann, Wolfgang (1999). Wider die Einseitigkeit, Kausalität nur als Wirkursache zu sehen. *chimica didactica*, 25, 23–60.

Du Bois-Reymond, Emile (1914). Über die Grenzen des Naturerkennens. Leipzig: Veit & Comp.

Einstein, A., Podolsky, B., Rosen, N. (1935). Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? *Physical Review* **47**, 777–780.

Fischer, E. P. (2002). *Die andere Bildung.* München: Ullstein.

Von Glasersfeld, Ernst (1996). *Radikaler Konstruktivismus*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.

Gloy, K. (2006). *Grundlagen der Gegenwartsphilosophie*. Paderborn: Wilhelm Fink.

Goethe, J. W. (1988). *Maximen und Reflexionen.* Leipzig: Insel.

Goethe, Johann Wolfgang (1998). Der Versuch als Mittler von Objekt und Subjekt [1793]; in: *Werke, Jubiläumsausgabe* (Band VI) (pp. 380–389), Frankfurt/Main-Leipzig: Insel.

Grassi, E. (1955). Stichwort Natur. In: Heisenberg, W. *Das Naturbild der heutigen Physik.* Hamburg: Rowohlt.

Grebe-Ellis, J. (2005). *Grundzüge einer Phänomenologie der Polarisation.* Berlin: Logos.

Grebe-Ellis, J. & Theilman, F. (Hrsg.) (2006). *Open Eyes.* Berlin: Logos.

Heisenberg, W. (1955). *Das Naturbild* der heutigen *Physik.* Hamburg: Rowohlt.

Helmstad, Glen (1999). *Understandings of Understanding.* Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis (Bd. 106).

Husserl, E. (1958). *Die Idee der Phänomenologie.* Den Haag: Martinus Nijhoff.

Husserl, E. (1974). *Formale und transzendentale Logik.* Husserliana (Bd. XVII). Den Haag: Martinus Nijhoff.

Kant, I. (1997). *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft.* Hamburg: Meiner.

Kant, I. (1956). *Kritik der reinen Vernunft*. Hamburg: Meiner.

Kranich, E.-M. (2005). *Chemie verstehen – Die Bedeutung der Elemente in Substanz- und Lebensprozessen.* Stuttgart: Freies Geistesleben.

Kumar, M. (2009). *Quantum*. London: Icon Books.

Little, W., Fowler H. W., Coulson, J., Friedrichsen, G. W. S. & Onions, C. T. (1984). *The Shorter Oxford English Dictionary,* (Vol. I & II). Oxford: Clarendon Press.

Lybeck, L., Marton, F., Strömdahl, H. & Tullberg, A. (2003). Phänomenographische Untersuchungen zum Molbegriff. *chimica didactica,* 29, S. 61–96.

Maier, G. (1993). *Optik der Bilder.* Dürnau: Verlag der Kooperative Dürnau.

Maier, G. (2008). The World Inside the Human Being is the Inside of Nature. In Maier, G., Brady, R & Edelglass, S., *Being on Earth – Practice in Tending the Appearances* (pp. 171–173). Berlin: Logos Verlag.

Marton, F. & Booth S. (1997). *Learning and Awareness.* Mahwah: Lawrence Erlbaum. In dt. Übersetzung 2014 im Logos Verlag, Berlin, verfügbar.

Messner, R., Rumpf, H. & Buck, P. (1997). Natur und Bildung. Über Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Formen des Naturwissens. *chimica didactica,* 23, 5–31.

Müller, M. & Grebe-Ellis, J. (2008). Kaustiken – Zur Bildentstehung an sphärischen Spiegeln. In Nordmeier, V., Oberländer, A. (Hrsg.): *Didaktik der Physik* – Berlin 2008. Berlin: Lehmanns Media.

Müller-Wieland, M. (o.J.). *Begegnungen und Erfahrungen*. Norderstedt: Books on Demand.

Murmann, L. (2002). *Physiklernen zu Licht, Schatten und sehen – eine phänomenographische Untersuchung in der Primarstufe*. Berlin: Logos Verlag.

Neumann, J. v. (1932). Die mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik. Berlin: Springer.

Northrop, F: S. C. (1970). Einstein's Conception of Science. In Schilpp, P. A., *Albert Einstein. Philosopher-Scientist*. New York: MJF Books.

Østergaard, E., Hugo, A. & Dahlin, B. (2007). From phenomenon to concept: designing phenomenological science education. In Lamanauskas, V. & Vaidogas, G. (Hrsg), *Proceedings from the 6th IOESTE Symposium for Central and Eastern Europe* (pp.123–129). Siauliai (Lithauen): InterDoc.

Østergaard, E., Dahlin, B. & Hugo, A (2008). Doing phenomenology in science education – A research review. *Studies in Science Education,* 44(2), 93–121.

Rang, M. (2009). Der Hellraum als Bedingung zur Invertierungspektraler Phänomene. *Elemente der Naturwissenschaft,* 90, 46–79.

Rang, M. & Grebe-Ellis, J. (2009). Komplementärspektren – Experimente mit einer Spiegelspaltblende. *MNU,* 62 (4), 227–231.

Rang, M. & Müller, O. (2009) : Newton in Grönland – Das umgestülpte *experimentum crucis* in der Streulichtkammer . *Philosophia naturalis* 46 (1), 61–114.

Rehm, M. (2006). Allgemeine naturwissenschaftliche Bildung. Entwicklung eines vom Begriff ‚Verstehen' ausgehenden Kompetenzmodells. *ZfDN*, 12, 23–44.

Rehm, Markus (2007). Testaufgaben zur Erhebung des Verstehens als eigenständige naturwissenschaftliche Kompetenz. *chimica etc. didacticae*, 33, 79–108.

Rehm, M. & Murmann, L. (2007). Verstehen lehren und Erfahrungslernen. In: *Lehren und Lernen,* 33, 34–39.

Rehm, Markus & Buck, Peter (2009). How can Atoms, the Fundamentum of Chemistry, be Taught adequately in the 21st Century? *Problems of Education in the 21st Century,* 17, 25–38.

Rittersbacher, C. (2007). Zur Eignung der Naturwissenschaften – insbesondere der Chemie – für den bilingualen Unterricht: Die Synergetik sprachlicher und sachfachlicher Phänomene. In Gnutzmann, C. (Hrsg.), *Fremdsprache als Arbeitssprache in Schule und Studium*. (Reihe Fremdsprachen Lernen und Lehren, FluL 36) (pp. 111–125). Tübingen: Gunter Narr.

Rozumek, M. (2003). Elemente eines prozessualen Stoffbegriffs, entwickelt in Anknüpfung an die aktuelle Wissenschaftspraxis der Chemie. *chimica etc. didacticae,* 29, 11–33.

Schieren, J. (1998). *Anschauende Urteilskraft : methodische und philosophische Grundlagen von Goethes naturwissenschaftlichem Erkennen*. Düsseldorf, Bonn: Parerga.

Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.

Schön, D.A. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Francisco: Josey Bass.

Schön D.A. (1988). *Coaching reflective teaching*. In P.P. Grimmett and G.L. Erickson (Eds.), *Reflection in teacher education*. New York: Teachers College Press.

Sommer, W. (2005). *Zur phänomenologischen Beschreibung der Beugung im Konzept der optischen Wege*. Berlin: Logos.

Smith, D. W. (2007). *Husserl*. London, New York: Routledge.

Staiger, E. (Hrsg.) (2005). *Schiller Goethe Briefwechsel.* Frankfurt a. M: Insel.

Stettler, P. (2006). Sehen wir verkehrt. In: Grebe-Ellis, J. & Theilmann, F. (Hrsg.): *open eyes 2005 – Ansätze und Perspektiven der phänomenologischen Optik* (pp. 203–214). Berlin: Logos.

Stettler, P. (2011). »Im Wasser Flamme«. In: Erb, R. & Grebe-Ellis, J. (Hrsg.): *Alles, worein der Mensch sich ernstlich einlässt, ist ein Unendliches – Physikdidaktische Miniaturen* (pp. 183–203). Berlin: Logos.

Theilmann, F. (2006). Expeditionen in die Mechanik. Stuttgart, edition waldorf.

Theilmann, F. (2008). Der Gedanke im Kontext. Zur Charakteristik einer erscheinungsorientierten Physik. *MNU* 61 (4), 236–241.

Theilmann, F. (2011). Die Kunst der naturwissenschaftlichen Untersuchung. Eine konstruktive Kritik des Verstehensbegriffs bei Martin Wagenschein. In: *chimica etc. didacticae,* 37, 57–88.

Urlaß, M., Østergaard, E., Rittersbacher, Ch. & Buck, P. (2009). Die Wechselbeziehung von Erfahrung, Ästhetik und Sprache im Sachunterricht. In Lauterbach, R., Giest, H. & Marquardt-Mau, B. (Hrsg.), *Lernen und kindliche Entwicklung* (pp. 277–284). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Mackensen, M. von & Ohlendorf, C. (o.J.). *Modellfreie Optik.* Kassel: Bildungswerk.

Weizsäcker, C. F. v. (2004). *Der begriffliche Aufbau der theoretischen Physik.* Stuttgart: Hirzel.

Wagenschein, M. (1968). *Verstehen lehren*, Weinheim: Beltz.

Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken* (Bd. I & II). Stuttgart: Klett.

Wagenschein, M. (1983). *Erinnerungen für morgen*. Weinheim, Basel: Beltz.

Wagenschein, M. (1986). *Die Sprache zwischen Natur und Naturwissenschaft*. Marburg: Jonas Verlag.

Zahavi, D. (2007). *Phänomenologie für Einsteiger.* Paderborn: W. Fink Verlag.

KONTAKT

Prof. Dr. Florian Theilmann
PH Weingarten Kirchplatz 2
88250 Weingarten
theilmann@ph-weingarten.de

AUTORENINFORMATION

Florian Theilmann ist Professor für Naturwissenschaftliches Lernen mit Schwerpunkt Physik an der PH Weingarten. Er arbeitet an erscheinungsorientierten Zugängen zur Physik und an philosophischen und wissenschaftstheoretischen Aspekten naturwissenschaftlichen Lernens.

Peter Buck ist Professor im Ruhestand am Institut für Sachunterricht der PH Heidelberg. Sein inhaltlicher Forschungsschwerpunkt sind Verstehensprozesse bei Lernenden und in Kommunikationsvorgängen.

Lydia Murmann ist Physik- und Sachunterrichtsdidaktikerin. Sie hat phänomenographische Untersuchungen zum Physiklernen durchgeführt. Zur Zeit arbeitet sie als Lehrerin an der Integrierten Gesamtschule Bremen-Mitte.

Edvin Østergaard ist Professor für das neu errichtete Fachgebiet "Art and Science in Education" an der Norwegian University of Life Sciences (UMB) in Aas. Als Komponist, Lehrerausbilder und Forscher beschäftigt er sich sowohl mit den Grundproblemen der Kunst-Wissenschafts-Verwandtschaft, als auch mit dem möglichen Lerngewinn einer Zusammenarbeit zwischen Künstlern und Naturwissenschaftlern

Aksel Hugo ist Associate Professor im Fachbereich Naturwissenschaftsdidaktik an der Norwegian University of Life Sciences (UMB) in Aas. Er ist dort Forschungsleiter der Forschungsgruppe für Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik.

Bo Dahlin ist Professor für Erziehungswissenschaften an der Karlstad Universität, Schweden, und Dozent am Rudolf Steiner University College, Oslo. Sein Schwerpunkt sind philosophische Aspekte und die Phänomenografie des Lernens in verschiedenen Kontexten.

Dr. Dr. Ulrich Aeschlimann ist Professor für Physik und Fachdidaktik an der Pädagogischen Hochschule Bern. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Didaktik von Martin Wagenschein.

Dr. Christa Rittersbacher ist Professorin für Bilinguales Lehren und Lernen an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich des Frühen Bilingualen (naturwissenschaftlichen) Unterrichts, der phänomenologisch orientierten Lehr-Lernforschung, im integrierten Naturwissenschaftsunterricht sowie in der Professionalisierungsforschung. Ihr Konzept Multifokalen Unterrichts stellt die Inhalte auf dem Weg zum Verstehen in den Brennpunkt von Sprache, Kunst (Ästhetik) und Sachfach.