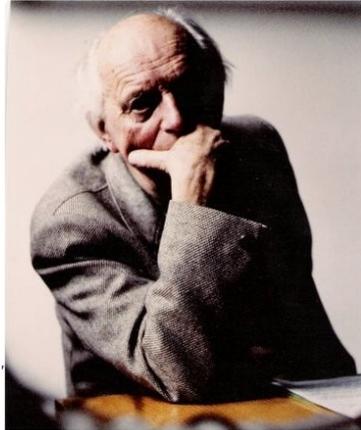
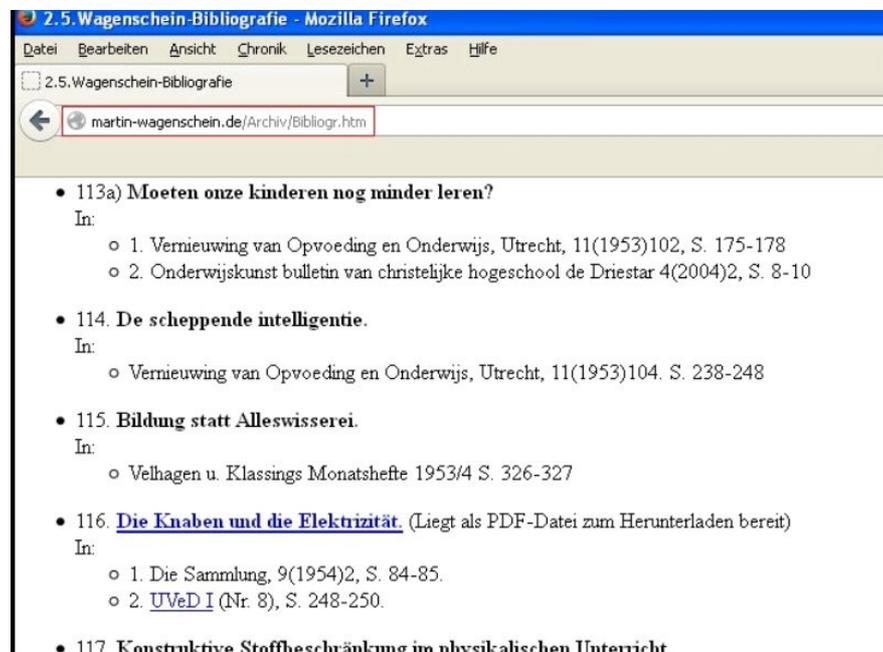


Wagenschein und die Elektrizität



Schon der Titel ist geklaut: „[Die Knaben und die Elektrizität](#)“ heißt die munter-nachdenkliche Beschreibung einer munteren, aber nachdenkenswerten Unterrichtsstunde, die Wagenschein 1954 veröffentlicht hat, sie ist auch im Sammelband „Ursprüngliches Verstehen...“ Band 1 enthalten.

Anmerkung: Der Text (Bibliografie-Nr 116) ist –PDF, 4 Seiten– ausgedruckt, aber auch via Homepage zugänglich.



2.5. Wagenschein-Bibliografie - Mozilla Firefox

2.5. Wagenschein-Bibliografie

martin-wagenschein.de/Archiv/Bibliogr.htm

- 113a) **Moeten onze kinderen nog minder leren?**
In:
 - 1. Vernieuwing van Opvoeding en Onderwijs, Utrecht, 11(1953)102, S. 175-178
 - 2. Onderwijskunst bulletin van christelijke hogeschool de Driestar 4(2004)2, S. 8-10
- 114. **De scheppende intelligentie.**
In:
 - Vernieuwing van Opvoeding en Onderwijs, Utrecht, 11(1953)104. S. 238-248
- 115. **Bildung statt Alleswisserei.**
In:
 - Velhagen u. Klasing's Monatshefte 1953/4 S. 326-327
- 116. **[Die Knaben und die Elektrizität](#)**. (Liegt als PDF-Datei zum Herunterladen bereit)
In:
 - 1. Die Sammlung, 9(1954)2, S. 84-85.
 - 2. [UVED I](#) (Nr. 8), S. 248-250.
- 117 **Konstruktive Stoffbeschränkung im physikalischen Unterricht.**

Von Wagenschein gibt es zu diesem Thema relativ wenig zu finden – wieso/warum? Wagenscheins Verhältnis zur „modernen“ Technik war ja immer zurückhaltend – man mag sich fragen: warum? War es seine verträumte Kindheit? War ihm der Beruf des Vaters (Ziegelei-Ingenieur) unheimlich? Das weiß ich nicht. Ich kann aber versuchen zu beschreiben, *wie* sich diese Zurückhaltung äußerte.

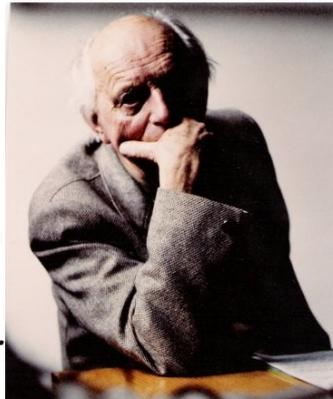
In Bezug auf die Elektrizitätslehre – im Vergleich zu anderen Sachgebieten gibt es nur wenige Veröffentlichungen, aber er hat sie unterrichtet und dabei immer versucht, sie in seiner Art zu unterrichten – jedoch keines seiner ausgearbeiteten „Kabinettstücke“ (wie Auftrieb, Luftdruck, Fallgesetz, Himmelskunde, in der Mathematik der Primzahlen-satz usw. ...) beschäftigt sich mit dieser „modernen“ Physik – (von Atomphysik überhaupt ganz zu schweigen). In seinen Veröffentlichungen kommt die Elektrizitätslehre kaum vor, eher kann man dort die Begründung finden, *warum* sie kaum vorkommt: (Nun also doch „Ursachenforschung“!)

Anscheinend war der „Stoff“ in diesem Falle also der umfassende Überblick über die Physik weniger wichtig als die Art, *wie* Physik (auch in ihrer Eigenart) zu vermitteln sei:

1935 veröffentlichte er den Aufsatz: „[Physikalischer Unterricht und Intellektualismus](#)“, (Der Text ist übrigens auch auf dem Internet„portal“ zu finden!) in dem es heißt

Wagenschein und die Elektrizität

„Wer das Elektron für eine Art Billardkugel nimmt, der wird leicht geneigt sein, zu glauben, die Physik zeige die Welt so, wie sie „wirklich“, „an und für sich“ ist, dass sie also auf jedes beliebige Geschehen anwendbar sei.“



Physikalischer Unterricht und Intellektualismus (1935)

Das Dilemma, das Wagenschein wohl sah, ist an zwei Stellen zu finden: Wagenschein wirft dem üblichen Physikunterricht „Verführung“ vor, wenn er speziell die Begriffe der Elektrizitätslehre (und damit auch einen Teil der Teilchenphysik) Kindern „einbläut“, die oft noch gar nicht abstrahieren können.

„Die Elektrizitätslehre ist wohl das häufigste Opfer der Verführung, besonders in den Gymnasien.

Gelegentlich zeigt sich Entsprechendes auch schon in der Volksschule.“

Die pädagogische Dimension der Physik (1962)

„Die zu starre und bleibende Bindung an Technik kann sich mit verführter Theoretisierung verbinden.

Der Komplex „Elektrizität“ bleibt dann manchmal lebenslang das „was aus der Steckdose kommt und aus Elektronen besteht.“

Die pädagogische Dimension der Physik (1962)

Schulkinder kennen längst den Begriff (und sei es die elterliche Warnung, „nicht an der Steckdose spielen!“) und möchten es jetzt genauer wissen. Daher die Gefahr der „Verführung“, der man nicht mit dem Holzhammer begegnen sollte: „Dazu bist du noch zu klein!“ –

Es gibt noch ein zweites Dilemma – von Wagenschein nicht so wörtlich angesprochen: Jugendliche wollen doch wissen, was es ist, „das die Welt zusammenhält“ und das „subito!“

„ Wer das Elektron für eine Art Billardkugel nimmt, der wird leicht geneigt sein, zu glauben, die Physik zeige die Welt so, wie sie „wirklich“, „an und für sich“ ist, dass sie also auf jedes beliebige Geschehen anwendbar sei...

Der Text von 1935 geht noch weiter:

...Wer weiß, dass solche Begriffe *Symbole* sind, die in einer anderen Wirklichkeitssphäre bestehen als die Körper unserer Erscheinungswelt, einer Sphäre, an deren Bau der von einem bestimmten Gesichtspunkt aus konstruierende menschliche Geist maßgebend beteiligt ist, der wird hierin bescheidener und vorsichtiger sein...

...Man wird vielleicht einwenden, dass dergleichen erkenntnistheoretische Einsichten im Schulunterricht nicht erreichbar seien.“

Es war nicht eine „Elektrophobie“: bei Wagenschein: Denn in seinem eher für interessierte erwachsene Laien geschriebenen ersten Buch „Zusammenhänge der Naturkräfte“ (1937) kommt der Wortstamm „elektr.“ über 300mal vor, und Wagenschein beschreibt darin das Wesen der Elektrizität als verbindendes Element der Natur. Fast enthusiastisch. Wagenschein teilte hier die Entdeckerfreude von Oersted und Faraday bei ihren Versuchen zum Elektromagnetismus bis hin zum Rowland-Versuch auch wenn er den nur berichten konnte. Von einer wohl daraus abzuleitenden Begeisterung für die Maxwell-Gleichungen ist allerdings fast nichts zu spüren, er erwähnt sie zwar, im Unterricht gehören sie aber allenfalls in die Oberstufe.

Er bemängelte die Art, wie Physik damals unterrichtet wurde und auch heute noch unterrichtet wird – anwendungsbezogen, technik-orientiert.

Wagenschein versuchte zu erreichen, dass Physikunterricht nicht von Physikern, sondern von Physik-*Lehrern* gemacht wird, deren Enthusiasmus nicht auf den „Stoff“ konzentriert ist, sondern auf das wesentliche seines Bildungsinhalts.

Auch bei Wagenschein war das ja wohl der Anlass, „sich der Mathematik und Physik zu ergeben“. Diese Antwort auf die Frage Fausts glauben die nachdenklichen Jugendlichen doch in der Schule bei den Naturwissenschaften zu finden. Und am Schluss stehen sie dann nach einem verantwortungsvollen und umfassenden Unterricht da mit der ebenfalls Faustschen Erkenntnis, „so klug zu sein als wie zuvor“. Sie haben „höchstens“ – hoffentlich! – gelernt, was ein „Modell“ ist:

Modelle sind "nur" Modelle -

**sie sollen erklären –
sie dürfen nicht herrschen!**

Alle diese schönen Beschreibungen, Definitionen und Bilder in ihren Büchern und Hefen *können* nicht die Wirklichkeit wiedergeben. Sie waren und sind also „irgendwie falsch“. Gerade ihre Eigenschaft, begreifbar zu sein macht sie ja unglaublich.

Das muss ich wohl begründen: Mit einem anderen Modell – dem Licht.

Wir fragen das Licht: „bist du eine Welle?“

Antwort des Lichts: „ja“

F: „darf ich mit dir spielen?“

A: „ja“

F: „auch messen und berechnen?“

A: „ja“

F: „dann bist du also eine elektromagnetische Welle mit f , c und λ ?“

A: „ja“

Neue Frage an das Licht: „bist du ein Teilchenstrom?“

Antwort des Lichts: „ja“

F: „darf ich diese Teilchen ‚Photonen‘ nennen und mit ihnen spielen?“

A: „ja“

F: „auch messen und berechnen?“

A: „ja“

F: „dann bist du also eine Korpuskularstrahlung mit h und v ?“

A: „ja“

F: „jetzt musst du dich aber entscheiden – bist du Welle oder Teilchen!“

A: „kommt drauf an — was du wissen willst!“

F: „das ist mir zu vage – was bist du denn wirklich?“

A: „**Licht!**“

F: „jetzt verstehe ich gar nichts mehr...“

A: „nicht meine Sache!“

Dieses Gespräch lässt sich „natürlich“ auch auf die Teilchenphysik übertragen, und wenn wir kritisch sind, müssen wir doch zugeben, dass wir überall in den Naturwissenschaften nichts „Richtiges“ begreifen! Auch in der „Trivalliteratur“ ist dies – nicht nur in den Schlagzeilen – gang und gäbe, z.B. Spektrum der Wissenschaft: „Stringtheorie erklärt die Supraleitung – Der Quantenverschränkung in Festkörpern auf der Spur“. – kein Kommentar... (Heft zeigen!)

Ich habe dafür die Behauptung parat: „Wer einen Sachverhalt nicht in seiner ‚Muttersprache‘ erklären *kann*, der hat ihn selber noch nicht verstanden!“ (von Schülern habe ich das nicht immer verlangt) – Ich glaube, dass ich damit noch weiter gehe als Martin Wagenschein.

Wagenschein hatte mit E-Lehre „nicht viel am Hut“, erkennbar dadurch, dass er keine Lehrbeispiele daraus entwickelt hat. Wohl nur einmal war E-Lehre ein Seminarthema bei ihm, als er an seinem Text: "[Was berechtigt uns, von einem elektrischen Strom zu sprechen?](#)" arbeitete. Jedenfalls waren seine „Heroen“ um mit **G**_{EHEEB} zu sprechen altertümlich – auch bei der Elektrizität erwähnt er „alte Kämpfer“ (nicht nazistisch gemeint!) wie RITTER, OERSTED, FARADAY usw. – allerdings LICHTENBERGS Experimente zur Elektrizität erwähnt er kaum. Er hat sich sehr darum bemüht, den Begriff der Elektrizität grundlegend einzuführen, aber – die Elektrizität fand erst im 20. Jahrhundert ihre „nicht mehr wegzudenkende“ Verbreitung. Hat Wagenschein da etwas verpasst? Es scheint fast so, doch wenn wir uns um das *Verstehen* bemühen, sollten wir dir Grundlagen nicht unter „sachlicher Richtigkeit“, das heißt unter der Fachsprache und

ihren modernen Beispielen verschütten. (Wir können die Jugendlichen nicht mit einem „Impulsstrom“ abholen, „Muckis“ heißen „Kraft“!

Aber – wir können doch alles berechnen, selbst der „Large Hadron Collider“ in Genf funktioniert doch – und liefert die erwarteten Ergebnisse. Das beweist doch, dass mit den besseren Modellen bewiesen ist, dass sie stimmen!“ Ja, da wird dann Berechenbarkeit mit Realität gleichgesetzt, abgesehen davon, dass „wir“ das nicht nachrechnen können, und selbst wenn wir es nachmachen könnten, ist damit doch gar nicht bewiesen, dass es wirklich so ist.

Ein Experiment mag wohl als Bestätigung für eine Theorie erhalten, einen Einblick hinein, wie es wirklich ist, kann es nicht geben.

Und weil im Unterricht verschiedene Modelle verwendet werden (müssen), ist eine „ungesunde“ Verwirrung vorprogrammiert (Bohrsches Schalenmodell-Kugelwolkenmodell, Lichtwelle-Photon – ja was denn nun? Wenn den Schülern klar ist, dass es *nur* Modelle der unbegreiflichen Realität sind, und dass dies erst recht für die Physik des Weltalls und der atomaren Dimensionen (von sich aus unvorstellbar!) gilt, dieses Bewusstsein mit einer Skepsis gegenüber Vermutungen, die von Computern generiert wurden... ist das ein Unterrichtsziel?

„Elektronen“ sind an sich kein „Bestandteil“ der normalen Materie, wie sie handgreiflich ist – sie sind erst dann feststellbar, wenn man sie mit –vielleicht sanfter– Gewalt aus der Materie herauslöst., z.B. als Kathodenstrahl oder in einer Elektronenröhre, oder auch als β -Strahl eines zerfallenden Atomkerns. (auch das Äußere eines Atoms „besteht“ –meiner Meinung nach– nicht aus Elektronen, die sich irgendwie/irgendwo darin bewegen oder aufhalten, sondern sie *machen* einfach „irgendwie“ das Volumen des Atoms – das ja eigentlich auch selbst wieder ein Modell ist, das wir wohl berechnen, aber nicht „begreifen“ können.

Dazu meine persönliche Begründung: Wenn ich Wasser auf den Tisch gieße und draufschlage, spritzt es (sehr eindrücklich!). Kann ich deswegen – wenn ich einige Tropfen wieder einsammeln und ins Gefäß zurückgeben kann – behaupten, diese Wassertropfen seien ‚Bestandteile‘ des Wassers gewesen, es ‚bestehe‘ oder ‚bestand‘ also aus Tropfen? Wohl kaum, auch wenn diese Tropfen wirkliche, beobachtbare – beweisbare Existenz – Evidenz zeigen. Wenn man das weiter denkt, kann man sogar am H₂O ins Grübeln kommen... Alles spricht dafür – und BERZELIUS ist sein Prophet! – (und MACH fragte trotzdem noch über 100 Jahre später: „Haben’s eins g’sehn?“). Wobei man MACH noch unterstützen möchte – „Gesehen-Haben beweist ja eigentlich überhaupt nichts – Alle müssten es –immer wieder– sehen können!“

Das Problem liegt wohl darin, dass die Lehre von der Elektrizität sozusagen den „krönenden Abschluss“ des Unterrichts bildet, tatsächlich ist ja erst um 1750, der Mitte des 18. Jahrhunderts, durch FRANKLIN die elektrische Natur des Blitzes erkannt worden. Bis

dahin – und auch später gehörten magnetische und elektrische Erscheinungen ins „Kuriositätenkabinett“. Aber

– wie heißt es bei Wikipedia? „Ein Kuriosum löst Neugier aus oder befriedigt sie“ –

Elektrizitätslehre ist Neuland, über das man vielleicht schon viel gehört oder Abenteuer-
ergeschichten gelesen hat. Das kann „je nach Veranlagung“ Neu-gierig machen oder
Angst. -

**...Wer weiß, dass solche Begriffe
Symbole sind, die in einer anderen
Wirklichkeitssphäre bestehen als
die Körper unserer Erscheinungswelt,
einer Sphäre, an deren Bau der
von einem bestimmten Gesichtspunkt
aus konstruierende menschliche Geist
maßgebend beteiligt ist, der wird
hierin bescheidener und vorsichtiger sein...**

Wagenschein geht nirgends explizit auf dieses Problem ein, aber wenn er von der „Welt der Symbole“ spricht, legt er das Problem frei: Die Begriffe der Physik sind eigentlich unbegreiflich, der Mensch muss aber etwas in der Hand haben, um es „begreifen“ zu können. (Beispiele Eiffelturm, Atomkern, Spiralnebel – *Wenn Zeit ist, darüber noch mehr schwätzen*) Aber auch wenn wir einen Taschenrechner oder „nur“ einen Tauchsieder in die Hand nehmen – seine Funktionsweise ist ohne Abstraktion auf die Modell-Ebene nicht erkennbar. Begreifbar ist nur Äußerliches.

**„ Wer das Elektron für eine Art
Billardkugel nimmt, der wird
leicht geneigt sein, zu glauben,
die Physik zeige die Welt so, wie
sie „wirklich“, „an und für sich“
ist, dass sie also auf jedes
beliebige Geschehen anwendbar
sei...**

Und dann noch dieses „Also...“

Aus „Dankrede zur Verleihung des Dr. hc.“

„Als Schüler war ich vielseitig interessiert, wählte aber dann als Studium entschieden das der Mathematik und Physik. Warum? Ich dachte mir: Das ist eine solide Sache! Eine objektive Methode, geeignet als Basis, um von ihr aus dermaleinst alles verstehen zu können.

Diesem **physikalistischen Irrtum** hingen damals auch große Leute anfangs an. MAX BORN erzählt davon. – Die Überwindung dieses Fehlschlusses bedeutete für mich später einen wichtigen Wendepunkt.“

Ich glaube, jetzt habe ich doch ein paar Antworten auf die Frage, warum Wagenschein zum Unterricht der Elektrizitätslehre so wenig beitrug:

Eine unterschwellige Technophobie möchte ich nicht abstreiten, doch wenn sie bei ihm vorhanden war, kann ich keine tiefenpsychologischen Gründe dafür anführen. Irgend-eine Form von „Technikbegeisterung“ kann ich aber bei ihm auch nicht ausmachen. Experimentiert hat er kaum, jedenfalls nicht mit den Geräten des Lehrmittelhandels. Da hatten Alltagsgegenstände eine größere Bedeutung.

Wichtig war ihm, nicht „physikalistisch“ zu sein, *Naturwissenschaft* ist ein wohl wichtiger, aber nur ein möglicher *Aspekt* der Natur. Ein *natürlicher* Aspekt der Elektrizität ist aber kaum zu finden (das ist ja wohl auch der entscheidende Grund dafür, dass Magnetismus und Elektrizität erst so spät wissenschaftlich erforscht wurden), anwendungs-*technische* Aspekte drängen sich dagegen in beliebiger Menge auf.

Wagenschein wollte aber immer die Lehre einer Wissenschaft über ihre Entwicklung vom Phänomen zur Einsicht vermitteln. Bei der Elektrizitätslehre fand er dazu keine gute, auch ihn überzeugende Möglichkeit.

Text der Einleitung zu dem geplanten Lehrbuch - März 1949 „Anfang der Elt. Ausgeführt“: „1.) So sehr sind wir heute von elektrischen Apparaten umgeben (Kochplatten, Föhnapparaten, Tauchsiedern, Glühlampen) dass wir sie kaum noch als eine Naturerscheinung empfinden. Aber es wurde ja nicht irgendwann einmal eine Heizplatte aus der Erde gegraben, sie ist kein fertiges Geschenk der Natur, sie ist in einem langen Prozess hervorgegangen aus Naturerscheinungen. Sie allein suchen wir uns jetzt auf.“

Und nachdem die Frage beantwortet war: „[Was berechtigt uns von einem elektrischen Strom zu sprechen?](#)“ (ausgedruckt, nicht im Internet!) konnte er zeigen, wie man die Grundtatsachen verstehen kann. Wichtig war ihm besonders das Zusammenspiel von Magnetismus und Elektrizität. Der „Rowland-Versuch“ der in den Physik-Lehrbüchern nicht so ohne weiteres zu finden ist, war ihm Bestätigung genug. „Notwendig und hinreichend“

