

## Physik-Text-Analyse

---

Im Handel befindet sich folgende CD:

**Mathematik & Physik Verstehen und Üben**

[www.KLSOft.de](http://www.KLSOft.de) - Version 12

Auf dieser CD findet man unter dem Kapitel: K22K1\_1A.rtf den folgende Text:

**Text A:** *“ Von den vielen Elektronen, die jedes Metallatom besitzt (jedes Kupferatom besitzt beispielsweise 29 Elektronen), ist oft eines fast frei beweglich, weil es sich in großem Abstand vom anziehenden Kern befindet.”*

**Text B:** *Es kann daher durch den Leiter bzw. durch die Atome des Leiters bewegt werden, wenn es angetrieben wird. Die überall antreibende Kraft liefert die Quelle.*

**Text C:** *Die Quelle eines elektrischen Stromkreises treibt die Ladungen dauernd an, liefert ihnen also Bewegungsenergie.*

### Arbeitsauftrag:

Wir wissen aus dem Unterricht, dass man in der Schulphysik eine Erklärungen, Beschreibungen, Theorien leider nur in „didaktisch Reduzierter Form“ darstellen kann, weil z.B. das mathematische Handwerkszeug nicht zur Verfügung steht, um das so darzustellen, wie man das dann in einem Physikstudium an der Hochschule hört. Wir haben aber auch an einigen Beispielen schon gesehen, dass man fachwissenschaftliche Erklärungen soweit „reduzieren“ kann, dass diese „Reduktion“ zu fachwissenschaftlichen Unsinn entartet, der dann mit Blick auf eine sinnvolle Erklärung nur noch aus Lernhindernissen besteht.

In diesem Arbeitsauftrag sollen Sie mit Ihrem Team beurteilen, ob diese „Reduktionen“ aus fachwissenschaftlicher Sicht noch „tragbar“ sind.

- [01] Analysieren Sie mit Ihrem Team diese Textstellen. Diese Textstellen enthalten teilweise Suggestion und teilweise aber auch Behauptungen, die man nicht als „physikalisch vertretbar“ einstufen muss. Halten Sie sich dabei an folgende Struktur:

→ Falsche Suggestion: .... hier wird formuliert, welche falsche Suggestion von diesem Text ausgeht ...

**PHYSIK korrekt**

○ .... korrekt Darstellung ... soweit überhaupt möglich ...

### Hausarbeit

Als Hausarbeit – also Solo-Arbeit – KEINE Teamarbeit! – führen Sie bitte folgende Schritte aus: Holen Sie sich die CD bei Ihrer Physiklehrkraft ab und bearbeiten Sie dann folgende zwei Aufgaben:

- [02] Suchen Sie auf der CD Stellen, die aus fachwissenschaftlicher Sicht noch korrekt dargestellt wurden.  
[03] Suchen Sie weitere Stellen, die Sie als fragwürdig einstufen.

## Mögliche Antworten ...

---

***“ Von den vielen Elektronen, die jedes Metallatom besitzt (jedes Kupferatom besitzt beispielsweise 29 Elektronen), ist oft eines fast frei beweglich, weil es sich in großem Abstand vom anziehenden Kern befindet.”***

→ Falsche Suggestion: Also wenn Atome viele Elektronen besitzen, sind einige “oft frei beweglich”, weil sie einen großen Abstand zum Kern haben.

### PHYSIK korrekt

- Elektronen bewegen sich nicht um den Kern ... schon gar nicht auf “Bahnen”. Von Bahnen wird hier explizit nicht gesprochen ... aber wenn man das Bild von der „Bewegung“ hier ins Spiel bringt, ist das ein Bild aus der „klassischen Physik“, das in der Quantenphysik – UND in dieser befinden wir uns hier – völlig falsche Bilder, völlig falsche Vorstellungen und völlig falsche Folgerungen provoziert.
- Elektronen sind “ununterscheidbar” in einer Atomhülle und die “Ladungsdichte” ist am Kern sogar am größten.
- Hier wird suggeriert, dass die Abstände der Elektronen vom Kern (falsche Bild siehe oben!) – also im weitesten Sinne der „Atomdurchmesser“ – bei Atomen mit vielen „Elektronen“ größer ist als mit weniger Elektronen. Tatsächlich sind die Wirkungsquerschnitte (also vereinfacht: der Querschnitt) der Atome von Helium bis Blei usw. „fast gleich groß“. Die Suggestion – viele Elektronen → großer Abstand – provoziert eine völlig falsche Vorstellung!

***Es kann daher durch den Leiter bzw. durch die Atome des Leiters bewegt werden, wenn es angetrieben wird. Die überall antreibende Kraft liefert die Quelle.***

→ Falsche Suggestion: Hier wird von einer Quelle gesprochen. Da im Text auf „Elektronen“ abgehoben wird, ist es wohl der Minuspol der elektrischen Energiequelle. Also wird hier die Suggestion gestützt, dass die Elektronenquelle – also der Minuspol – die Elektronen antreibt. Warum ... suggeriert wird damit, auf dem Minuspol sitzen viele Elektronen, die sich vielleicht gegenseitig abstoßen und daher durch diese abstoßende Kraft angetrieben werden.

### PHYSIK korrekt

- Eine Quelle kann nichts antreiben. Eine Quelle ist in der Physik eine Systemgrenze, die sich zwischen dem Pole und einer möglicherweise angeschlossenen elektrischen Leitung befindet. Eine elektrische Energiequelle hat verschiedene Quellen und Senken. (a) Elektronenquelle ist der Minuspol – Elektronensenke ist der Pluspol ... (b) Ladungsquelle ist der Pluspol – Ladungssenke ist der Minuspol ... (c) Energiequelle ist die Batterie – Energiesenke ist die Lampe, Widerstand, Elektromotor oder ein anderer „Energiewandler“ ( an elektrischer Energie).
- Wesentlich ist hierbei, dass eine Quelle NICHTS antreiben kann.
- Zwischen dem Ladungsquelle (Pluspol) und Ladungssenke (Minuspol) bildet sich ein elektrisches Feld.  
Ladungsbild: In diesem elektrischen Feld erfahren die elektrischen Ladungen eine Kraft in Feldlinienrichtung.  
Ladungsträgerbild: In diesem elektrischen Feld erfahren die Elektronen – als negative Ladungsträger – eine Kraft gegen die Richtung des elektrischen Feldes.

***Die Quelle eines elektrischen Stromkreises treibt die Ladungen dauernd an, liefert ihnen also Bewegungsenergie.***

→ Falsche Suggestion: Wenn man einem Körper „Bewegungsenergie liefert“, dann wird er schneller ... das die Quelle die Ladung nicht antreiben kann, wurde schon oben thematisiert.

### PHYSIK korrekt

- Die Driftgeschwindigkeit der Elektronen – als negative Ladungsträger – ist in einem Stromkreis mit konstanter Stromstärke (die man wohl immer hat, wenn man von „Anlaufvorgängen“ oder „Einschwingvorgängen“ absieht) konstant.

**Da die Elektronen aber immer wieder gegen die dicht gepackten Restatome stoßen, regen sie diese zu Zitterbewegungen an, die umso heftiger werden, je stärker die Quelle die Elektronen antreibt...**

→ Falsche Suggestion: Dieses „Boxautomodell“ ist zwar hoch suggestiv und wird von den Schülerinnen und Schülern auch gerne adaptiert – liefert aber wohl mehr Lernhindernisse als „didaktische Vorteile“ – und ist leider falsch.

#### **PHYSIK korrekt**

- Wenn man die obige Suggestion bemüht, muss man schon in der Mittelstufe mit der Schüler-Frage rechnen: „Ach, jetzt verstehe ich die Supraleitung nicht mehr. Wenn man Kupfer abkühlt, dann sitzen die Kupferatome doch noch enger beieinander als bei Zimmertemperatur. Aber genau dann entsteht doch bei einer bestimmten tiefen Temperatur die „Supraleitung“ – also der Zustand, dass die Elektronen überhaupt nicht mehr mit den Gitteratomen zusammenstoßen – also ohne Widerstand durch den Kupferdraht fließen ...“ (Zitat aus einer Lehrprobe!) ... und schon sitzt man in dieser Suggestion-Falle.
- Nächste Frage aus einer Mittelstufen-Lehrprobe, in der der Referendar diese Suggestion bemüht hat: „Das verstehe ich aber nun nicht, denn wenn die Elektronen mit den Restatomen zusammenstoßen, dann müsste sich die Abstände zwischen den Restatomen erhöhen, wenn der Draht heißer wird, das haben wir in einem Experiment vor einigen Wochen gesehen. Ein heißer Draht ist länger als ein kalter Draht. Der Widerstand des heißen Drahtes müsste also kleiner sein als der bei einem kalten Draht, denn der Abstand der Restatome in einem heißen Draht ist größer als in einem kalten Draht.“ (Und schon sitzt man in der nächsten Falle).
- Dritte Frage in der gleichen Lehrprobe: „Wie ist das bei Konstantan-Draht? Da haben Sie uns vorge-messen, dass der Widerstand völlig konstant bleibt – egal wie viel Strom man durch den Draht schickt und wie heiß er ist. Das passt aber nicht zu ihrem Tafelaufschrieb, denn ein heißer Draht hat größere Gitterabstände – also ein unterschiedliches Zusammenstoßen der Elektronen mit den Restatomen ... wieso bleibt der Widerstand dann aber immer gleich?“
- Wenn man schon ein Bild bemühen will, sollte man sehr vorsichtig sein. Man arbeitet hier in der Quantenwelt – und jedes „klassische – also anschauliche Bild“ MUSS hier versagen. Also wenn man sich auf das Quanten-Glatteis der „Anschaulichkeit“ begeben will: Die Elektronen wechselwirken nicht mit den „eng gepackten“ Atomrümpfen. Die Zustandsfunktion, die die Bewegung der Elektronen beschreibt, wechselwirkt mit den Fehlstellen im Kristall und mit den Phononen ... also wenn man überhaupt ein Bild bemühen will, dann wechselwirkt diese Zustandsfunktion mit der Gitterschwingung – UND mit den Fehlstellen im Kristallgitter.

In diesem Ausflug auf das „Quanten-Glatteis“ kann man wenigstens den Konstantandraht erklären ... bei höheren Temperaturen steigt der „Widerstandsanteil“ auf Grund der Phononenschwingungen – aber die Fehlstellen im Kristall „heilen“ – also sinkt der „Widerstandsanteil“ auf Grund der Fehlstellen. Aber Vorsicht: Besser man verlässt ganz schnell das „Quanten-Glatteis“, bevor die eine Schüler-Frage kommt, die deutlich macht: „Die Quantenwelt“ kann man nicht klassisch erklären ... DENN ein wesentlicher Satz in der Quantenphysik lautet (wenn ich es richtig weiß, geht er auf Feynman zurück): „Wenn man glaubt, etwas verstanden zu haben – im Sinne: anschaulich verstanden – dann hat man sicher nichts verstanden, denn die Quantenwelt kann man nicht anschaulich verstehen.“