

# K1PH-4h/2 – Stundenprotokoll der ersten Physikstunde (12.09.2012) im 1. Halbjahr 2012/13

*Thema: Einstieg in die Physik anhand eines kleinen Wagens (s. Abb. unten), Wiederholung Kinematik (Bewegungslehre) anhand eines Aufgabenblattes (s. Anhang 1).*



## **1. Vorüberlegungen:**

Anhand des Wagens diskutierten wir die Aufgaben der Physik („Naturlehre“). In der Physik wollen wir die Natur nicht nur beschreiben, sondern versuchen sie anhand von Modellen zu erklären, um so Vorhersagen machen zu können.

Dabei werden sowohl theoretische Überlegungen als auch Experimente genutzt. Die dabei gefundenen Gesetze können niemals bewiesen werden! Sie werden allenfalls widerlegt bzw. ihr Gültigkeitsbereich wird eingeschränkt.

Ein Beispiel: Die Newtonsche Mechanik beschreibt makroskopische Vorgänge in der Natur korrekt, wenn sie bei im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit niedrigen Geschwindigkeiten ablaufen. Sind die Geschwindigkeiten zu hoch, ist sie falsch. Dies sagt uns die spezielle Relativitätstheorie, mehr dazu im Verlaufe des Kurses. Genauso ist die Newtonsche Mechanik falsch, wenn die Dimensionen zu klein werden; hier muss man die Methoden aus der Quantenmechanik anwenden.

**2. Problemstellung:** Ohne jetzt direkt die Newtonsche Mechanik als Ganzes in Frage zu stellen, haben wir uns überlegt, wie ein Physiker den fahrenden Wagen beschreiben würde. Wir kamen auf Größen wie seine Masse, seine geradlinige und gleichförmige Bewegung, die im Vorgang enthaltene Bewegungsenergie, seine Position zu einer bestimmten Zeit usw.

Für eine quantitative Analyse hätten wir nun mehrere Experimente durchführen müssen. Dies wurde mit einem **Aufgabenblatt** abgekürzt. Auf diesem waren bereits konkrete Angaben zu den Daten eines sich geradlinig bewegenden Wagens, der zudem einer gleichmäßigen Beschleunigung unterworfen war.

**3. Behandelte Größen:** Wegstrecke/Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung

- Wir haben den Unterschied zwischen Strecke (Abstand zweier Orte/Positionen) und Position (der Raumpunkt, an dem der Wagen zu einer bestimmten Zeit ist) erörtert.

- Die Geschwindigkeit wird im Alltag in vielen Einheiten angegeben: In Stundenkilometer, Knoten, mph usw. – in der Physik verwenden wir m/s, also **Meter pro Sekunde**. Dies liegt daran, dass wir in der Physik Standardeinheiten verwenden (SI-Einheiten), damit die Formeln, die wir verwenden, stimmen. Manchmal ist es aber sinnvoll, in bspw. km/h umzurechnen, um eine bessere Vorstellung von der Größe einer Geschwindigkeit zu erhalten. Den Umrechnungsfaktor haben wir mit dieser Rechnung erhalten:
  - $1\text{km/h} = 1000\text{m/h} = 1000\text{m}/60\text{min} = 1000\text{m}/3600\text{s} = 1000/3600\text{ m/s}$ . Wir müssen also km/h durch 3,6 teilen, um direkt auf m/s umzurechnen.
  - $1\text{m/s} = 0,001\text{km/s} = 0,001\text{km} / 1/60\text{min}$  [Achtung: Doppelbruch!]  $= 0,001\text{km} / 1/3600\text{h} = 3600 \cdot 0,001\text{ km/h} = 3,6\text{km/h}$ . Wir müssen also m/s mal 3,6 nehmen, um direkt auf km/h umzurechnen.
- Im Anschluss haben wir uns Gedanken gemacht, was eigentlich mit einer Angabe von  $v=30\text{m/s}$  gemeint ist und die Begriffe **Durchschnittsgeschwindigkeit** und Momentangeschwindigkeit wiederholt. Allgemein ist eine Geschwindigkeit ein **Maß für die Positionsänderung**  $s_1$  und  $s_2$  des Wagens zwischen zwei Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$ , kurz:  $v=(s_2-s_1)/(t_2-t_1)$  oder gängiger  $v=\Delta s/\Delta t$ . Wird nun  $\Delta t$  immer kleiner, spricht man im Grenzfall  $\Delta t \approx 0$  von der **Momentangeschwindigkeit**.
- Bei der Beschleunigung  $a$  verhält es sich genauso wie bei der Geschwindigkeit; was  $v$  für die Position  $s$  ist, ist  $a$  für die Geschwindigkeit  $v$ , kurz  $a=\Delta v/\Delta t$ .

**4. Erste Zusammenfassung:** Wir haben uns danach über die Notation von  $s$ ,  $v$  und  $a$  in der Physik unterhalten; insgesamt konnten wir diese Zusammenhänge notieren:

$s(t) = 100 + 10 \cdot t + 1,25 \cdot t^2$  (in m) (+ in s)  
 $v(t) = 2,5 \cdot t + 10$  (in m/s)  
 $a(t) = 2,5$  (in m/s<sup>2</sup>)

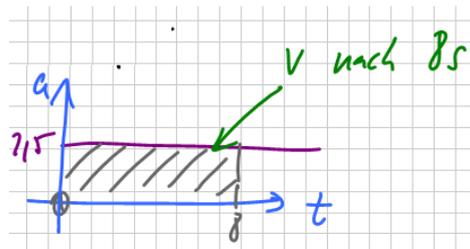
Ableiten  $v(t) = \frac{\Delta s(t)}{\Delta t} = s'(t)$  mit  $\Delta t \rightarrow 0$   
 hierfür schreibt man " $s'(t)$ "  
 hierfür schreibt der Physiker  $\frac{ds}{dt}$

$a(t) = 2,5 \frac{\frac{m}{s}}{s}$  } oder:  $\frac{m}{s^2}$   
 Doppelbruch!

Also:  $\dot{s}(t) = v(t)$ ,  $\dot{v}(t) = a(t) = \dot{j}(t)$

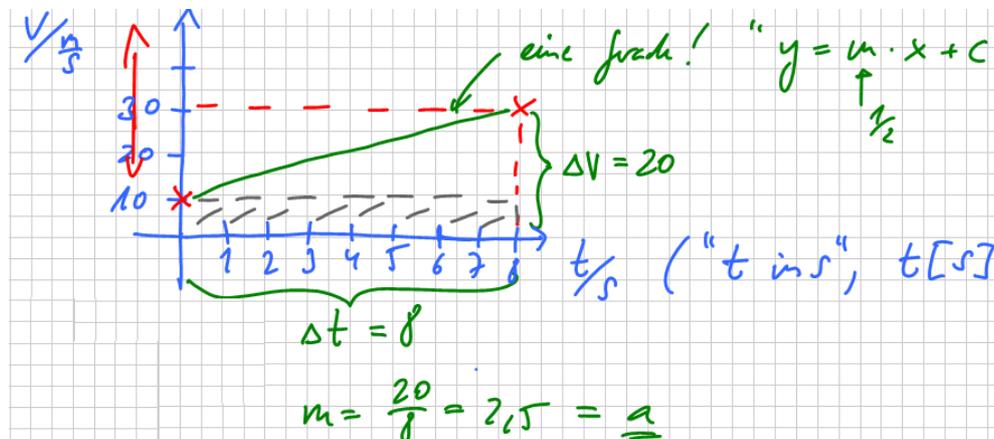
Direkt an dieser Stelle kam die Frage, ob man aus  $a(t)$  auch  $v(t)$  „rekonstruieren“ kann. Dies geht und zwar mit dem **Flächensatz** (später durch einfaches Integrieren), allerdings muss man die Startgeschwindigkeit kennen. Das  $a(t)$  beschreibt zu allen Zeiten den Zuwachs von  $v(t)$ , macht aber keine Aussage darüber, wie schnell der Wagen schon zu Beginn war!

**5. Flächensatz:** Mit der obigen Überlegung haben wir aus den Anfangsbedingungen und  $a(t)$  erst  $v(t)$  und schließlich  $s(t)$  rekonstruiert:



In der obigen Abbildung erkennt man den Zuwachs von  $v(t)$  in 8s; er ist die Fläche unter der Kurve, also 8 mal 2,5 m/s bzw. 20m/s. Dies entspricht dem Zuwachs von 10m/s auf 30m/s in der Aufgabe. Hier sieht man noch einmal, dass das grüne  $v$  NICHT die Endgeschwindigkeit ist, sondern der Zuwachs zur Anfangsgeschwindigkeit!

Nun kann man auch die bekannte Formel  $s = \frac{1}{2}at^2$  verstehen; das  $\frac{1}{2}$  ergibt sich aus dem Flächensatz, was in der Abb. unten angedeutet ist:



Auch hier kommt man mit der Fläche (Dreiecksfläche plus darunterliegende Rechteckfläche) nicht auf die Endposition, da die Startposition nicht ersichtlich wird!

## 6. Aufgabenblatt:

- Aufgabe 1, Rechnung:  $v_1 = 10\text{m/s}$ ,  $v_2 = 108\text{km/h} = 30\text{m/s}$ .  $a = \Delta v / \Delta t = 20/8 \text{ m/s}^2 = 2,5\text{m/s}^2$ .
- Aufgabe 1, Skizze: siehe obige Abb.!
- Aufgabe 1, Begründung: Die 100 in der Formel von  $s(t)$  entspricht der angegebenen Startposition  $s(0)$ . Der Summand  $10t$  entspricht dem Anteil an der zurück-gelegten Strecke durch die Startgeschwindigkeit  $v(0)$ . Der letzte

Summand  $1,25t^2$  ist als  $\frac{1}{2}$  mal  $2,5\text{m/s}^2$  mal  $t^2$  zu lesen. Dabei ist  $2,5\text{m/s}^2$  die eben berechnete Beschleunigung.

- Aufgabe 2, Ort: Erhält man durch einsetzen!  $s(6)=100+60+1,25*36=200\text{m}$ .
- Aufgabe 2, Strecke: Hier muss man die Anfangsposition  $s(0)=100$  berücksichtigen. Daher ist die zurückgelegte Strecke „nur“ 100m.
- Aufgabe 3,  $a(t)$  bestimmen: Wie bereits oben ausgeführt -  $s'(t)=v(t)=10+2,5t$ . Dabei ist  $v(t)$  in m/s gemessen.
- Aufgabe 3,  $v(t)$  zeichnen: Siehe oben! Oben hätte es das t-s-Diagramm sein sollen...
- Aufgabe 3, Antwort verifizieren: Nach dem Flächensatz ist der in den ersten 6s zurückgelegte Weg gerade die entsprechende Fläche unter der Kurve  $v(t)$ ! Siehe Ausführungen oben!
- Aufgabe 4:  $v'(t)=a(t)=2,5$ . Hierbei ist  $a(t)$  in  $\text{m/s}^2$  anzugeben. Damit ist das Ergebnis aus A1 verifiziert!

**7. Ausblick:** In der kommenden Stunde werden wir uns nach dem Besprechen des Begriffs „Masse“ (was schon erfolgte, aber nicht in diesem Protokoll notiert ist) mit den Begriffen „Kraft“ und „Energie“ beschäftigen und anhand eines weiteren Aufgabenblattes die wichtigsten Dinge der Mechanik der Mittelstufe wiederholen. Zentral wird dabei die Formel „ $F=ma$ “ sein.



### 8. Hausaufgabe:

- Durchdenken der Stunde anhand des Aufgabenblattes und der eigenen Notizen.
- Was ist Energie?
- Was ist Kraft?

### Kommentar:

- Das Protokoll sollte noch den Autor nennen.
- Nicht jedes Protokoll ist so umfangreich.
- Aufgabenblätter kann man einfach als Anhang hintendran tackern bzw. davon ausgehen, dass es alle besitzen.
- Wenn am Ende einer Stunde eine knappe Zusammenfassung möglich ist, sollte man sie bringen. Hier war das nicht so einfach und daher stehen die Lösungen der Aufgaben am Ende als Zusammenfassung der Stunde. Oft wird

eine Formel am Ende stehen, die ist dann leicht in einem Merkkasten zu notieren!

- Bei Versuchen bitte folgende Struktur: Name des Versuchs – Skizze (wenn erforderlich) – Beschreibung – Beobachtung – Erklärung (wenn möglich oder Folgerung).
- Das Protokoll soll ordentlich, aber nicht zwangsläufig maschinengeschrieben sein.
- Versucht immer, einen „roten Faden“ zu entdecken: Womit wurde begonnen? Welche Fragen warf die Überlegung/der Versuch auf? Wie haben wir versucht, eine Erklärung zu finden? Gab es Ergebnisse? Wie könnte es weiter gehen?