

Retten uns die Phänomene?

Anmerkungen zum Verhältnis von Wahrnehmung und Theorie¹

Martins Wagenscheins leidenschaftlicher Appell „Rettet die Phänomene!“ [1] wird – wenn auch mit reichlicher Verspätung – in der aktuellen Naturwissenschaftsdidaktik sehr ernst genommen.

Zugleich steht heute die „Steigerung der Effizienz“ im Vordergrund¹. „Effizienz“ wird von Bildungspolitikern über den (mutmaßlichen) Beitrag des Unterrichts zum nationalen Wirtschaftserfolg definiert. Orientierung an den Phänomenen und Steigerung der Effizienz sind Forderungen, die sich nicht ohne Weiteres harmonisch ergänzen. Um ein destruktives Konfliktpotenzial für die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu entschärfen, muss das Verhältnis der naturwissenschaftlichen Theorien zur phänomenologischen Weise der Weltdeutung geklärt und didaktisch fruchtbar gemacht werden.

1 Das Anliegen Martin Wagenscheins

Ich verwende den Begriff Phänomen im Sinne Wagenscheins² für „... Naturscheinungen, die uns unmittelbar (oder auf einfache, durchschaubare Weise vermittelt) sich selbst sinnhaft zeigen ...“ „Der unmittelbare Umgang mit den Phänomenen ist der Zugang zur Physik“, betont Wagenschein. Physik solle als eine sich auf kluge Weise beschränkende, verzichtende Wissenschaft verstanden werden. Das in der Beschränkung auf das Messbare und mit mathematisierten Strukturen in Beziehung gesetzte neu gewonnene Naturbild steht einem reichhaltigen und umfassenden Naturerleben nicht entgegen; aber „man muss die unbeschränkte Wirklichkeit unmittelbar vor sich haben, um überhaupt zu bemerken, dass beschränkt wird.“ Ohne diese Einsicht zeigt die Physik – so Wagenschein – „verdunkelnd und verödet eine unheimliche Natura denaturata“.

Die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen, die Wagenschein für die *Genese der Physik aus den Phänomenen* als gegeben unterstellt, sind jedoch problematisch.

In vielen Beispielen zum genetischen Lehren demonstriert er, wie Wissenschaftsverständigkeit entstehen soll: „Es ist der Weg des behutsamen Hervorbildens des naturwissenschaftlichen Begreifens aus dem vorwissenschaftlichen Erleben und Welt-Verständnis, in dessen Schoß das Kind ursprünglich ruht“ ([2], S.108). Die naturwissenschaftliche Erkenntnis schließt sich nach Wagenscheins Auffassung als besonderer Aspekt der Weltbetrachtung *nahtlos* an die unmittelbare Wahrnehmung der Phänomene an.

Um das Hervorgehen wissenschaftlicher Erkenntnis aus der unbefangenen Weltwahrnehmung und dem „volkstümlichen“ Denken zu zeigen, ist Wagenschein allerdings häufig auf sprachliche Brücken angewiesen. Oft sind es wahre Kunstwerke der Sprache, die fast unmerklich neue Betrachtungsweisen skulptieren. Ich will zur Verdeutlichung ein Beispiel anführen:

Die entfernte Kerzenflamme, durch den schmalen Spalt zwischen zwei Messerklingen betrachtet, scheint sich durch Beugungsbilder zu vervielfachen. Wagenschein beschreibt das so: „... rechts und links neben der Kerze flackern noch viele andere, schwächere, Gespensterflämmchen, aufgereiht, nach außen immer schwächer sich verlierend, richtige Abbilder“ ... „Ganz neu aber ist, dass dabei *viele* Abbilder auftreten, in regelmäßiger Wiederkehr. Mit einem Fremdwort gesagt: die Periodizität der Erscheinung. Da von einer Periodizität weder in der Kerze noch im Spalt etwas vorgeformt ist, darf man schließen, dass sie dem Licht selber eigen ist.“

Die Sprache ist das trojanische Pferd, mit dessen Hilfe der Zusammenhang zwischen Licht und einem Schwingungsvorgang ins Denken geschmuggelt wird. Keineswegs ist die „Periodizität des Lichts“ phänomenologisch oder logisch evident. Dieses Vorgehen ist typisch für viele Beispiele, mit denen Wagenschein auch (oder vor allem) in philologischen Kreisen zu überzeugen vermochte³.

Der von solcher Sprachkunst genährten Überzeugungskraft vermögen „staunende Laien“ respektive unsere Schülerinnen und Schüler nichts entgegenzusetzen. Ihre Zweifel prallen an ihr ggf. ebenso ab, wie an den „verfremdenden Belehrungsapparaten“ unserer Physiksammlungen. Diese werden von Wagenschein kritisiert, weil in ihnen die „Naturphänomene allzu geschwind untergegangen, sozusagen beigesetzt sind“.

Wagenschein konnte sich nicht darauf beschränken, die Phänomene selber „reden zu lassen“. Ein wichtiger Grund ist in folgender Antithese zu Wagenscheins Auffassung von der Genese naturwissenschaftlicher Theorie enthalten:⁴ *Weder die Physik noch die anderen Naturwissenschaften entstehen als kontinuierliche Fortentwicklung der Einsichten, die sich aus der unbefangenen Wahrnehmung der Phänomene ableiten lassen.*

¹ In Anlehnung an das aktuell von der BLK geförderte Programm mit dem Titel „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“

² Zitate ohne weitere Quellenangabe stammen aus [1]

³ Wagenschein hat 1985 den „Preis zur Pflege der Reinheit der deutschen Sprache“ des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft erhalten.

⁴ s.a. Redeker in [5], S.95 und Muckenfuß in [3]

2 Erläuternde Beispiele zum Verhältnis von Phänomen und Theorie

Ich wähle zur Erläuterung einige Beispiele, die mir auch um ihrer selbst willen wichtig sind. Sie zeigen nämlich, wie sehr fachwissenschaftliche Kompetenz, unterrichtliche Routine oder auch einfach der Zwang, die Sachen zügig zu klären, dazu verführen, Phänomene allzu schnell mit einer physikalischen Deutung zu „erledigen“.

Beispiel 1: Wir (eine Studentengruppe und ich) hatten in einem 6. Schuljahr das Thema „Schatten“ unterrichtet – anschaulich, mit vielen Experimenten und aktiven Schülerinnen und Schülern. Sozusagen als Schlusspunkt und zur Demonstration unseres Unterrichtserfolgs, legte ich eine Karikatur von Erik Liebermann auf den Arbeitsprojektor (Abb. 1).



Abb. 1

Ziemlich verblüfft mussten wir zur Kenntnis nehmen, wie in der Klasse eine sehr ernsthafte Diskussion entstand, ob man den Schatten nun überpinseln könne oder nicht. Unstrittig unter den Schülerinnen und Schülern war lediglich, dass der rot eingefärbte Schatten des Eimers nicht der Realität entsprechen konnte; (was dann später dazu führte, dass wir im Unterricht auch farbige Schatten produzierten).

Also prüften wir in der folgenden Stunde mit einer Pressspanplatte und weißer Farbe die im Raum stehenden Vermutungen. Das angeschmutzte Weißgrau der Platte und mit ihm der Schatten wurden tatsächlich heller, worauf hin eine Schülerin mutmaßte: „Die Farbe deckt nicht richtig!“

Die Wurzel der Denkschwierigkeiten liegt bei diesem Beispiel im *Widerspruch* zwischen der Wahrnehmung und der physikalischen Erklärung. Schatten werden in unserer Wahrnehmung und der darauf bezogenen Alltagssprache nicht als „Fehlen von Licht“ interpretiert. Vielmehr erscheinen sie uns als etwas Positives, das „erzeugt“, „geworfen“, „länger“ oder „kürzer“ wird – als etwas *Vorhandenes*, das sich von der Umgebung abhebt. Das „Fehlen von Licht“ ergibt sich

nicht einfach aus der Wahrnehmung. Vielmehr setzt diese physikalische Erklärung die Idee der geradlinigen Lichtausbreitung voraus.

Künstler und Literaten nützen den Widerspruch, um unser Denken zu affizieren, z. B. in Comics, in denen Schatten mitternächtlich ihr Unwesen treiben, oder – um ein Beispiel aus der Weltliteratur anzuführen – in Adalbert v. Chamisso's Märchen „Peter Schlemihls wundersame Geschichte“, in der die Hauptfigur ihren Schatten an den „grauen Herrn“ verkauft.

Dem Unterschied zwischen Wahrnehmung und physikalischer Erklärung werden Begriffe wie „Fehlkonzept“ oder „Präkonzept“ nicht gerecht. Denn die Wahrnehmungskonzepte lassen sich durch die physikalischen nicht einfach beseitigen – es wäre meistens auch nicht sinnvoll. Bei farbigen Halbschatten, um bei unserem Beispiel zu bleiben, lässt sich dies leicht zeigen:

Erzeugt man in einem mäßig beleuchteten Raum mit einer blauen und einer grünen Lampe farbige Halbschatten, so würde man – von der Physik ausgehend – neben einem grauen Kernschatten eine grüne bzw. blaue Farbe der Halbschatten erwarten. Führt man das Experiment durch, so nimmt man völlig andere Farben wahr. Die Halbschatten sind gelb bzw. purpurfarbig, der Kernschatten ist orangerot. Die intelligente Wahrnehmungsfunktion, die diesen Effekt hervorbringt, ist für die Erkennung der Umgebungsfarben unverzichtbar.⁵

2. Beispiel: Eines der ersten Phänomene, dem wir jeden Morgen begegnen, ist das eigene Spiegelbild. Dessen Eigenschaften sind uns trotzdem kaum bewusst.

Das zeigt sich, wenn Sie das folgende Experiment machen. (Sein Ergebnis entspricht demjenigen, das in Abb. 2 dargestellt ist): Zeichnen Sie, vor dem Spiegel stehend, die Umriss ihres gespiegelten Kopfes auf die Spiegelfläche. Die Zeichnung wird überraschend klein ausfallen. Der Umriss ist nur halb so hoch wie der reale Kopf. Trotzdem passt der gespiegelte Kopf immer in den gezeichneten Umriss, auch wenn Sie den Abstand zum Spiegel beliebig variieren. Sie können auch einen 10 cm langen Papierstreifen auf ihre Stirn kleben und einen 5 cm langen auf den Spiegel. Wenn Sie den 10-cm-Streifen auf der Stirn Ihres Spiegelbildes über den 5-cm-Streifen auf dem Spiegel anpeilen, werden Sie feststellen, dass 5 cm in der Spiegelebene exakt gleich lang aussehen wie 10 cm im Spiegelbild. Auch dies gilt unabhängig vom Abstand, den Sie zur Spiegelfläche einnehmen.

Die Erklärung des Phänomens ist relativ einfach: *Je weiter etwas weg ist, desto kleiner sieht es aus*. Denn der Sehwinkel bzw. die Größe des Netzhautbildes nehmen proportional mit der Entfernung ab. Bemerkenswert dabei ist, dass die Verkleinerung des Netzhautbildes gewöhnlich nicht ins Bewusstsein dringt. Stattdessen neh-

⁵ Das Gehirn verschiebt durch eine Art „Weißabgleich“ das wahrgenommene Spektrum. Um den Cyanton des Schirms zu kompensieren, wird die Komplementärfarbe Rot addiert.

men wir die Gegenstände (hier das Spiegelbild) in einer größeren Entfernung wahr.



Abb. 2: Eine Hälfte des Schachbretts befindet sich in der Spiegelebene, die verkleinert erscheinende neben dem Objektiv

Die unbewusste Verrechnung von Größenwahrnehmung und Entfernungseindruck ist eine Leistung des Gehirns. In der Wahrnehmungspsychologie wird sie als *emmersches Gesetz* bezeichnet. Es besagt, dass bei erfahrungsmäßig vertrauten Gegenständen deren wahrgenommene Größe unabhängig von der Größe des Netzhautbildes erhalten bleibt (Größenkonstanz). Mit Hilfe dieses Gesetzes ist das Ergebnis des Versuchs (Abb. 2) bzw. die Lage der Spiegelbilder am ebenen Spiegel gemäß der Darstellung in Abb. 3 zu deuten:

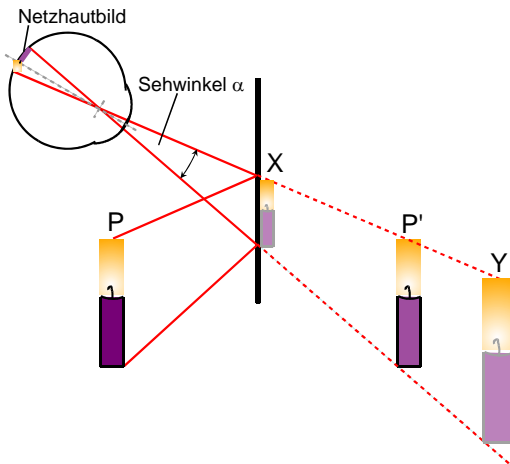


Abb. 3: Bildlage auf der Basis des Sehwinkels

Wir sehen also das Spiegelbild in P' und nicht in X oder Y (Abb. 3), weil unser Gehirn die Entfernung so wählt, dass sie – der Größe des Netzhautbildes entsprechend – zur vertrauten Größe des Gegenstandes passt.

Gegen diese Erklärung könnte man nun einwenden, dass z. B. der Entfernungsmesser des Fotoapparates dieselbe Bildlage liefert – und Fotoapparate haben kein Ge-

hirn. Maßgeblich ist hier der Divergenzwinkel, unter dem die von einzelnen Gegenstandspunkten ausgehenden Lichtbündel ins Objektiv fallen (Abb. 4):

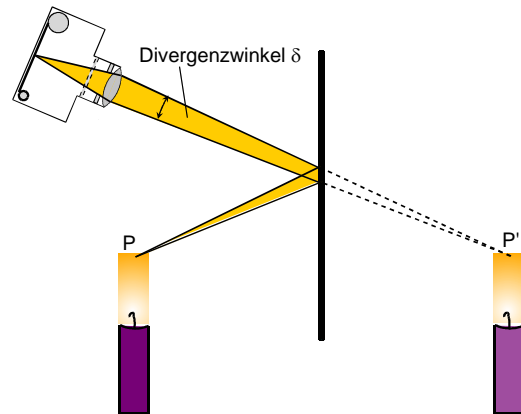


Abb. 4: Bildlage auf der Basis des Divergenzwinkels

Diese Erklärung ist in Schulbüchern auch für das Auge üblich. Allerdings ist der Divergenzwinkel wegen der kleinen Pupillenöffnung so gering – bzw. die Schärfentiefe des Netzhautbildes so groß – dass das Gehirn bei Lichtwegen, die größer als ca. 1,5 m sind, auf zuverlässigere Parameter zurückgreift, in diesem Fall auf den Sehwinkel bzw. auf die Größe des Netzhautbildes.

Am ebenen Spiegel liefern Sehwinkel und Divergenzwinkel die gleiche Bildlage. Beim erhabenen Spiegel und bei den meisten anderen virtuellen Bildern ist das nicht so. Beispielsweise haben wir bei erhabenen Spiegeln den Eindruck, dass die Dinge in die Ferne gerückt werden. Autofahrer kennen das: Bei einem erhabenen Rückspiegel muss man sich sehr in Acht nehmen, dass man die Entfernung des rückwärtigen Verkehrs nicht überschätzt.

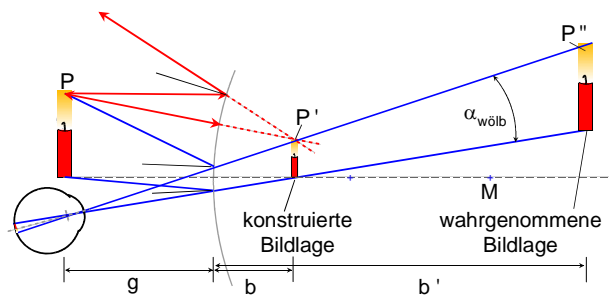


Abb. 5: Konstruierte und wahrgenommene Bildlage am erhabenen Spiegel

Abb. 5 zeigt das mit Strahlengängen konstruierte verkleinerte Bild am Wölbspiegel (P'). Diese Bildentfernung würde auch ein Fotoapparat anzeigen. Aufgrund der Größenkonstanz nehmen wir aber das Bild dem verkleinerten Sehwinkel entsprechend in *größerer* Entfernung wahr (P''). Bei den meisten virtuellen Bildern (z. B. Lupenbild, Toilettenspiegel, Bilder an ebenen Grenzflächen) ändern sich der Sehwinkel und der Divergenzwinkel nicht proportional. Die Physik kann dann die Wahrnehmungsphänomene bezüglich der zugeschriebenen physikalischen Eigenschaften nicht vollständig erklären. Man kann auch darüber streiten,

welchen Status das mit den Gesetzen der Physik bzw. mit Strahlengängen konstruierte Bild hat. Um das virtuelle Bild im Sinne eines geistigen Artefaktes handelt es sich jedenfalls nicht.

Virtuelle Bilder sind keine schlichten Produkte der Lichtreflexion oder -brechung⁶. Man sieht am Spiegel keine Lichtstrahlen, Reflexions- oder Brechungsvorgänge (abgesehen von den speziell dafür erfundenen physikalischen Apparaturen). Das Reflexionsgesetz leistet aber einen wesentlichen Beitrag zur Erklärung.

3. *Beispiel:* Die begrenzte Reichweite der Physik bei der Klärung der Phänomene ist kein Spezifikum der optischen Wahrnehmung. Deshalb füge ich noch ein anderes Beispiel an: Aristoteles postulierte mit klugen Argumenten, dass es in der Natur kein Vakuum geben könne. Seine Erklärung ist in der Geschichte der Naturwissenschaft mit dem Begriff des „horror vacui“ – dem Grauen der Natur vor der Leere – verknüpft. Galilei hat die Versuchsanordnung gemäß Abb. 6 vorgeschlagen, um den *horror vacui* zu messen.

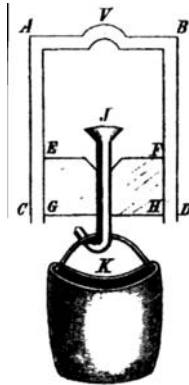


Abb. 6

Heute würden wir sagen, dass Galilei eine Anordnung zur Luftdruckmessung gefunden hat. (Sie lässt sich leicht realisieren, indem man an den Stempel eines Kolbenprobers einen Wassereimer hängt.) Aber der Luftdruck gehört nicht zu den Phänomenen, die der Wahrnehmung unmittelbar zugänglich sind. Deshalb hat Galilei die Messbarkeit der Grenzen des *horror vacui* noch nicht mit der Existenz des Luftdrucks in Zusammenhang gebracht. Das tat dann sein Schüler Torricelli einige Jahre später (1643) – allerdings nur in hypothetischer Form. Die Diskussion, ob in Torricellis berühmter Röhre oberhalb des Quecksilbers ein Vakuum vorhanden ist, oder ob sich dort eine Substanz – z. B. die im aristotelischen Sinne „reine Luft“ – befindet, überdauerte noch die folgenden Jahrzehnte.

Pascal dachte sich viele raffinierte Versuche aus, die der Idee vom Schweredruck der Luft zum Durchbruch verhelfen. Trotzdem hielt auch er die Existenz des *horror vacui* noch für möglich. Mit dem experimentellen Nachweis, dass der Luftdruck mit der Höhe abnimmt (1648), schaffte Pascal aber einer Vorstellung Raum, die mit dem damaligen Weltbild nicht in Einklang zu bringen war – nämlich, dass die Erde von einer nach oben begrenzten Lufthülle umgeben und der anschließende Raum luftleer sein könnte⁷.

Die Wissenschaftsgeschichte zeigt, dass der Schweredruck der Luft und das Vakuum nicht zu den unvermittelt wahrnehmbaren Phänomenen zu rechnen sind. Vielmehr handelt es sich um Ideen, die sich nur allmäh-

lich *gegen* die phänomenologische Physik des Aristoteles durchsetzen konnten. Phänomenologisch gesehen ist es ziemlich abwegig, die Ursache der Kräfte, die an einem luftverdünnten Raum zu beobachten sind, im unverändert gebliebenen äußeren Raum zu suchen.

Die Beispiele illustrieren, dass die Ideen der Physik – und mit ihnen deren Begriffe und Gesetze – keine auf einfachem Wege zu gewinnenden Folgerungen aus den Phänomenen sind. Die Ideen der Physik werden uns nicht von einzelnen Naturerscheinungen her nahegelegt oder gar aufgedrängt. Vielmehr handelt es sich um kreative Denkmodelle, deren Konstruktion nicht selten zunächst das *Absehen* von den phänomenologischen Gegebenheiten voraussetzt. So ist der Satz zu verstehen, den C. F. v. Weizsäcker einmal geschrieben hat: „Galilei tat seinen großen Schritt, indem er wagte, die Welt so zu beschreiben, wie wir sie nicht erfahren“ ([7], S. 107).

Dies gilt, soweit ich sehe, für alle grundlegenden Konzepte der Physik, vom Trägheitsgesetz bis zur Relativitätstheorie, vom Lichtstrahl bis zum Neutrino.

3 Die didaktische Bedeutung der Diskrepanz zwischen Phänomen und Theorie

Als Schlussfolgerung will ich auf die didaktische Bedeutung der Diskrepanz eingehen, die zwischen der physikalischen Ideenwelt und der Welt der „naturgegebenen“ Phänomene liegt (Abb. 7).

Wenn die Physik als Wissenschaft missverstanden wird, die sagt, „wie die Dinge wirklich liegen“, dann wird diese Diskrepanz als ein Mangel an praktischer Relevanz der Wissenschaft interpretiert, als „Unterschied zwischen Theorie und Praxis“, der abwertend die Zuständigkeit der Wissenschaft für die real erlebte Welt in Zweifel zieht. Leider ist dieses Missverständnis weit verbreitet, und möglicherweise trägt unser Unterricht einiges dazu bei.

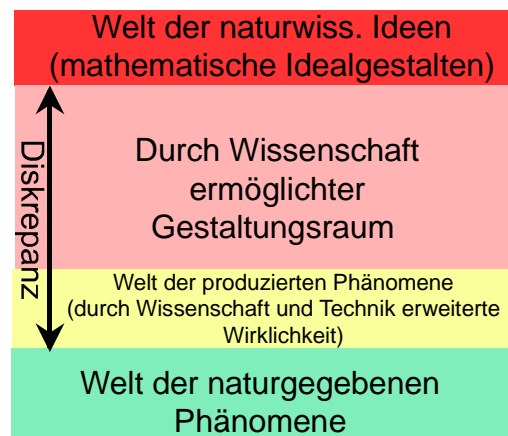


Abb. 7

Sieht man das Verhältnis jedoch so, dass das Ideengebäude der Naturwissenschaften zeigt, wie man sich die phänomenologisch unendlich stark diversifizierte Welt als Zusammenhang vorstellen *könnte*, dann wird klar, dass die Differenz zwischen Idee und Wirklichkeit das

⁶ Weitere Erläuterungen hierzu in [4]

⁷ Einen informativen Überblick zur Entwicklung der Vorstellungen zum Luftdruck findet sich in [6], S. 232–239

Potenzial hervorbringt, mit dem die Naturwissenschaften in den vergangenen Jahrhunderten die Welt verändert haben und weiter verändern werden.

Die Ideen der Naturwissenschaften zeichnen den Weg vor, auf dem durch die Produktion neuer Phänomene die Wirklichkeit erweitert wird. Dazu gehören nicht nur Satelliten, Teilchenbeschleuniger oder Computertomografen, sondern auch unsere Lehrgeräte und Experimente, die wir im Unterricht einsetzen. Sie werden missverstanden, wenn man in ihnen nur Apparate sieht, die einer „verfeinerten“, „genaueren“, „störungsfreieren“ Darstellung einer ohnehin gegebenen Wirklichkeit dienen. Denn sie verdanken ihre Existenz kreativen Vorstellungen davon, wie etwas sein *könnte*. Erst die Ideen liefern die Gestaltungskriterien und den Sinn der Experimente – nämlich zu prüfen, ob die Wirklichkeit sich gemäß den Ideen interpretieren oder in deren Richtung verändern lässt. Wenn wir Strahlengänge auf der optischen Scheibe darstellen, oder Wägelchen auf der Luftkissenfahrbahn fahren lassen, dann geht es also *nicht* um ein verbessertes Abbilden der Wirklichkeit, sondern um ihre neue Interpretation und um eine Neukonstruktion in Richtung der physikalischen Ideen.

Von den Experimenten in diesem Sinne sollten wir die Versuche zur Präsentation der Phänomene unterscheiden. Die Eigenschaften von Spiegelbildern zu untersuchen (ohne „Strahlengänge“), „zaubern“ mit elektrisch geladenen Alltagsgegenständen, die scheinbare Gewichtsverminderung eines Steines im Wasserbecken erleben u. v. A., das dient der Präsentation von Phänomenen und ist aus vielerlei Gründen unentbehrlich im naturwissenschaftlichen Unterricht. Von diesen Gründen will ich einige hervorheben:

Erst in einer erlebnishaften Atmosphäre entstehen die Neugier und die Fragen, aus denen naturwissenschaftliches Denken – das heißt nicht zuletzt: die Suche nach Zusammenhängen – erwachsen kann. Wir sind also pädagogisch auf die Phänomene angewiesen, die Wagenchein einfordert. Aber wir dürfen nicht erwarten, dass sich die naturwissenschaftlichen Ideen aus diesen Phänomenen herauschälen lassen wie die Frucht aus der Schale, oder dass z. B. die Physik sonst in irgendeiner Weise kontinuierlich aus diesen Phänomenen hervorgeht. Wo sie dies zu tun scheint, sind in der Regel unreflektierte Bedingungen mit im Spiel, die eine nicht gegebene Evidenz vorgaukeln (s. das Beispiel mit Sprache auf S.1). Zumindest gilt dies für die grundlegenden Konzepte, Begriffe und Gesetze.

Auch wenn die Phänomene kein Patentrezept für die Lösung der didaktischen Probleme beim Lernen von Physik sind, so wirkt der Bezug zur phänomenologisch gegebenen Wirklichkeit im elementaren naturwissenschaftlichen Unterricht für unsere Schülerinnen und Schüler Sinn stiftend. Sie erfahren dadurch, dass die erworbenen Kompetenzen beim Klären und Ordnen der verwirrend vielfältigen Erscheinungswelt helfen. Je komplexer unsere Welt wird, desto mehr sind wir auf übergeordnete und damit abstrakte Strukturierungsmöglichkeiten angewiesen. Die Naturwissenschaften gehören zu

den mächtigsten geistigen Instrumenten, die uns hierfür zur Verfügung stehen. Das ist so, weil die Naturwissenschaften *absehen* von den Einzelercheinungen, den Phänomenen. Sie stellen ein abstraktes Aussage- und Begriffssystem zur Verfügung, das auf unendlich viele konkrete Situationen anwendbar ist.

Unsere didaktische Aufgabe ist es dann, die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, die Phänomene wahrzunehmen, schließlich *von ihnen abzusehen* – zu *abstrahieren* – und das gewonnene abstrakte Werkzeug wieder zur Deutung konkreter Situationen zu nutzen. Es kommt deshalb nicht nur darauf an, die Naturwissenschaften in lebenspraktisch bedeutsamen Zusammenhängen zu lehren, sie müssen auch zusammenhängend gelehrt werden, also eine in sich schlüssige Begriffs- und Vorstellungswelt aufbauen, deren Deutungsmächtigkeit die jeweils betrachteten konkreten Erscheinungen transzendiert. Lernen in lebensnahen Situationen und an Phänomenen darf deshalb nicht als Gegensatz zu systematischem Lernen gesehen werden. Sonst haftet ihm unversehens genau das Defizit an, aus dem es herausführen soll, nämlich eine Ansammlung unverbundener Singularitäten mit zweifelhafter Zukunftsbedeutsamkeit zu bewirken.

Lernpsychologisch und lehrstrategisch beinhaltet die Diskrepanz zwischen der Ideenwelt und den Phänomenen auch eine Entlastung und Ermutigung für unsere Schülerinnen und Schüler. Sie brauchen nicht davon auszugehen, dass sie zu unbegabt sind, um in den Phänomenen die wissenschaftlichen Erklärungen zu entdecken. Denn hierbei befinden sie sich vor dem Hintergrund der Wissenschaftsgeschichte zumeist in bester und sogar berühmter Gesellschaft. Zeigt man ihnen immer wieder an Beispielen auf, wie kreativ die Wissenschaftler mit Ideen spielen – zunächst oft unbeschadet der fehlenden Übereinstimmung mit der Wahrnehmung und Erfahrung – und wie sich diese Ideen oft erst im Laufe vieler Jahre bewähren, dann ist dies nach meiner subjektiven Erfahrung für viele ein Ansporn, auch die eigenen „Gedanken spielen zu lassen“.

Die neuen Medien und Kommunikationstechnologien schaffen zwar neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Bildungsprozessen – die gelegentlich mit ihnen verknüpfte Hoffnung, dass sich mit ihrer Hilfe die fundamentalen Bildungsprobleme lösen lassen, teile ich jedoch nicht. Was da auf den Bildschirmen an uns herangetragen wird, ist mehrfach codiert und decodiert. Für den Nutzer werden völlig neue Wirklichkeiten – im Sinne von „Wirkwelten“ – erzeugt, in denen die Grenzen zwischen „virtuell“ und „reell“ verschwimmen. Der damit einhergehende Verlust an Kriterien für die Qualität des Realitätsgehaltes von Informationen enthält die Gefahr einer antiaufklärerischen Wirkung, also die Möglichkeit der Rückführung der Menschen in den Stand der selbstverschuldeten Unmündigkeit.

In diesem Zusammenhang muss der naturwissenschaftliche Unterricht vermitteln, wie verlässliches Wissen entsteht, und welcher Stellenwert dem wissenschaftlichen Weltbild in unseren Köpfen einzuräumen ist.

Physik (und andere Naturwissenschaften) zu lernen und deutend auf die Welt anzuwenden erfordert notwendig auch den Erwerb der Kenntnis, wie die Ideenwelt der Wissenschaft entsteht, und wie sie sich zur Welt der naturgegebenen Phänomene verhält. Damit bin ich wieder bei Wagenscheins Aufsatz „Rettet die Phänomene!“, denn er schreibt dort:

„Das Feld der Schule ist der Weg zwischen den Phänomenen und der physikalischen Denkwelt, hin und auch immer wieder zurück.“

Wo er Recht hat, hat er Recht!

Literatur

- [1] WAGENSCHNEIN, Martin: Rettet die Phänomene! (Der Vorrang des Unmittelbaren). In: Scheidewege 1/1976, S. 76–93. Wiederabdruck in: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht, 1977, S. 129–137
- [2] WAGENSCHNEIN, Martin (1962): Die Pädagogische Dimension der Physik, Braunschweig: Westermann¹1976
- [3] MUCKENFUß, Heinz: Grundpositionen Wagenscheins – kritisch hinterfragt. In: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht. 49/1996 Heft 8, S. 455–462
- [4] MUCKENFUß, Heinz: Zur Didaktik virtueller Bilder. Phänomene und physikalisches Konstrukt. In: Praxis der Naturwissenschaften. Physik. 45/1996 Heft 8, S. 9–14
- [5] REDEKER, Bruno: Zur Sache des Lernens - am Beispiel des Physiklernens. Braunschweig, 1982
- [6] SIMONYI, Karoly: Kulturgeschichte der Physik. Berlin (Urania) 1990
- [7] C. F. v. WEIZSÄCKER: Die Tragweite der Wissenschaft. Erster Band. Schöpfung und Weltentstehung. Die Geschichte zweier Begriffe. Stuttgart: Klett 1964

¹ Bei dem Text handelt es sich um das Manuskript eines Vortrages, der vom Autor auf verschiedenen Veranstaltungen gehalten wurde: 11.05. 2000 Universität Koblenz-Landau (physikdidaktisches Kolloquium); 28.09. 2000 Universität Graz (Jubiläumstagung der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft); 10.10. 2000 Universität Konstanz (MNU-Jahrestagung des Landesverbandes Baden-Württemberg); 27. und 28. 03. 2001 Landesstelle für Erziehung und Unterricht (Jahrestagung Naturwissenschaften für Nord- bzw. Süd-Baden-Württemberg); 25. 09. 2001 Universität Dortmund (Jahrestagung MNU-Bezirk Westfalen); 22. 11. 2001 Universität Osnabrück (Physikdidaktisches Colloquium); 26. 11. 2001 Ellwangen (Tagung zum BLK-Projekt „Steigerung der Effizienz des math.-nat. Unterrichts“).