

Martin Wagenschein

DAS KIND UND DAS ELEKTRON*

Seit etwa fünfzig Jahren ist im Bereich des öffentlichen Naturverstehens eine Art Korruption entstanden; eine Bestechung also, oder, etwas milder: Abfindung. Davon sprechen wir, wenn einer von dem, was zu tun sein Recht ist, abgelenkt und abgehalten wird, und wenn man ihm dafür einen Ersatz aufdrängt, so dass er ablässt von seinem Recht, vielleicht sogar es vergisst. Wir betrügen ihn dann und nehmen ihm seine Unschuld. „Abfindung“ ist in unserem Fall besonders treffend: sie hindert ihn am Finden.

Selber-Suchen und Selber-Finden ist aber das unveräußerliche Recht des Kindes im naturwissenschaftlichen Lernen.

Diese Korruption hat ihre Ursache darin, dass *Ergebnisse* physikalischer Forschung, die für Kinder und unbefangene Erwachsene unverständlich sein müssen (z. B. Elektronen oder Atommodelle) gleichwohl zum unverstandenen Gesprächsstoff aller Welt geworden sind.

Auch in die Schulen ist ähnliches schon eingedrungen in dem Verstehen-auf-Borg, das der Lehrer (vergebens) erhofft, wenn er schon im *Anfangsunterricht* von Molekülen, Molekularbewegung, Elektronenstrom *erzählt*, ohne dass die Phänomene es erforderten. Im Gegensatz zu der doch sonst immer hochgehaltenen Reihenfolge: Erst das Phänomen, dann das Nachdenken, dann das Experiment, zuletzt erst die Vorstellungen, die wir uns darüber machen.

Wenn da ein gespreiztes („geladenes“) Elektroskop steht, und daneben ein zweites schlaffes, also ungeladenes, und ich habe in meiner Hand an einem isolierenden (Siegelack-) Griff irgendein Stück Blech (später wird es rund oder kugelig, an einem Hartstoffstiel käuflich, „Ladungsträger“ heißen), so kann ich folgendes tun: ich kann mit diesem Blechstück langsam, abwechselnd, an die „Knöpfe“ der beiden Elektroskope tippen. Dann geht die Spreizung des einen ruckweise zurück, und die des anderen nimmt ebenso ruckweise zu. Falls ich dann als Lehrer nicht irgend etwas überflüssiges sage, kommen von den Kindern sehr bald ganz gewiss etwa solche Sätze: „Da geht was rüber. - Das geht erst auf den Löffel und der löffelt's rüber. - Immer mehr geht rüber. Aber das, was rüber geht, wird immer weniger.“ Und so fort. - Nun werde ich nicht - die Übertreibung mache es deutlich - mit Stirnfalte und erhobenem Zeigefinger verkünden: „Mal herhören und merken: Wir verlassen hier die Stufe der Phä-no-mene ...“, sondern ich werde, ganz nebenbei, während ich weiter löffle und den Löffel gen au betrachte, dazu etwa sagen: „Was meinst du eigentlich, wenn du sagst, ‚es geht rüber‘? Was ist das denn, das Es, was hinübergetragen wird? Reden wir da von etwas, was es *gibt*?“ Dann werden die Kinder unzweifelhaft darüber sehr Einleuchtendes sagen. Sie werden auch verstehen, dass wir hier nichts anderes tun als *vergleichen*. Es ist „so ähnlich wie“ wenn wir aus einem Topf, der auf der Waage steht, Wasser hinüberlöffeln in einen zweiten leeren Topf, der auch auf einer (anderen) Waage steht. Und nun tritt beim elektrischen Versuch an die Stelle des zwar nicht - „Vorhandenen“, doch im Vergleich Spürbaren das *Wort* und hält es fest, was wir meinen. Wir stehen an der Quelle des Begriffes der „*Elektrizität*“, als einer Substanz, und der „Ladungsmenge“ als einer Portion davon. Wörter, „Dingwörter“, bringen die Gefahr mit sich, alles Gemeinte, und sei es auch nur im Vergleich Gemeintes, handgreiflich zu nehmen, als *sei* es etwas wie das, womit es vergleichbar ist. Als sei Analogie Gleichheit. Reden wir von „der Freiheit“, so ist es klar, dass sie trotz der substantivischen Fassung, kein körperliches „Ding“ ist wie ein Stein. Bei „der Elektrizität“ ist das schon schwieriger, wenn man nicht das Kind *frühzeitig* darüber nachdenklich werden lässt, dass „die Elektrizität“ . (soweit aus diesem Experiment etwas zu

* Aus einem demnächst im Georg Westermann Verlag erscheinenden Buch »Die Pädagogische Dimension der Physik“ sind hier mit freundlicher Erlaubnis des Verlages einige Abschnitte übernommen

schließen ist) nur insofern Substanzcharakter hat, als sie Handlungen erlaubt, bei denen irgend etwas Wahrnehmbares, ja Messbares (hier die Spreizung der Elektroskop-Blättchen) in sichtlichen Portionen sich ändert, von wo aus man sich nun Portionen dieses „Etwas“ „denkt“. - (Dass ein solcher Begriff [Ladungsmenge] erst dann physikalisch endgültig tragfähig wird, wenn er *quantitativ* definiert ist, das ist zwar richtig, aber, unterrichtlich gesehen, der zweite Schritt.)

Man wird also anfangs von den Gleichnissen (Bildern, Modellen) nur zurückhaltenden Gebrauch machen, um den Zusammenhang auf einfachste Weise mit redlichen Mitteln zu zeigen, soweit es geht. Wir gleichen sonst Leuten, die ihren Wagen aus der Garage holen, wenn sie das Haus gegenüber besuchen wollen, nur um zu zeigen, dass sie einen haben.

Im Gegenteil: der Schritt zu der Bilderwelt ist ein so wesentlicher Akt des physikalischen Vorgehens, dass wir seine *Notwendigkeit* spüren und ihm die größte Sorgfalt widmen lassen müssen. Schon im „Knabenalter“ heben diese Schritte an, und es ist unsere Aufgabe, bewusst werden zu lassen, wie sie sich aus dem *Zwang* der Phänomene von selber ergeben.

Der Unterricht verliert seine Sauberkeit, wenn der Lehrer sich einfach damit abfindet, dass eines seiner Kinder aus dem Versuch mit den zwei Elektroskopen „schließt“: „da gehen ‚Elektronen‘ rüber.“ Das wäre Kapitulation vor dem „feuilletonistischen Zeitalter“ und kein Physikunterricht. Denn, wenn dieser Satz überhaupt einen Sinn haben soll, dann wäre es doch der: „Die Elektrizität besteht von sich aus aus natürlichen, untereinander gleichen Portionen (sie ist atomistisch konstituiert).“ Zu einem solchen Bild liegt aber bei dem erwähnten Versuch mit den beiden Elektroskopen nicht der mindeste Anlass vor. Nichts deutet auf so etwas hin, nichts drängt sich auf.

(Dazu bedürfte es ja der Elektrolyse, des Atomismus der Materie, der Kathodenstrahlen, des Millikan-Versuches.) Wie man im Unterricht mit einer solchen naseweisen Antwort („Elektronen!“), die „schnell fertig mit den Worten“ ist, wie man damit „fertig“ werden kann, ohne etwas abzuweisen, zu unterdrücken und zu verbergen, soll der folgende Abschnitt zeigen. Hier sollte nur deutlich werden:

Es gibt Modellvorstellungen, die sich schon im Knabenalter aus der Sache aufdrängen („die Elektrizität“), und es gibt solche, die erst Jahre später vom Lernenden nachgebildet und mitgebildet werden können (Elektronen).

Was soll aber der Lehrer sagen, da doch die Schüler schon von Elektronen „gehört“ haben? Wenn sie ihn nun „mit Fragen bestürmen“? Es ist vielleicht nützlich, sich verschiedene Verhaltensweisen des Lehrers auszudenken und diejenige (IV) etwas genauer zu entwerfen, die allein ehrlich erscheint. Sie verweigert die Auskunft nicht, aber sie sagt auch nichts, was missverstanden werden muss.

I. „Ich weiß es wohl, aber das versteht ihr *nie*. Dazu seid ihr viel zu dumm.“

II. „Das versteht ihr *noch nicht*; abwarten!“

III. Dieser Lehrer spricht schnell und lässt *nicht Zeit* zu Rückfragen: „Ihr wisst schon: in dem Draht fließt ein elektrischer Strom. Das ist ein unsichtbarer Strom von einem sehr feinen Stoff, und dieser Stoff besteht aus lauter ganz feinen Körnchen. Diese Körnchen heißen Elektronen.“

Die Fragen der Kinder, die er nicht aufkommen lässt, sind solche:

„Kann man sie sehen? Haben Sie sie gesehen? Sind Sie sicher, dass es wahr ist? Warum glauben Sie es?“

Im Notfall antwortet er: „Das hat die ‚Wissenschaft‘ gezeigt.“

Oder: „Das haben die Gelehrten in jahrzehntelangem Nachdenken erforscht.“ Oder gar: „ausgerechnet“.

So erzeugt er das Verhältnis *nicht*, das der „einfache Mann“ zu der Welt der Wissenschaft haben sollte.

IV. (Dieser möge also etwas ausführlicher zu Wort kommen.) „Ja nun - ob es die gibt? *Gesehen* habe ich sie nicht. Auch sonst niemand. Man kann sie nicht sehen.“ –

„Aber warum *glauben* Sie dran?“ –

„Mehr als das! Ich bin davon überzeugt, dass es sie gibt.“ –

„Aber wie, wenn Sie sie nicht sehen können?“ –

„*Indirekt*. Um die Ecke herum. Wie man im ‚Krimi‘ den *Täter* auch nicht hat, aber doch allerlei weiß von ihm, aus dem, was er angestellt hat.“ –

„Was ist denn das, was die Elektronen anstellen?“ –

„Ja, davon kann man schon eher reden. Denn *das* sieht man.“ –

„Zeigen Sie uns das? –“

„Ja gern. Das ist freilich eine ganze Vorstellung in vielen Akten. Da müsste ich euch zuerst den ‚elektrischen *Strom*‘ zeigen.“

„Den kann man also sehen?“ –

„Ach nein, den selber auch nicht.“ –

„Wie, den auch nicht?“ –

„Nein, das ist auch nur so ein Wort wie ‚Elektron‘. Auch ‚Strom‘ ist so ein gesuchter Täter, von dem man *nur* seine Taten weiß.“ –

„Zeigen Sie uns die Taten des Stromes?“ –

„Das will ich tun. Das heißt: ich zeige euch allerlei. *Taten* der Natur, Tatsachen. Und dann wollen wir sie ordnen. Und sehen, ob uns da so etwas wie ‚Strom‘ in den Sinn kommt. Ihr wisst, was ein Strom ist: der Rhein ist ein Strom.“ –

„Da müsste man also etwas fließen sehen?“ –

„Man sollte es meinen! Aber ihr habt vergessen, ich sagte schon, man sieht ihn nicht, den Strom. Fast nie sieht man direkt etwas fließen. Ihn selbst jedenfalls, den Strom, nie.“ –

„Aber warum nennt man ihn denn Strom?“ –

„Ja, das ist merkwürdig. Aber es ist nicht einfach so dahergeredet, das kann ich euch sagen. Da ist keine Willkür dabei. Ihr könnt ja selber alles genau nachprüfen. Ich werde euch die *Tatsachen* zeigen, und dann könnt ihr ja selbst aufpassen, ob man da nicht immer mehr an etwas Strömendes erinnert wird.“ –

„Warum sagen Sie: *erinnert*? Wir denken, es *ist* ein Strom?“

„Das werdet ihr merken, wie ich es meine, wenn ihr's seht: Sieht's euch an!“ –

„Und die Elektronen?“ –

„Die kommen erst im dritten Akt. Vielleicht auch erst im fünften.“

„Warum?“ –

„Man kann die fließenden Elektronen nicht recht verstehen, ehe man den ‚Strom‘ nicht verstanden hat!“ –

„Wieso?“ –

„Wenn du fragst: wer ist Fritz?, und ich sage (was wahr ist): Fritz ist der Sohn von Kar!, dann nützt dir das wenig, nicht wahr, wenn du den Kar! nicht schon kennst. Also müssen wir doch erst den Karl kennen lernen, den ‚Strom!‘.“ –

„Aber mein Onkel, der bei der AEG ist, der sagt, das mit den Elektronen, das wäre ganz einfach, das wären ganz ganz kleine Körnchen. Ist das falsch?“ –

„Nein, nur ungenau!“ –

„Wieso ungenau?“

„Frag ihn doch mal nach ihrer Farbe z. B., die weiß er nämlich nicht. Und was ein richtiges Körnchen ist, das *hat* doch eine Farbe, ich meine, es kann auch „farblos“ sein in dem Sinne von „durchsichtig“, wie Wasser. Aber das Elektron ist nicht wie Wasser, und es ist auch nicht weiß oder schwarz oder grün, so wie eben alles eine Farbe hat. Es hat überhaupt keine Farbe!“ –

„Das gibt es ja gar nicht!“ –

„Ja, ja, da hast du ganz recht. Aber ich will dir was sagen – eine Antwort ist es nicht, aber es ist ein Ende, vorläufig —: hat die Geduld eine Farbe?“