

Energie - Arbeit - Leistung



Das grosse Fragezeichen

Redaktionelle Vorbemerkung:

Dieses „Merkblatt“ soll dazu dienen, die immense Verwirrung um diese drei Begriffe etwas zu ordnen.

Festzustellen sind drei Hauptprobleme, welche Schülern, Lehrern, sogar Fachjournalisten und Ingenieuren und natürlich der Öffentlichkeit Mühe machen:

1. der fundamentale Unterschied zwischen Energie und Leistung.
2. die praktische Gleichheit von Energie und Arbeit.
3. Das Verständnis von Leistung als Momentanwert oder Dauerprozess (der nicht auf eine Zeit bezogen ist); „Watt pro Stunde“ hört und liest mal oft, was aber physikalischer Nonsense ist.

So ist die Quasi-Unterscheidung von Energie und Arbeit didaktisch nicht hilfreich und physikalisch unnötig. Demgegenüber bringt die Vermischung mit dem Begriff Leistung Generationen von Schülern und Studenten zur Verzweiflung.

Dabei spielt uns die gebräuchliche, aber unphysikalische Verwendung dieser Begriffe in der Alltagssprache böse Streiche:

„Ich habe heute viel geleistet“ ist physikalisch höchst unexakt, noch schlimmer wird's mit „Er hat viel Arbeit geleistet“.

Hinzu kommt, dass die lateinischen und griechischen Alphabete sogar zusammen zuwenige Buchstaben haben, um jeder physikalischen Grösse und Einheit ein eigenes Symbol zuzuweisen. So wird häufig verlangt, als **Formelzeichen für Arbeit** (oder Energie) den Buchstaben **W** (work) zu verwenden. Hierbei besteht akuteste Verwechslungsgefahr mit der **Einheit** der **Leistung (Watt)**.

Bekanntlich ist schon der Unterschied von Leistung und Energie nur schwer vermittelbar.

Wer dann noch auf (eigentlich korrekte) Gleichungen oder Aussagen trifft wie

W = 2,34 Wh („Die verrichtete Arbeit beträgt 2,34 Wattstunden“)

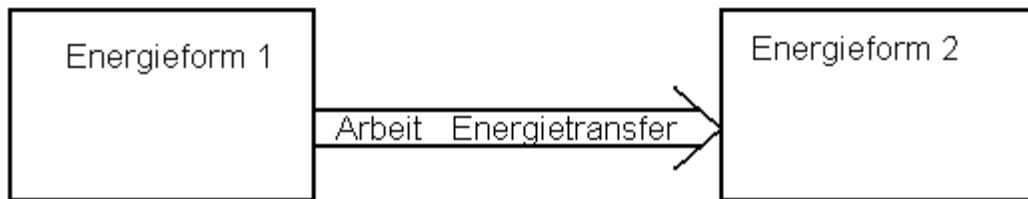
macht intellektuelle Höhenflüge mit akuter Absturzgefahr.

Deshalb empfehle ich dringend den folgenden Umgang mit diesen physikalischen Grössen:

1. Weil Energie und "Arbeit" physikalisch identisch sind, sind sie höchstens **begrifflich** zu unterscheiden: Energie als Zustand, Arbeit als Prozess.
2. Als Symbol für Arbeit und Energie soll nur der Buchstabe **E** (energy) verwendet werden (nie W). Dies könnte auch für „Wärme“ gelten, hier ist aber auch Q gebräuchlich, die Verwechslungsgefahr ist dabei klein.
3. Leistung soll am ehesten als „Abkürzung“ von „Energie pro Zeit“ verstanden werden. (So wie jede „Leistung“ sinnvollerweise eine Menge bezogen auf eine Zeit darstellt: Rente, Geldleistung = Betrag pro Zeit, Transportleistung = Personen pro Zeit usw.)

Energie & Arbeit

Das physikalische Grundgesetz der Energieerhaltung besagt, dass Energie weder „produziert“ noch „verbraucht“ werden kann. Sondern verschiedene Energieformen werden ineinander **umgewandelt**.



Die **verrichtete Arbeit** ist **gleich gross** wie der **umgewandelte Energiebetrag**.

„Energie“ ist physikalisch gleichbedeutend mit „Arbeit“!

Eine Unterscheidung macht nur auf sprachlich-begrifflicher Ebene Sinn:

<ul style="list-style-type: none"> • Arbeit wird meist als Prozess verstanden • Arbeit wird „verrichtet“ (der Ausdruck „geleistet“ ist zu vermeiden!) • Arbeit ist Energieübertragung, Energietransfer • Arbeit ist meist "sichtbar", z.B. in Form mechanischer Arbeit, Bewegung, Veränderung 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie wird meist als Zustand verstanden • Energie ist gespeichert oder "vorhanden" • Energie wird umgesetzt oder umgewandelt • Energie ist noch nicht oder bereits verrichtete Arbeit • „Wärme“ ist ein weiterer Begriff: Für „Innere Energie“
---	--

Als Einheit tritt im Prinzip immer die Einheit **Joule (J)** auf.

Allerdings gibt es je nach Anwendungsgebiet auch viele abgeleitete bzw. zusammengesetzte Einheiten: Wattsekunden (**Ws**), Kilowattstunden (**kWh**), Newtonmeter (Nm), Kalorien (cal, keine gesetzliche Einheit), Coulomb·Volt (versteckt hinter der Bezeichnung **eV** für Elektronvolt) und weitere.

Leistung

Leistung allgemein ist immer eine Grösse bezogen auf einen **Zeitabschnitt**. Beispiele:

- Transportleistung = Personen pro Stunde
- Geldleistung (Rente, Lohn) = Franken pro Monat
- technische Leistung (physikalisch, elektrisch) ist dann verrichtete Arbeit pro Zeitabschnitt oder umgesetzte Energie pro Zeitabschnitt.

Physikalische (oder elektrische Leistung) ist **umgewandelte Energiemenge pro Zeitabschnitt**.

- ➔ Leistung ist somit als „Abkürzung“ zu verstehen für den Quotienten „Energie durch Zeit“.
- Diese „Abkürzung“ gibt es nur in der Technik, es gibt nichts analoges, vergleichbares aus dem Alltag.
- ➔ Einheit der Energie oder der Arbeit ist **Joule (J)**,
- ➔ Einheit für die Leistung ist dann **Joule pro Sekunde**, wofür man in der Technik die Abkürzung Watt (**W**) hat.

$$\text{Definitionen: } \textit{Leistung} = \frac{\textit{Arbeit}}{\textit{Zeit}} = \frac{\textit{Energie}}{\textit{Zeit}} \quad ; \quad P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t} \quad ; \quad \textit{Einheit } W = \frac{J}{s}$$

Umgekehrt (durch Umformen) erhält man aus **Leistung und Zeit** wieder die Energie:

$$\textit{Energie} = \textit{Leistung} \cdot \textit{Zeit} \quad ; \quad E = P \cdot t \quad ; \quad \textit{Einheit } J = Ws$$

Was bedeutet denn „viel Leistung“ oder eine „grosse Leistung“?

- Entweder: in einer bestimmten Zeit wird **viel** Energie umgesetzt,
- oder: eine bestimmte Energiemenge wird in **kurzer** Zeit umgesetzt.