

2 Einmaleins der Energiebegriffe

Strom: Spannung, Stärke, Frequenz und Leistung

Bei der Diskussion um die Stromversorgung wird oft vieles durcheinandergebracht – Volt und Watt kennen wir von gängigen Elektrogeräten aus dem täglichen Leben, bei Ampere und Hertz bestehen vielleicht noch Erinnerungen aus dem Physikunterricht.

Das Verständnis für die unterschiedlichen Größen wird einfacher, wenn man Stromversorgung mit Wasserversorgung vergleicht: Die Spannung ist der Druck, mit dem Strom durch eine Leitung fließt, wie Wasser in einem Rohr, das dort unter einem gewissen Druck steht. Gemessen wird Spannung mit Volt – jede Steckdose steht in Deutschland unter einer Spannung von etwa 230 Volt. Die Leitung selbst stellt einen Widerstand dar. Ein dünnes Kabel bedeutet dabei einen großen Widerstand, ein dickes dagegen einen kleinen Widerstand. Wie beim Wasser, das – wenn es durch ein dünnes Rohr gepumpt wird – im Vergleich zu einem dicken Rohr einen größeren Widerstand überwinden muss. Kinder merken dieses Prinzip sehr schnell beim Trinken mit dünnen und dicken Strohhalmen. Bei der Elektrizität wird der Widerstand in Ohm gemessen.

Die Stärke des Stroms, die durch ein Kabel fließt oder fließen kann, wird in Ampere ausgedrückt. Multipliziert man die Spannung (Druck oder Volt) mit der Stromstärke (Durchflussmenge oder Ampere) erhält man die Leistung, die in Watt angegeben wird. Ein Staubsauger hat in der Regel eine Leistung von 1 000 Watt, was ungefähr 1,36 PS entspricht – bei einer Spannung von 230 Volt würden ungefähr 4,5 Ampere »fließen«. In der Regel ist eine Haussteckdose mit 16 Ampere abgesichert. Also könnten maximal drei Staubsauger mit der genannten Leistung angeschlossen werden, ohne dass die Steckdose überlastet wird und die Sicherung herausfliegt.

Wird der 1 000-Watt-(oder 1 Kilowatt)-Staubsauger eine Stunde lang betrieben, verbraucht er genau eine Kilowattstunde Strom. Bei gleichem Stromverbrauch könnten anstelle des Staubsaugers zehn 100 Watt Glühlampen (die es in der EU nicht mehr zu kaufen gibt) betrieben werden. Watt bezeichnet also die Leistung, Wattstunde die Arbeit. Der Unterschied wird wieder in einem Vergleich deutlich: Ein Profiradsportler fährt einen Alpenpass in einer Stunde hoch, ein Hobbysportler braucht gut zwei Stunden. Der Profi leistet 400 Watt, der Hobbysportler 200 Watt. Oben am Gipfel haben sie aber beide 400 Wattstunden gearbeitet. Der Stromzähler misst den Verbrauch und zählt die verbrauchten Kilowattstunden bei einem 3-Personen-Durchschnittshaushalt werden im Jahr etwa 3 500 Kilowattstunden (kWh) verbraucht.

Die Stromschwingungen im Netz sind für den Verbraucher relativ unwichtig – sie betragen im Haushaltsnetz weltweit etwa 50 Schwingungen pro Sekunde, die in Hertz gemessen werden. Aus historischen Gründen fahren Züge mit Strom, der eine andere Hertzzahl aufweist, in Deutschland sind dies 16,7 Hertz.

Spannung	Volt
Strom (Stärke)	Ampere
Widerstand	Ohm
Leistung	Watt
Arbeit	Wattstunde (Stromverbrauchseinheit in einer Stunde)
Frequenz	Hertz

Im Starkstrombereich kommt man mit den üblichen Bezeichnungen anhand der genannten Größenordnungen nicht mehr aus. Daher wird die Skala für den Starkstrom erweitert.

kV	Kilovolt	1 000 Volt
kW	Kilowatt	1 000 Watt (= ca. 1,36 PS)
MW	Megawatt	1 000 Kilowatt
kWh	Kilowattstunde	1 000 Wattstunden
MWh	Megawattstunde	1 000 Kilowattstunden
GWh	Gigawattstunde	1 Million Kilowattstunden (oder 1 000 MWh)
TWh	Terawattstunde	1 Milliarde Kilowattstunden (1 000 GWh)

In Deutschland wurden im Jahr 2014 insgesamt 511 TWh verbraucht.

Gas: Volumen, Druck und Brennwert

Chemisch gesehen ist Gas neben »fest« und »flüssig« zunächst ein Aggregatzustand. Durch Zuführung von Wärme kann dieser Zustand geändert werden. Ein Beispiel: Durch Zuführung von Wärme wird Eis flüssig und zu Wasser, führt man noch mehr Wärme zu, verdampft das Wasser. Es geht auch andersherum: Kälte lässt den Wasserdampf kondensieren, es entstehen zum Beispiel Wolken. Gas kann aber auch durch

Hinzufügen von Druck verflüssigt und flüssiges Gas durch Reduzierung von Druck wieder gasförmig werden.

Bei einem festen Zustand sind die Kräfte zwischen den Molekülen relativ groß, bei Gas sind sie gering. Die für die Verbrennung geeigneten Gase bestehen meist aus Kohlenwasserstoffen, vereinfacht gesagt dem gleichen Grundstoff unseres Erdöls. Das für Heizung, Kraftwerke und Verkehr verwendete Gas ist meist ein Naturgas, welches als Erdgas oder Erdöl-gas gefördert und über Pipelines – ähnlich wie Wasser – zum Verbraucher transportiert wird.

Um Gas zu transportieren, muss in der Leitung immer Druck herrschen. Er wird genauso aufgebaut wie durch Pumpen in einem Wasserwerk. In der Gasleitung heißen diese große »Pumpen« Verdichterstationen.

In Ferngasleitungen, den »Autobahnen« der Gasinfrastruktur, beträgt der Druck bis zu 100 bar, wobei 1 bar etwa 1 kg/cm² beträgt. Zum Vergleich: Autoreifen stehen etwa unter einem Druck von 2 bar. Auf den regionalen Transportleitungen beträgt der Druck zwischen 1 und 70 bar, vor Ort beim Kunden, also an der Heizung oder am Gasherd, herrscht noch etwa ein Druck von 1 bar. Wie viel Gas durch Leitungen fließt und wie viel Gas verbraucht wird, bestimmt sich nach dem Volumen, das in Kubikmetern (m³) gemessen wird. Ein Kubikmeter ist das Volumen eines Würfels von 1 × 1 × 1 Meter. Zum Vergleich: In einer Campinggasflasche kann ein Gasvolumen von etwa 5,5 m³ gespeichert werden. Der historische Gasometer in Berlin Schöneberg, in dem heute u.a. Fernseh-talkshows produziert werden, hatte ein Volumen von etwa 160 000 m³ und große, unterirdische Gasvorkommen oder Speicher enthalten meist mehrere Milliarden Kubikmeter. Der durchschnittliche Gasverbrauch eines Haushalts für Heizung beträgt pro Jahr und Quadratmeter etwa 14 m³.

Wenngleich das Gasvolumen in Kubikmetern gemessen wird, erfolgt die Abrechnung in Kilowattstunden (kWh), der so genannten Arbeit. Warum eigentlich? Je nach Zusammen-

setzung des Gases differiert dessen Energiedichte oder dessen Energiegehalt. Die Energiedichte bestimmt wiederum den »Heiz- oder Brennwert«, also die Energie, welche bei vollständiger Verbrennung freigesetzt werden kann. Die Abrechnung in kWh ist deshalb genauer als die Abrechnung nach Kubikmetern. Man bezahlt nur die tatsächliche Energie, die »Arbeit«, welche in dem jeweiligen Kubikmeter Gas der entsprechenden Qualität steckt.

Um zu ermitteln, wie viele Kilowattstunden in einem Kubikmeter Gas enthalten sind, wird ein Umrechnungsfaktor herangezogen. Aufgrund verschiedener Wirkungsgrade im Vergleich zum Strom beträgt der Umrechnungsfaktor »Gas-Strom« etwa 1,35. Um einen Föhn mit 1000 Watt eine Stunde lang elektrisch zu betreiben, benötigt man eine Kilowattstunde. Bei Betreiben des Föhns mit Gas würde man für die gleiche Heizleistung 1,35 kWh benötigen. Dieser Wert sagt natürlich nichts über die gesamte Energiebilanz aus, da der Strom erst hergestellt und transportiert werden muss und hierbei wieder Verluste auftreten.

Um zu ermitteln, wie viel Gas bei einem Verbraucher überhaupt ankommen kann, ist die Anschlussleistung eine weitere wichtige Größe, die in Kilowatt (kW) gemessen wird. Die Anschlussleistung bestimmt sich nach der erforderlichen Kapazität, z. B. der Leistung der Gasheizung. Wie bei einem Fahrzeug wird hier in kW angegeben, wie viel Leistung abgegeben werden kann – das Einstellen der Heizung auf höchste Raumtemperatur entspricht dabei im wahrsten Sinne des Wortes »Vollgas« bei einem Fahrzeug. Die Anschlussleistung einer durchschnittlichen Heizung für ein Haus beträgt etwa 8–15 kW.

Die wichtigsten Begriffe nochmal im Überblick:

Druck	bar; 1 bar = kg/cm^2
Leistung	Watt
Arbeit	Wattstunde
Volumen	Kubikmeter (m^3)

In der Gaswirtschaft kommt man mit den üblichen Bezeichnungen anhand der Größenordnung nicht mehr aus. Daher muss die Skala – wie oben beim Strom – um die Vorsilben »kilo« (Tausend), »mega« (Million), »giga« (Milliarde) und »tera« (Billion) erweitert werden.

Wärme: Joule, Gigajoule und Steinkohleeinheiten

Wärme ist eine Form der Energie und wird in Joule (früher in Kalorien) angegeben. Wärme beschreibt, wieviel Energie nötig ist, um die Temperatur eines Stoffes zu verändern, z. B. die Temperatur eines Heizkessels auf die Heizkörper zu übertragen. Die Einheit Joule dient primär als Berechnungsgrundlage in Physik und Technik. Die Umrechnungsfaktoren sind:

Ws	Wattsekunde	1 Joule (J)
Cal	Kalorie	4,19 J
Wh	Wattstunde	3600 J
kWh	Kilowattstunde	3 600 000 J
278 kWh	Kilowattstunden	1 Gigajoule (GJ)

Zur Vereinfachung der Umrechnung, wieviel Energie in einem Stoff steckt und wieviel Wärme aus ihm erzeugt werden kann, wird mit den Begriffen »Wärmeeinheit« (WE) und Rohöleinheit (RÖE) gearbeitet. Sie sind keine physikalischen Größen und werden im Heiz- und Effizienzbereich verwendet, um verschiedene Energieformen, wie z. B. Öl, Kohle oder Gas besser vergleichen zu können. Insbesondere im techni-

schen (Kraftwerks-)Bereich wird daneben noch mit Steinkohleeinheiten (SKE) gerechnet.

Wärmeeinheit

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal} = 860 \text{ WE}$$

$$1,16 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ kcal} = 1\,000 \text{ WE}$$

Rohöleinheit

$$11,63 \text{ kWh} = 10\,000 \text{ kcal} = 1 \text{ RÖE}$$

Steinkohleeinheit

$$8,14 \text{ kWh} = 7\,000 \text{ kcal} = 1 \text{ SKE}$$

Energiewende in 60 Minuten

Ein Reiseführer durch die Stromwirtschaft

Kästner, Th.; Kießling, A.

2016, XIII, 214 S. 24 Abb., 15 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-11560-9