

© Patrick Ebers (Oktober 2015)

Fachsprachliche Merkmale von Schulbuchtexten

Analyse eines physikalischen Fachtextes

Analyse von Fachtexten auf fachsprachliche Mittel

Der Unterricht in der Schule ist darauf ausgelegt, den Lernenden nicht nur fachliche Inhalte zu vermitteln, sondern sie auch dahingehend zu motivieren, eine adäquate Fachsprache zu nutzen. Doch dabei sollte nicht vergessen werden, welche Hürden auf sprachlicher Ebene überwunden werden müssen, wenn ein für den Lehrenden einfach erscheinender Fachtext in den Unterricht eingebaut wird. Besondere Rücksicht sollte dabei auf Lernende mit Deutsch als Zweit- oder Fremdsprache genommen werden.

1 Analyse eines physikalischen Fachtextes

Im Folgenden wird der physikalische Fachtext „Physik und Sport I“¹ (s. Anhang S. 9), entnommen aus dem wohl bekanntesten Physikbuch für die Schule „Metzler Physik“, herausgegeben von Joachim Grehn und Joachim Krause, auf typische fachsprachliche Strukturen hin untersucht und herausgearbeitet, mit welchen Unterstützungen dieser in den Unterricht eingebaut werden kann. Typischerweise wird „der Metzler“ am Gymnasium eingesetzt, da dieses Buch als Gesamtband sehr umfangreich ist. Es finden sich aber durchaus geeignete Passagen, die für alle Schulformen und Jahrgangsstufen geeignet sind.

1.1 Einordnung des Textes

Der zugrunde gelegte Text befindet sich als kontextorientierter und fächerübergreifender Exkurs am Ende des Kapitels über Energie und Energieerhaltung. Das heißt, dass die Schülerinnen und Schüler (im Weiteren mit SuS bezeichnet) die Begriffe potentielle Energie und kinetische Energie, häufig auch als Lage- und Bewegungsenergie bezeichnet, die zugehörigen Formeln $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ und $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ mit ihren Formelsymbolen kennen. Dabei steht E für die Energie, m für die Masse, g ist der Ortsfaktor (bzw. die Erdbeschleunigung, je nachdem in welchem Zusammenhang dieser im Unterricht eingeführt wurde), h für die Höhe gegenüber der Bezugsebene und v für die Geschwindigkeit des bewegten Körpers. Alleine aus dieser kurzen Erläuterung wird deutlich, wie kompakt und exakt die Interpretation der Symbole in der physikalischen Fachsprache sein kann. Dieser Aspekt wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch präzisiert. Zusätzlich sollten die entsprechenden Einheiten der verwendeten Größen bekannt sein. Aus dem Kernlehrplan

¹ Grehn, J./Krause, J. 1998: Metzler Physik. 3. Auflage. Hannover: Schroedel S. 69

Physik für die Realschule in Nordrhein-Westfalen (NRW)² lässt sich entnehmen, dass dieses Thema in das Inhaltsfeld 6 „Kräfte und Maschinen“ und in das Inhaltsfeld 10 „Bewegungen und ihre Ursachen“ in der zweiten Progressionsstufe einzuordnen ist. Dort wird Physik und Sport explizit als möglicher Kontext genannt. Damit ist der Einsatz dieses Themas und insbesondere dieses Textes zum Beispiel in der Klasse 9 einer Realschule legitimiert. Der Kernlehrplan des Gymnasiums G8 in Nordrhein-Westfalen³ benennt ebenfalls Physik und Sport als möglichen Kontext, welcher dem Inhaltsfeld „Kraft, Druck, mechanische und innere Energie“ zugeordnet ist. Vorgesehen ist dieses Thema in den Jahrgangsstufen 7 oder 9.

1.2 Aufbau des Textes

Der Text ist in vier Abschnitte geteilt. Jeder behandelt eine unterschiedliche Bewegungs- bzw. Sportart und ist mit passender Überschrift gekennzeichnet. Abschließend sind ein Diagramm und mehrere Grafiken zu sehen, die aber leider keine Abbildungsbezeichnung oder eine Erläuterung haben. Beim Lesen des Textes lässt sich zudem feststellen, dass kein Bezug zu einer dieser unterstützenden Darstellungen hergestellt wird, obwohl diese durchaus passend sind. Wird dieser Text im Unterricht eingesetzt, so muss dieser Zusammenhang vom Lehrenden hergestellt werden. Dazu könnte der Aufbau des Textes geändert werden, sodass die erläuternde Grafik unterhalb des zugehörigen Abschnittes abgedruckt wird. Dennoch sind nicht alle Darstellungen selbsterklärend, weshalb auch hier noch weitere Unterstützungsarbeit von Seite des Lehrers oder der Lehrerin gegeben werden sollte, oder aber eine gemeinsame Erarbeitung im Klassenverband zielführend ist.

Konkret geht es dabei um die doppelte Beschriftung der y-Achse und die Darstellung zweier verschiedener Größen (Strecke und Geschwindigkeit) im gleichen Diagramm. Bei den anderen Grafiken müssen die fehlenden Bezüge der unterschiedlich bezeichneten Höhen hergestellt werden.

Diese Hilfe kann eine erste Stütze zum besseren Verständnis des Inhaltes sein, dennoch bietet der Text einige sprachliche Hürden, die einer genaueren Analyse unterzogen werden sollen.

² Ministerium für Schule und Weiterbildung 2011: Kernlehrplan für die Realschule in Nordrhein-Westfalen. Physik. 1. Auflage. Düsseldorf: Schulministerium NRW, Seiten 32, 37f.

³ Ministerium für Schule und Weiterbildung 2008: Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Physik. 1. Auflage. Düsseldorf: Schulministerium NRW, Seite 35

1.3 Sprachliche Hürden auf Wort-, Satz- und Textebene

Ein kurzer Ausblick, wie verdichtet die physikalische Fachsprache ist, wurde bereits gegeben. In diesem Abschnitt soll an einigen konkreten Beispielen gezeigt werden, welche Wörter, Begriffe, Symbole und Konstruktionen aus Sicht der SuS zu Hürden werden können. Dabei wird schnell deutlich, dass die Physik sich in diesem Zusammenhang in guter Gesellschaft mit den anderen Naturwissenschaften befindet.

Betrachtet man zunächst einzelne Wörter, so lassen sich viele Komposita finden: *Hubhöhe*, *Gürtelhöhe*, *Schrittfrequenz*, *Hubleistung*, *Grundumsatz*, *Hubenergie*, *Reibungskräfte*, *Sprungkraft*, *Beschleunigungsvorgang*, ... sind nur einige Beispiele dafür. Doch warum nutzen Naturwissenschaftler diese im Allgemeinen so häufig? – Sie dienen einer genaueren Beschreibung. Der Begriff Höhe alleine genügt nicht, es muss präziser ausgedrückt werden, um welche Höhe es geht. Eine lange Erklärung innerhalb des Satzes ist nicht angebracht, da die Fachsprache den Anspruch hat, kurz und genau zu sein. Deshalb wird eine beträchtliche Abstraktionsfähigkeit und gutes Vorstellungsvermögen vorausgesetzt, welche SuS mit Hilfe der Lehrenden erwerben sollen, daher muss die Unterstützung, das Baugerüst, hier zu tragen beginnen. Explizit bedeutet das, dass der Lehrer oder die Lehrerin erkennen muss, welche Wörter zu Problemen führen können. In einem Glossar können diese durch Erklärungen oder Synonyme für alle verständlich gemacht werden oder aber im Unterricht auf Nachfrage erklärt werden, dabei muss auf ausreichenden zeitlichen Raum geachtet werden. Für SuS mit Deutsch als Zweitsprache (DaZ) kann eine zusätzliche Schwierigkeit darin liegen, dass Wörter (hier insbesondere Komposita) falsch gelesen werden, d.h. nicht richtig segmentiert werden, wodurch der Sinn nicht erfasst werden kann. Ein schönes Beispiel aus dem Absatz über Stabhochsprung wäre *Sprungarten*. Durch falsches Lesen der Wörter ergeben sich andere.

Dies trifft auch auf Begriffe zu, die im Physikalischen eine andere Bedeutung als im Alltag haben. *Ruhe* hat im Kontext einer Bewegung nichts mit der Lautstärke zu tun, sondern beschreibt, dass ein Körper in Ruhe ist, sich also nicht bewegt, dabei muss ein Körper nicht zwangsläufig ein menschlicher sein.

In diesem Text geht es hauptsächlich um die Bewegungsarten, sie werden nominalisiert und sogar zum handelnden Subjekt im Satz gemacht. Grund dafür ist, dass in den Naturwissenschaften sehr allgemein gesprochen wird. Situationen und physikalische Abläufe sollen übertragbar bleiben und nicht zum Beispiel auf einen Experimentator beschränkt

bleiben. Dieses fachsprachliche Mittel auf der Wortebene hat direkten Einfluss auf die Konstruktion vieler Sätze. Schon der Anfang des Textes beinhaltet einige dieser Formulierungen: *Das Gehen ist keineswegs eine streng horizontale Bewegung. Stetig wird der Körper gehoben und gesenkt, es muss also ständig beim Wiederanheben des Körpers Energie in das System Körper-Erde gesteckt werden. Die Hubhöhe beim Gehen bestimmt man am einfachsten mit einem Stück Kreide in der Hand in Gürtelhöhe, mit dem man an einer Tafel entlang geht.*

Die Intention ist einleuchtend, dennoch kann die unpersönliche Ausdrucksweise der Fachtexte zu Stolpersteinen werden. Formulierungen mit *man* oder umständliche Passivkonstruktionen bereiten Probleme beim Lesen und mindern das inhaltliche Verständnis. Ein gutes Beispiel zeigt der zuvor zitierte Anfang des Textes. Eine Möglichkeit Abhilfe zu schaffen, wäre eine Umformulierung des Textes, da dies aber sehr aufwendig ist, bietet es sich an, kurze Abschnitte mündlich zusammenzufassen, um ein Verständnis des Inhaltes zu überprüfen. Bei Abläufen von Experimenten oder Ähnlichem kann ein Flussdiagramm gezeichnet werden, in dem Ursache und Wirkung deutlich werden, sodass das handelnde Subjekt (kann durchaus eine Sache sein) identifiziert wird. In einigen Sätzen des vorliegenden Textes wird *ein Sportler* zum handelnden Subjekt, dies ist ein guter Kompromiss zwischen Unpersönlichkeit und Verständnis.

Betrachtet man die Sätze als Ganzes, so sieht man, dass es sich nicht immer um ganze Sätze handelt. Viele sind durch Formeln und Symbole unterbrochen. Die Bedeutung jedes einzelnen Symbols muss bekannt sein und sofort abgerufen werden können, um die Sätze flüssig lesen zu können. Unter Umständen steht jedes Symbol nicht nur für ein Wort, sondern für mehrere, gar für eine ganze Phrase, oder in Kombination mit einem anderen Symbol schon wieder für etwas anderes. Auch hier muss für die SuS eine Auflistung aller wichtigen Symbole vorbereitet werden, ein Vokabelheft für physikalische und mathematische Symbolsprache. Treibt man dies auf die Spitze, können richtige Übersetzungen angefertigt werden:

$$A := \{m \in \mathbb{N} | m \leq 7 \wedge m = 2n - 1, \forall n \in \mathbb{N}\}$$

A ist definiert als die Menge aller natürlichen Zahlen m für die gilt, dass m kleiner gleich Sieben ist und sich darstellen lässt als zweimal n minus Eins, für alle natürlichen Zahlen n.

Dieses Beispiel soll jedem Leser verdeutlichen, welche Denkleistung SuS erbringen müssen, um naturwissenschaftliche Texte in Fachsprache lesen zu können. Zusätzlich erzeugen

Rechnungen innerhalb der Sätze das typische Bild auf der Textebene. Ein schönes Beispiel aus dem analysierten Text aus dem Abschnitt über das Gehen dazu ist:

„Mit zwei Schritten in der Sekunde, also einer Schrittfrequenz von $f = 1/\Delta t = 2 \text{ s}^{-1}$ wäre bei einem Geher mit der Masse 70 kg die Hubleistung $P = mg\Delta h/\Delta t = 70 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 2 \text{ s}^{-1} = 41,2 \text{ W}$.“

Abschließend soll noch auf einen inhaltlichen Fehler auf der Wortebene hingewiesen werden. Und zwar wird in diesem Beispiel *Hubleistung* mit $P = 41,2 \text{ W}$ berechnet. Im letzten Satz dieses Abschnittes wird auf diesen Wert inhaltlich Bezug genommen, aber mit *Hubenergie* bezeichnet. Es ist klar, was gemeint ist, aber fachlich sind diese Begriffe nicht synonym zu verwenden. Energie und Leistung haben unterschiedliche Dimensionen. Leistung ist nämlich als Energie pro Zeit definiert. Das muss aus fachlicher Sicht auf jeden Fall erläutert werden.

Der in 1.2 angesprochene Umstand des fehlenden Bezuges zwischen Text und Abbildungen ist normalerweise auf der Textebene zu verorten. Der Leser wird im Lesefluss unterbrochen und seine Aufmerksamkeit auf eine erläuternde Abbildung gelenkt. In diesem Fall wäre diese Ablenkung wünschenswert, da in vielen Büchern keine sinnvolle Verknüpfung zu erkennen ist, oder sogar auf Abbildungen auf anderen Seiten verwiesen wird.

1.4 Weiterführende Bearbeitungen

Der Text bietet viele Anschlussmöglichkeiten, um das inhaltliche Verständnis zu fördern. Lernen durch Eigenerfahrung ist hier das zu nutzende Konzept. Es liegt ein guter Kontext zu Grunde, der sogar fächerübergreifend bearbeitet werden kann. Denkbar wären praktische Aufgaben zu Bewegungsabläufen, die mit einer Videoanalyse ausgewertet werden können. So können die vorgestellten Bewegungen erlebt und untersucht werden, sodass die auftretenden Begriffe und Zusammenhänge deutlich werden. Aufgaben zum Energieumsatz bei verschiedenen Sportarten sind ebenfalls eine gute Anwendung, dadurch können die im Text auftauchenden Rechnungen besser nachvollzogen werden und die Routine im Umgang mit der Symbolsprache kann gefördert werden.

2 Fazit

Fachtexte, die im Unterricht eingesetzt werden, müssen gut ausgewählt werden. Dem Lehrenden muss bewusst werden, wo Probleme auftreten können, damit sich schon in der Planung geeignete Scaffolds aussuchen und einbauen lassen. Die im Verlauf der Analyse vorgeschlagenen Hilfen sind nur eine kleine Auswahl möglicher Stützen für alle Leser dieses Textes.

3 Literaturverzeichnis

Grehn, J., & Krause, J. (1998). *Metzler Physik, 3. Auflage*. Hannover: Schroedel.

Ministerium für Schule und Weiterbildung. (2011). *Kernlehrplan für die Realschule in Nordrhein-Westfalen, Physik, 1. Auflage*. Düsseldorf: Schulministerium NRW.

Ministerium für Schule und Weiterbildung. (2008). *Kernlehrplan für das Gymnasium Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen, Physik, 1. Auflage*. Düsseldorf: Schulministerium.

4 Anhang

Physik und Sport I

Gehen

Das Gehen ist keineswegs eine streng horizontale Bewegung. Stetig wird der Körper gehoben und gesenkt, es muss also ständig beim Wiederaufheben des Körpers Energie in das System Körper-Erde gesteckt werden.

Die Hubhöhe beim Gehen bestimmt man am einfachsten mit einem Stück Kreide in der Hand in Gürtelhöhe, mit dem man an einer Tafel entlang geht. Eine mittlere Hubhöhe wäre $\Delta h = 3 \text{ cm}$. Mit zwei Schritten in der Sekunde, also einer Schrittfrequenz von $f = 1/\Delta t = 2 \text{ s}^{-1}$ wäre bei einem Geher mit der Masse 70 kg die Hubleistung $P = m g \Delta h / \Delta t = 70 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,03 \text{ cm} \cdot 2 \text{ s}^{-1} = 41,2 \text{ W}$. Da nach Messungen beim Gehen die Leistung ca. 350 W beträgt, gehen damit gut 12% in die Hubleistung.

Man weiß, dass ein Erwachsener ungefähr die Leistung von 85 W für den so genannten Grundumsatz benötigt. Das ist die Leistung, die der Körper auch bei absoluter Ruhe aufbringt. Man weiß ferner, dass vom Rest nur 20% in Muskelenergie umgewandelt wird, also ca. 53 W . Von den 53 W Muskelleistung werden also 41 W für die Hubenergie und der Rest hauptsächlich zur Beschleunigung der Beine verwendet.

Kurzstreckenlauf

Ein durchtrainierter Sportler kann seine maximale Muskelkraft höchstens für eine Distanz von 290 m aufrechterhalten, bei längerer Strecke muss er seine Energie dosiert einsetzen. Die maximale Kraft eines Beines $F_B = 1,5 m g$ setzt ein Sportler bei jedem Schritt längs der Strecke ein, die sich beim Strecken seines Beines (ein Drittel der Beinlänge) ergibt.

Beim 100 m -Lauf wird die Energie bei den ersten 10 bis 20 (n) Schritten vorwiegend zur Beschleunigung verwendet, bis die Höchstgeschwindigkeit v_e erreicht ist. Von dort an wird die eingesetzte Energie ausschließlich für die Überwindung der Reibungskräfte (Muskel-, Gelenkreibungs-, Luftwiderstandskraft) aufgebracht. Aus

$$n E_B = n \left(\frac{3}{2} m g \right) \left(\frac{1}{3} l_B \right) = n \frac{1}{2} m g l_B = \frac{1}{2} m v_e^2$$

ergibt sich bei 10 Schritten die Höchstgeschwindigkeit

$$v_e^2 = n g l_B \approx 10 \text{ m/s.}$$

Hochsprung

Die Sprungkraft beider Beine F_B bestimmt man, in dem man mit Schwung in diejenige Hockstellung hineingeht (Ausgangsstellung), aus der man am höchsten hochspringen kann (Endstellung). Das macht man mit ausgestreckten Armen vor einer Wand und tippt beide Male an: Höhe h_1 . Als Zweites bestimmt man die Höhe h_2 aus der Hocke bis zu Stellung, bei der der Körper voll ausgestreckt ist und die Füße noch auf dem Boden stehen, die *Hocktiefe*. Auf dieser Strecke stoßen sich während des Beschleunigungsvorgangs die Beine vom Boden ab, die Beinkraft liefert in dieser Absprunghase die Energie $E_B = F_B h_2$. Sie setzt sich in die Lageenergie beim Sprung um: $E_B = m g h_1$. Aus einer angenehmen Sprungkraft von 2500 N errechnet man aus einer Hocktiefe $h_2 = 0,35 \text{ m}$ durch Gleichsetzen $F_B h_2 = m g h_1$ die Sprunghöhe $h_1 = 0,90 \text{ m}$. Damit könnte der Körperschwerpunkt auf die Höhe $h = 1,1 \text{ m} + 0,9 \text{ m}$ gehoben werden. In senkrechter Haltung könnte der Sportler mit gestrecktem Körper die Höhe $0,9 \text{ m}$ überspringen. Die Technik des Hochsprings besteht nun darin, die Differenzhöhe – oben als $1,1 \text{ m}$ angenommen – zwischen Latte und Schwerpunkt, die *Lattenüberhöhung* – zu minimieren. Durch geeignete Sprungtechniken bis hin zum *Fosbury-Flop* ist die Lattenüberhöhung sogar zu negativen Werten verringert.

Stabhochsprung

Wie bei vielen Sprungarten geht es auch hier darum, den Impuls beim Anlauf in die Vertikale umzulenken. Könnte man die kinetische Energie des Anlaufs vollständig in potentielle Energie umsetzen, so käme man bei einer Anlaufgeschwindigkeit von 10 m/s nach der Gleichung $\frac{1}{2} m v^2 = m g h$ auf eine Höhe von $h = 5 \text{ m}$. Da sich diese Angabe auf die Erhöhung des Schwerpunktes bezieht, wäre eine Gesamthöhe von etwa 6 m zu erreichen. Das ist auch die Höhe, die ein guter Stabhochspringer erreicht. Die Glasfibrerstäbe sind dertart elastisch, dass sie die gesamte kinetische Energie beim Biegen aufnehmen und in Richtung nach oben wieder abgeben. Zusätzlich bringt noch einen Höhengewinn, dass der Athlet abspringt, sich vor dem Loslassen des Stabes von ihm nach oben abstößt und mit einer Klappmessertechnik wie beim Hochsprung eine minimale Lattenüberhöhung erzielt.

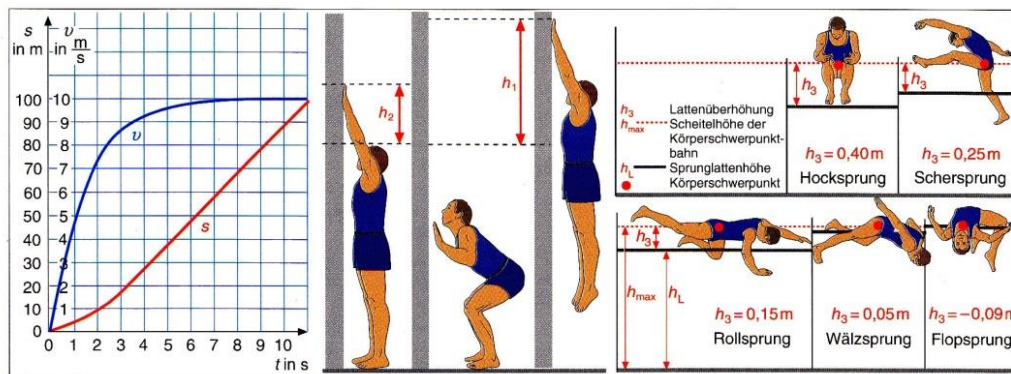


Abbildung 1: Text: Physik und Sport I aus Metzler Physik Seite 69