

Leistungsmessung an elektrischen Geräten

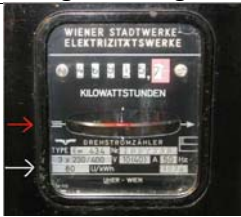
Ernst Reinwein

Ausgangspunkt

In einer Fernsehsendung für Konsumenten hat sich ein Mann beklagt, dass seine Waschmaschine auch im ausgeschalteten Zustand Strom verbraucht. Das sei zwar nicht viel, aber die Kosten würden übers Jahr gerechnet doch erheblich sein. Im Film war zu sehen, dass ein Leistungsmesser an der Steckdose einige Watt anzeigte, obwohl die Maschine nicht in Betrieb war.

Die Sorgen über Stromkosten waren wie nachfolgend gezeigt wird unbegründet, die Waschmaschine hat nur scheinbar Energie verbraucht.

Messung des Energieverbrauchs



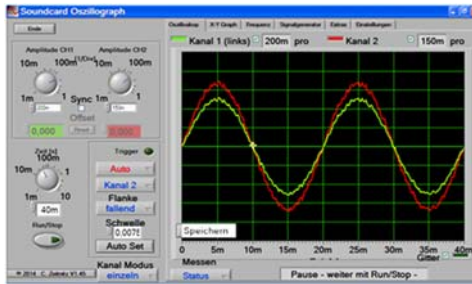
Bei jeder Wohnung, die mit elektrischer Energie versorgt wird, gibt es einen Zählerkasten, in dem ein vom E-Werk eingebaut

es Messgerät die gesamte in der Wohnung verbrauchte Energie in Wh (Wattstunden) misst. Diese Einheit zeigt schon, dass für jeden einzelnen elektrischen Verbraucher einerseits die Anschlussleistung in Watt (W) und andererseits die Betriebsdauer in Stunden (h) maßgeblich ist. Mit diesem Stromzähler kann auch in einfacher Weise die Leistungsaufnahme aller in Betrieb befindlichen Geräte ermittelt werden. Dazu ist mit einer Uhr zu stoppen, wie lange die Scheibe für eine Umdrehung braucht, also die rote Markierung sich neuerlich vorne befindet. Weiters ist jene Zahl vom Zähler zu notieren, die mit der Einheit U/kWh versehen ist. Nun wird die Zahl 3600000 durch diese Zahl und das Ergebnis durch die Sekundenanzahl für eine Umdrehung dividiert. Dieses Ergebnis ist der momentane Verbrauch an elektrischer Leistung in Watt.

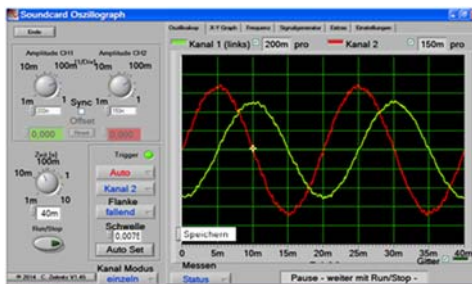
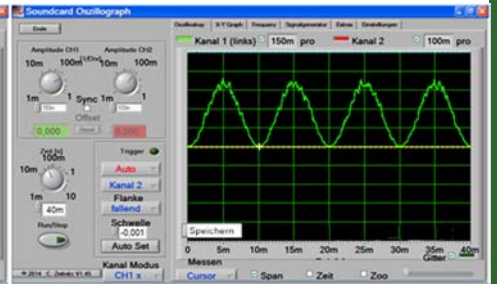
Für die Messung der Leistungsaufnahme einzelner Geräte ist die beschriebene Methode unpraktisch, es müssten alle anderen Geräte in der Wohnung abgeschaltet sein. Deshalb kommen tragbare Leistungsmesser zum Einsatz.

Tragbare Messgeräte für Spannung, Strom und Leistung

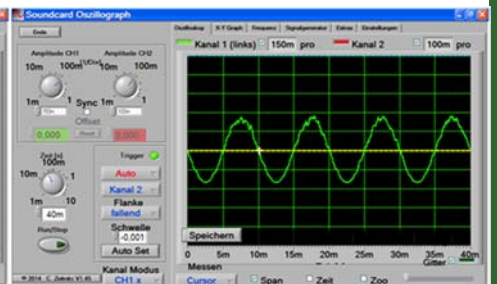
Es gibt kleine Messgeräte, die in eine Steckdose eingesteckt werden und die eine Steckdose zum Anschluss eines elektrischen Gerätes aufweisen. Wenn das angeschlossene Gerät Strom aufnimmt, werden die elektrische Spannung in Volt (V) und der Strom in Ampere (A) und/oder die Multiplikation von beiden als elektrische Leistung in Watt (W) angezeigt. Die so errechnete Leistung hat ihre Tücken.



Ohmsche Last: Strom-, Spannungsverlauf (links) und Leistungsverlauf (rechts)



Induktive Last: Strom-, Spannungsverlauf (links) und Leistungsverlauf (rechts)



Bessere Messgeräte zeigen zwei Leistungswerte an, einen in W, den anderen in VA. Die Leistung in VA wird als Scheinleistung bezeichnet, der Wert in W als Wirkleistung. Nur die letztere wird tatsächlich verbraucht und in andere Energieformen wie Wärme oder Bewegung umgesetzt. Sind beide Werte gleich, wie z.B. bei der Leistungsmessung an einer Glühlampe oder einer Herdplatte, dann braucht man nicht weiter nachdenken. Sollte die Wirkleistung W allerdings kleiner sein als die Scheinleistung VA, dann handelt es sich um ein Gerät, das besondere Bauteile, nämlich Spulen und/oder Kondensatoren, enthält. Diese Bauteile können kurzfristige Energie speichern und an das Stromnetz wieder zurückgeben. Diese Energie wird nicht in Wärme oder Bewegung umgewandelt d.h. eben nicht verbraucht und auch vom E-Werk nicht verrechnet. Verrechnet wird nur die Wirkleistung.

Was sich hier abspielt lässt sich mit einem Zweistrahlzilloskop zeigen. Unsere E-Werke liefern Wechselspannung, die 100 mal in der Sekunde die Richtung wechselt. Der elektrische Strom tut das auch und zwar im häufigsten Fall zeitgleich, wenn die Spannungswelle (rot) ein Maximum hat, hat es zur gleichen Zeit auch die Stromwelle (grün). In diesem Fall ergibt die Multiplikation aus beiden immer positive Werte (rechtes Bild, alle Momentanwerte über der Nulllinie), also Leistung die im Gerät verbraucht wird.

Bei Geräten mit Spulen oder Kondensatoren, die ja Energie zurückgeben können, zeigt sich, dass der vom Gerät aufgenommene Strom zeitversetzt ist zur Spannung. Das Maximum der Stromwelle kann gegenüber dem Maximum der Spannungswelle um bis zu $\pm 5\text{ms}$ verschoben sein. Dadurch wird nicht nur Energie aufgenommen, sondern auch wieder abgegeben. Im untersten Bild ist der Extremfall zu sehen, links die Zeitverschiebung zwischen Spannungskurve und Stromkurve und rechts die Multiplikation von beiden, eine Leistungskurve bei der genau so viel Energie aufgenommen (über der Nulllinie) wie zurückgegeben wird (unter der Nulllinie), sodass im Mittel keine Energie verbraucht wird.

In diesem Fall wird am Leistungsmessgerät nur ein VA-Wert (Scheinleistung) angezeigt, aber der W-Wert (Wirkleistung) bleibt Null. Wie bei der Waschmaschine im ausgeschalteten Zustand, es wird keine Wirkleistung verbraucht.



Messung an einer ausgeschalteten Waschmaschine: die Scheinleistung enthält keine Wirkleistung.



Messung an einem heruntergefahrenen PC: Die Wirkleistung macht nur einen Teil der Scheinleistung aus.



Messung an einer eingeschalteten Glühlampe: Scheinleistung und Wirkleistung sind identisch.