

## IV - Kannst du eigentlich... ... Diagramme anlegen?

In der Physik stand immer wieder die Beobachtung eines Vorgangs am Anfang einer langen Forschertätigkeit. Die Beobachtung führte dann oft dazu, einen Zusammenhang zwischen verschiedenen „Dingen“ zu vermuten: „Wenn ich ... größer mache, wird ... auch größer.“ Seit dem Beginn der systematischen Forschung versuchte man herauszufinden, ob hinter dem Zusammenhang eine Gesetzmäßigkeit steckt: „Ich verdopple .... Wird nun auch ... doppelt so groß?“. Jede solche Vermutung kann nur durch eine Reihe von Messungen überprüft werden und die Messwerte müssen anschließend graphisch oder rechnerisch ausgewertet werden (siehe „... mit Proportionalitäten umgehen?“ und „... Arbeitsweise der Naturwissenschaft?“)

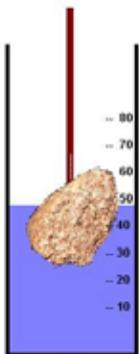
Hier nun die Grundlagen, die du bei einer graphischen Auswertung einer Messreihe beachten solltest:

Das folgende Messprotokoll steht dabei stellvertretend für alle anderen möglichen Auswertungen.

Ein 200 mm hoher Aluminiumquader mit einer Grundfläche von 30 mm · 30 mm wird in Wasser eingetaucht.

Je weiter der Quader eingetaucht wird, desto „leichter“ wird er scheinbar. Untersucht wird, wie die Änderung der Gewichtskraft von der Eintauchtiefe abhängt. (Bild)

Die Messungen ergeben die folgende Tabelle:



Eintauchtiefe h in mm	0	40	80	120	160	200
Änderung der Gewichtskraft $\Delta F$ in N	0	0,41	0,78	1,14	1,59	1,94

So gehst du nun bei der graphischen Auswertung vor:

### Festlegen der Achsenrichtungen

Nach **rechts** wird immer die **vorgegebene** Größe, nach **oben** die **abhängige** angetragen, also die Größe, deren Wert vom vorgegebenen Wert der anderen abhängt.

Im Beispiel: Vorgegeben wird im Versuch die Eintauchtiefe h, sie wird nach rechts angetragen.

Die davon abhängige und daher nach oben angetragene Größe ist  $\Delta F$ .

### Festlegen der Diagrammgrösse

Nur wenn du das Diagramm so groß wie möglich zeichnest kannst du Werte einigermaßen genau eintragen und stichhaltige Folgerungen ziehen. Daher gilt:

Der größte Messwert (und der vorhandene Platz) bestimmt die Länge einer Achse und damit den Maßstab.

Im Beispiel wären folgende Maßstäbe denkbar:

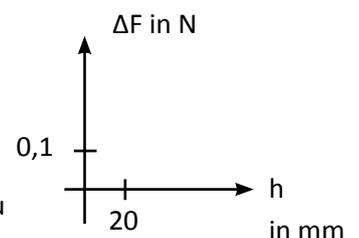
größte Eintauchtiefe h: 200 mm  $\rightarrow$  Achsenlänge 10 cm  $\rightarrow$  Maßstab für h: 1 cm  $\hat{=}$  20 mm

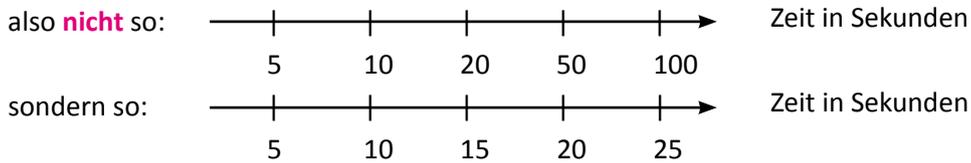
größte Abnahme der Gewichtskraft  $\Delta F$ : 1,91 N  $\approx$  2 N  $\rightarrow$  Achsenlänge 10 cm  $\rightarrow$  Maßstab für  $\Delta F$ : 1 cm  $\hat{=}$  0,2 N

### Anlegen des Diagramms

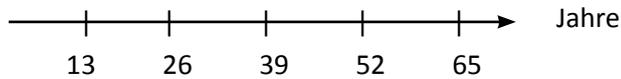
Wenn du nun weißt, wie groß das Diagramm werden soll, zeichnest du die Achsen in der festgelegten Reihenfolge.

Den ersten wichtigen Schritt zu einer gelungenen Auswertung hast du getan, wenn du noch die Teilstriche beschriftest und die Bezeichnungen der Achsen angibst. Achte bei der Beschriftung der Teilstriche auf eine gleichmäßige Einteilung





Manchmal (z.B. bei Halbwertszeiten) ist auch eine Einteilung in gleichmäßige Abschnitte sinnvoll:



Allerdings musst du hier beim Ablesen aus dem Diagramm sehr genau auf den Maßstab achten:

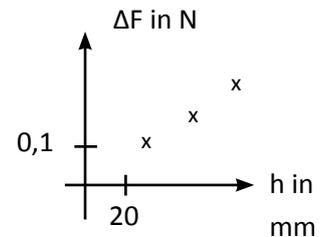
$$1 \text{ cm} \hat{=} 13 \text{ Jahre}$$

### Eintragen der Messwerte

Hast du einen einfachen Maßstab gewählt und die Teilstriche auf den Achsen sinnvoll beschriftet, kannst du die Messwerte durch Abzählen eintragen.

Bei komplizierten Maßstäben bestimmst du den einzutragenden Wert am besten durch einen Dreisatz:

$$\text{Maßstab: } 1 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ N}; \text{ einzutragen: } 130 \text{ N} \blacktriangleright 50 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ N} \hat{=} 0,2 \text{ cm} \rightarrow 130 \text{ N} = 13 \cdot 10 \text{ N} \hat{=} 2,6 \text{ cm}$$

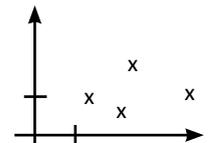


### Verbindung der Messpunkte

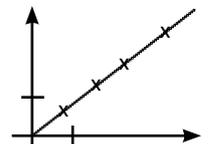
Die Lage der Messpunkte im Diagramm gibt dir einen Überblick über den untersuchten Zusammenhang.

Dabei können ganz unterschiedliche Fälle auftreten:

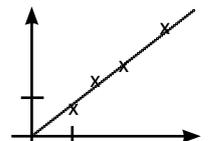
– Liegen die Punkte „kreuz und quer“ im Diagramm, so kannst du überhaupt nichts über den Zusammenhang aussagen.



– Liegen die Punkte (was sehr selten passiert) genau auf einer geraden Linie die durch den Nullpunkt verläuft, so weißt du, dass die untersuchten Größen direkt proportional zueinander sind. In diesem Fall kannst du als Messergebnis eine Strecke vom Nullpunkt bis zum letzten Messwert <sup>1</sup> ziehen und das Ergebnis (im Beispiel:  $\Delta F \sim h$ ) angeben.



– Liegen einige Punkte knapp über, andere knapp unter einer geraden Linie, die durch den Nullpunkt verläuft, so kannst du davon ausgehen, dass diese Abweichungen durch Messfehler oder Ungenauigkeiten beim Eintragen der Messpunkte entstanden sind.



Ein gründlicher Forscher würde dann die Messung mit mehr Sorgfalt und / oder genaueren Messgeräten wiederholen bevor er sagt, dass er einen gesetzmäßigen Zusammenhang herausgefunden hat. Gibt es eine solche „Streuung“ um eine gerade Linie, so zeichnest du die so genannte „**Ausgleichsgerade**“ (eigentlich ist es nur eine Strecke) vom Nullpunkt bis zum letzten Messpunkt (siehe Fußnote <sup>1</sup>). Im Rahmen der Messgenauigkeit kann man auch dann von einer direkten Proportionalität sprechen.

– Natürlich kann es auch sein, dass keiner der drei genannten Fälle eintritt. In einem solchen Fall muss das Diagramm zunächst „interpretiert“ werden... - doch das ist eine andere Geschichte!

<sup>1</sup> Über den letzten Punkt hinaus darfst du nur zeichnen wenn du ein Prophet bist!.

## Musterbeispiel

Verschiedene Aluminiumquader mit einer Grundfläche von jeweils  $30\text{ mm} \cdot 30\text{ mm}$  aber unterschiedlicher Höhe werden auf eine Waage gelegt.

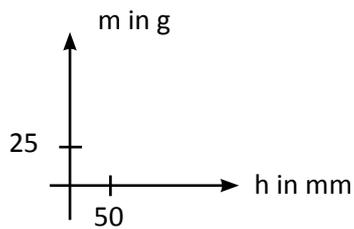
Die Messungen ergeben die folgende Tabelle:

Quaderhöhe $h$ in mm	30	50	120	200	300	400
Masse $m$ in g	15	24	58	99	148	198

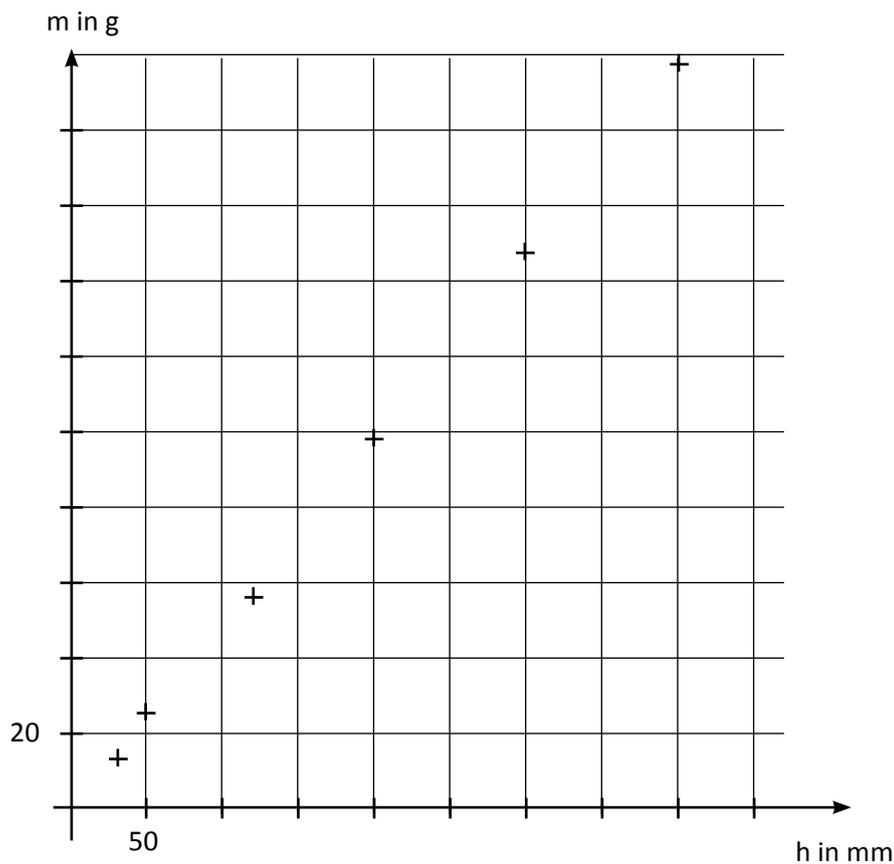
Aufgabe: Werte diese Messreihe graphisch aus.

- ▶ Achsenrichtung: nach rechts Quaderhöhe ----- nach oben Masse
- ▶ Einteilung:  $h_{\text{max}} = 400\text{ mm}$  ; Achsenlänge:  $10\text{ cm}$  → Maßstab:  $1\text{ cm}$  entspricht  $50\text{ mm}$   
 $m_{\text{max}} = 198\text{ g}$  ; Achsenlänge:  $10\text{ cm}$  → Maßstab:  $1\text{ cm}$  entspricht  $20\text{ g}$

- ▶ Anlegen:



- ▶ Eintragen der Messwerte:



Sicher erkennst du, dass man hier eine Ausgleichsgerade einzeichnen kann. Als Ergebnis ergibt sich also:

**Im Rahmen der Messgenauigkeit ist die Masse direkt proportional zur Quaderhöhe.**