

# Grundlagen: physikalische Größen

Im Zusammenhang mit der Energiewende und der Elektromobilität werden in den Printmedien, im Radio und Fernsehen die Begrifflichkeiten der Elektrotechnik, der Mechanik und der Thermodynamik sehr häufig falsch verwendet. Deswegen sollen zu Beginn der Abhandlung diese Begrifflichkeiten näher erläutert werden.

Sowohl in der Elektrotechnik, Mechanik und Thermodynamik verwendet man für Einheiten sogenannte Multiplikationsfaktoren wie zum Beispiel Kilo, Mega etc. um mit den entsprechenden Größen leichter umgehen zu können.

Es gilt:

Kilo	k	1000	oder	$10^3$
Mega	M	1000000	oder	$10^6$
Giga	G	...	oder	$10^9$
Tera	T	...	oder	$10^{12}$
Peta	P	...	oder	$10^{15}$

Für zeitliche Größen verwendet man als Grundeinheit die Sekunde (s), für größere Einheiten Minute (min) oder Stunde (h).

### „Die Welt der Mechanik“:

Eine Größe der Mechanik ist die Kraft  $F$ . Die Einheit ist Newton (N).

Eine andere Größe ist die Masse  $m$ . Die Einheit ist Gramm (g) oder Kilogramm (kg).

Kraft und Masse haben miteinander nichts zu tun. Aber eine Masse von  $m = 1$  kg erzeugt auf der Erde in Folge der Gravitation eine Gewichtskraft  $F = 9.81$  N. Woher kommt die Zahl 9.81? Dazu benötigen wir den Begriff der Beschleunigung  $a$ . Beschleunigung ist nichts anderes als die Änderung der Geschwindigkeit  $v$  pro Zeiteinheit.

Die Formel lautet:  $a = \frac{v}{\Delta t}$ . Die Einheit von  $a$  ist ( $\frac{m}{s^2}$ )

Eine Beschleunigung kann hervorgerufen werden indem z.B. ein eine Kraft  $F$  auf die Körper ausgeübt wird. Der Körper beschleunigt solange wie die Kraft einwirkt. Die Kraft  $F$  lässt sich im Zusammenhang mit der Beschleunigung  $a$  berechnen.

Die Formel lautet:  $F = m * a$  Die Einheit ist ( $\frac{kg*m}{s^2}$ ) oder (Newton).

Oder die Erde übt infolge der Gravitation eine Anziehungskraft  $F$  auf einen Körper aus. Lässt man den Körper los, dann fällt er beschleunigt zu Boden. Bei der Erde ist die Beschleunigung eben  $9.81 \frac{m}{s^2}$ . Die Erdbeschleunigung wird mit  $g$  bezeichnet.

Die Formel lautet:  $F_g = m * g$ . Die Einheit ist ( $\frac{kg*m}{s^2}$ ) oder (Newton).

Wenn jemand also  $m = 100$  kg Masse hat, dann hat dies nichts mit der Gewichtskraft  $F$  zu tun. Auf der Raumstation ISS übt der Körper keine Gewichtskraft aus, da ja Schwerelosigkeit herrscht. Auf der Erde hat eine Masse  $m = 100$  kg eine Gewichtskraft  $F_g = 100 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 = 981$  Newton.

Kommen wir nun zu dem Begriff Energie. Wird zum Beispiel eine Feder entgegen der Federkraft  $F$  um den Weg  $s$  gedehnt, dann ist dazu eine mechanische Energie  $W_{mech}$  notwendig.

Die Formel lautet:  $W_{mech} = F * s$  Die Einheit ist (Nm)

Genauso gut kann man einen Körper mit der Masse  $m$  um eine bestimmte Höhe  $h$  anheben.

Die Formel lautet:  $W_{mech} = F_g * h$  Die Einheit ist (Nm)

Wird die mechanische Energie (oder Arbeit) in einer bestimmten Zeiteinheit  $t$  erledigt, dann führt dies direkt zu dem Begriff der Leistung  $P$ .

Die Formel lautet:  $P = \frac{W_{mech}}{\Delta t}$ . Die Einheit ist ( $\frac{Nm}{s}$ )

Zusammenfassend müssen also die Größen Kraft  $F$ , Masse  $m$ , mechanische Energie  $W_{mech}$  und Leistung  $P$  auseinandergehalten werden.

### „Die Welt der Elektrotechnik“:

In der Elektrotechnik werden häufig verschiedene Größen immer mit dem Begriff „Strom“ verwendet, was man nicht tun sollte.

Beginnen wir mit dem Begriff der „elektrische Ladung  $Q$ “. Die kleinste mögliche positive elektrische Ladung ist die eines Protons und die kleinste mögliche negative Ladung ist die eines Elektrons.

Zum Transport von elektrischen Ladungen verwendet man sehr häufig Kupferleitungen. Das Kupferatom hat 29 Protonen, 29 Neutronen und 29 Elektronen. Das 29te Elektron auf der äußersten Bahn ist fast nicht an den Kern gebunden und kann leicht auf „Wanderschaft“ gehen. Dies ist der Grund, dass Kupfer ein sehr guter Leiter ist.

Ein Coulomb ist die elektrische Ladung  $Q$ , die durch den Querschnitt eines Drahts transportiert wird, indem ein elektrischer Strom  $I$  der Stärke 1 Ampere für 1 Sekunde fließt. Die elektrische Ladung  $Q$  wird also in Amperesekunden gemessen.

Die Formel lautet:  $Q = I * \Delta t$  Die Einheit ist (As).

Den Ladungsinhalt  $Q$  einer Batterie (Akku) gibt man mit der Einheit (As) oder (Ah) an. Eine Autobatterie hat z.B. einen Ladungsinhalt von 72 Ah.

Gebräuchlicher ist aber der Begriff des elektrischen Stromes  $I$  mit der Einheit Ampere, der in einem Zeitabschnitt  $t$  fließt.

Die Formel lautet:  $I = \frac{Q}{\Delta t}$  Die Einheit ist Ampere (A).

Damit aber ein Ladungsfluss zustande kommt, braucht man eine treibende Kraft, nämlich die Spannung  $U$ . Gemessen wird die Spannung  $U$  in Volt (V).

Werden Ladungen  $Q$  unter dem Einfluss der treibenden Kraft  $U$  transportiert, dann ist dies nichts anderes als ein Energietransport  $W_{el}$ .

Die Formel lautet:  $W_{el} = U * Q$ . Die Einheit ist (Ws).

Gemessen wird die Energie in (VAs). Gebräuchlicher ist aber die Einheit WattSekunde (Ws). Der Grund liegt in einem weiteren Zusammenhang zwischen Energie und Leistung.

Kommen wir nochmal zu der Autobatterie zurück. Autobatterien haben üblicherweise eine Spannung  $U = 12$  V. Somit lässt sich auch der Energieinhalt  $W_{el}$  berechnen.  $W_{el} = 12$  V \* 72 Ah = 864 Wh.

Nebenbei, die „Stromrechnung“ am Ende des Monats ist genaugenommen eine Energierechnung.

Die Einheit (Ws) für die Energie  $W$  ist eine sehr kleine Einheit. Deswegen wird die Energie in Vielfachen von (Ws) gemessen, nämlich (kWh) oder (MWh) oder sogar (TWh).

Wird eine Energie oder Arbeit in einem bestimmten Zeitabschnitt erbracht, dann spricht man von einer Leistung  $P$ .

Die Formel lautet:  $P = \frac{W_{el}}{\Delta t}$ .

Die Einheit wäre jetzt (VA), weil sich die Zeit aus der Formel herauskürzt. Die Einheit (VA) wird jetzt zu Watt (W).

### „Die Welt der Thermodynamik“

Wärme (eigentlich Wärmeenergie) und Temperatur sind zwei verschiedene Größen. Dies wird durch folgende Überlegung deutlich:

Erwärmt man zwei unterschiedlich große Wassermengen mit gleicher Ausgangstemperatur jeweils mit einem Tauchsieder, so ist es leicht ersichtlich, dass sich die kleinere Wassermenge bei gleicher Energiezufuhr stärker erwärmt als die größere Wassermenge.

Das bedeutet: Trotz gleicher Energiezufuhr unterscheidet sich die Temperatur.

Um die größere Wassermenge (oder auch andere Stoffe) auf die gleiche Temperatur zu erwärmen, ist eine größere Energiezufuhr notwendig. In einer größeren Menge eines Stoffes ist demzufolge bei einer bestimmten Temperatur mehr Energie gespeichert als in einer kleineren Menge. Die Temperatur eines Körpers lässt sich durch die Zufuhr von Wärmeenergie erhöhen, aber auch durch Zufuhr mechanischer Arbeit  $W$  in Form von Reibung.

Die Wärmeenergie  $Q$  hängt von der spezifischen Wärmekapazität  $c$  des Stoffes, von der Masse des Stoffes  $m$  und von der Temperatur  $T$  ab.

Die Formel lautet:  $Q = c * m * T$ . Die Einheit der Wärmeenergie ist Joule (J).

Auch in der Thermodynamik gibt es die Größe der Leistung  $P$ . Es ist nichts anderes als der Transport von Wärmeenergie pro Zeiteinheit.

Die Formel lautet:  $P = \frac{Q}{\Delta t}$

Merke:

Die Einheiten der Energie aus der Welt der Mechanik, der Welt der Elektrotechnik und aus der Welt der Thermodynamik sind zueinander äquivalent.  $\left(\frac{kg*m^2}{s^2}\right) = (Nm) = (Ws) = (J)$ .

Umrechnungen:

<b>Einheit</b>	<b>Umrechnung in kJ bzw. kWh</b>
J	1 000 J = 1 000 Ws = 1 kJ
cal	1 000 cal = 1 kcal = 4,186 kJ
Wh	1 Wh = 3,6 kJ