

Ernst Ahlers

Pulsmesser

Preisgünstige Leistungsmessgeräte

Ein Energiekostenmonitor ist praktisch, um Standby-Stromverschwender aufzuspüren oder herauszufinden, ob die teure Energiesparlampe tatsächlich weniger „Strom“ kostet als die ersetzte Glühlampe. Aber zeigt ein 10-Euro-Angebot vom Kaffeeröster die Wirkleistung halbwegs genau an oder doch eher Hausnummern?

Stromsparen, um die Energierechnung der Stadtwerke zu drücken, ist eigentlich ganz einfach: Ausschalten reicht. Oft sind aber Geräte, die man per Schalter schlafen gelegt hat, nicht wirklich ausgeschaltet, sie nuckeln im Standby-Betrieb immer noch an der Steckdose. Eine grobe Einschätzung, ob sie dabei viel oder wenig Energie ziehen, kann man schon durch

Handauflegen gewinnen: Wenn sich das Gerät oder sein Steckernteil spürbar warm anfühlt, sollte man es lieber richtig vom Netz trennen.

Eine genauere Bestimmung, wie viel elektrische Energie ein Verbraucher sich im Betrieb oder im Standby gönnt, und ob sich damit weitere Maßnahmen zum Energiesparen lohnen, erlauben Leistungsmessgeräte. Sie mes-

sen die momentane Wirkleistung. Über die Betriebsdauer des Verbrauchers wird daraus die elektrische Arbeit, die die Stadtwerke liefern und als „Stromkosten“ in Rechnung stellen.

Solche Messgeräte gelten längst nicht mehr als Werkzeuge für Elektrospezialisten, sondern für jedermann, sind sie doch mittlerweile in Drogerie- und Baumärkten, beim Kaffeeröster oder dem Discounter für wenige Euro erhältlich. Die spannende Frage dabei ist, wie genau die teilweise als Aktionsware verschleuderte Messelektronik ist.

Um es vorwegzunehmen: Die meisten Modelle waren überraschend genau, doch man sollte beim Kauf trotzdem aufpassen. Denn Angaben zur Genauigkeit findet man nur in Ausnahmefällen außen auf dem Karton, etwa beim Basetech-Gerät ($\pm 5\%$) oder beim Voltcraft Energy Check 3000 ($\pm 1\% \pm 1\text{ W}$).

Wenn nichts Näheres spezifiziert ist, sollte man als praktischer Pessimist davon ausgehen, dass die Prozentangabe auf den

Messbereichsendwert bezogen ist. So klingen die 5 Prozent des Costcontrol-Modells auf den ersten Blick zwar recht gut, entsprechen aber einer möglichen maximalen Abweichung von $0,05 \times 3600$ Watt, also ± 180 Watt. Wenn eine Energiesparlampe real 15 Watt zieht, dürfte das Gerät zwischen 0 und 195 Watt alles anzeigen, ohne seine Spezifikation zu verlassen. So wird das Messen kleiner Leistungen zum Ratespiel, doch in der Praxis sieht das Bild deutlich freundlicher aus.

Wir beschafften im Spätsommer/Herbst sieben Geräte in der Taschengeld-Klasse (unter 20 Euro), die im Einzel- und Versandhandel auf dem Markt waren und testeten mit verschiedenen, haushaltsüblichen Lasten, wie gut sie messen. Unmittelbar vor Redaktionsschluss brachte Aldi ein 8-Euro-Angebot auf den Markt (Globaltronics GT-PM-02), das wir noch mit in den Test nahmen.

Dazu stellten wir ein 25-Euro- und ein 50-Euro-Gerät, um her-

auszufinden, ob man mit etwas mehr Kapitaleinsatz auch bessere Ergebnisse bekommt. Abwesend ist das 26 Euro teure EM 600-2 von ELV: Es ist laut Hersteller nur noch in Restbeständen am Lager, ein Test wäre deshalb nicht sinnvoll. Das Nachfolgemodell EM 6000 ist erst ab Dezember im Handel.

Dass preisgünstige Leistungsmessgeräte nicht mit allen möglichen Verbrauchern gleich gut klar kommen, verdeutlicht das Faltblatt zum Olympia EKM 2000: „Die Genauigkeit des Energiekostenmessgeräts kann durch beträchtliche elektrische Oberwellenstörungen im Stromnetz herabgesetzt werden.“ Die sind aber inzwischen bei den meisten Verbrauchern die Regel, nicht die Ausnahme (dazu gleich mehr). Immerhin bekommt man so einen Hinweis, dass das Gerät mit nichtlinearen Lasten – typischerweise Transformator- oder Schaltnetzteile von Kleingeräten wie Routern, Notebooks oder Mini-Hifi-Anlagen – Schwierigkeiten hat. Doch das erfährt man erst nach Öffnen der nicht wieder verschließbaren Blister-Verpackung.

In anderen Beschreibungen heißt es richtigerweise, dass die Geräte nicht für gewerbliche Zwecke eingesetzt werden sollen und nicht zur Abrechnung mit dem Energieversorger, für medizinische Zwecke oder zur Veröffentlichung von Messwerten taugen.

Neben den für die Stromrechnung interessanten Größen Wirkleistung und Arbeit zeigen viele Geräte weitere Werte an, beispielsweise die Netzfrequenz. Die ist aber entbehrlich, denn wenn die Frequenz anfängt, um mehr als einige Zehntel Hertz vom 50-Hertz-Soll abzuweichen, darf man eh mit baldigem Ausgehen der Lichter rechnen. Dagegen ist eine Kostenanzeige mit einstellbarem Tarif sehr nützlich, um etwa dem störrischen Sprössling plastisch vor Augen

zu führen, dass der Idle-Dauerlauf seines Gaming-PCs nicht nur virtuellen Strom, sondern reales Geld kostet.

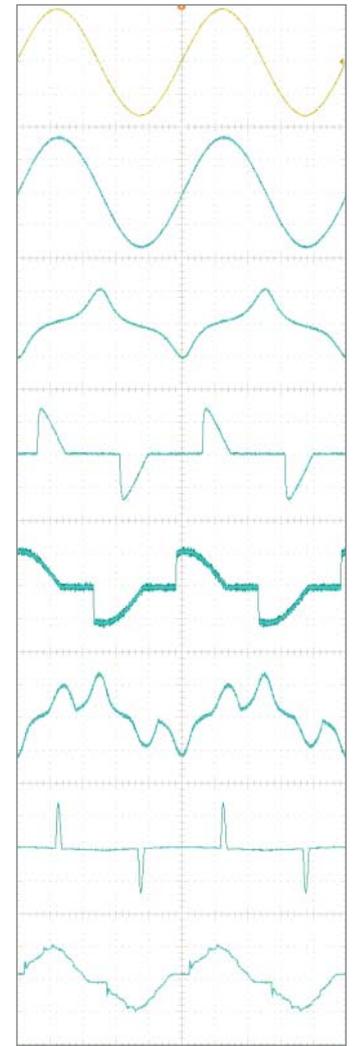
Eine Anzeigeauflösung von einem Watt reicht für den Hausgebrauch völlig aus. Mit einem Zehntelwatt kann man Trends bereits erahnen, etwa bei der Frage, ob einzelne Stromspar Modi tatsächlich mehr bringen. Die Hundertstel-Watt-Auflösung des Brennenstuhl-Geräts ist dagegen übertrieben und täuscht eine weit höhere Genauigkeit vor, als das PM 230 liefert.

Watt versus VA

Man könnte meinen, um die Leistung eines Verbrauchers am 230-Volt-Stromnetz zu bestimmen, genügt es, den Echteffektivstrom (True RMS) mit einem guten Digitalmultimeter zu messen und mit 230 Volt zu multiplizieren. Schließlich ist die Netzspannung ja konstant. Abgesehen davon, dass die Netzspannung um $\pm 10\%$ schwanken darf (207–253 V), was man durch parallele Spannungsmessung kompensieren kann, ergibt diese einfache Messung aber die Scheinleistung (Formelzeichen S, Maßeinheit Voltampere, kurz VA). Sie entspricht nur bei ohmschen Lasten wie Glühlampen oder Bügeleisen der Wirkleistung (P, Watt, W), weil bei denen Spannung und Strom in Phase sind (siehe Screenshot).

Bei einem überwiegend induktiven Verbraucher wie etwa einem Niedervolt-Halogenlampentrafo im Leerlauf liegt man weit daneben, denn hier unterscheiden sich Schein- und Wirkleistung deutlich: Bei unserem als Testlast eingesetzten Exemplar war S mit 24 VA etwa sechsmal so groß wie P (3,9 Watt). Warum das so ist, macht der Blick aufs Oszillogramm schnell klar: Die Maxima von Spannung und Strom treten nicht zum gleichen Zeitpunkt auf, sie sind nicht

Bei einer Glühlampe haben die Leistungsmessgeräte leichtes Spiel: Spannung (gelb) und Strom (lila) sind in Phase, letzterer zeigt perfekte Sinusform. Doch bei anderen Lasten (von oben: Halogentrafo im Leerlauf, Energiesparlampe, LED-Leuchte, Router-Netzteil, Notebook-Netzteil und PC-Netzteil im Betrieb) müssen sie sich mehr anstrengen, denn der Strom – hier zur Verdeutlichung in unterschiedlichen Maßstäben – ist meist weder sinusförmig noch in Phase.



in Phase. Verschiebt sich beispielsweise die Stromspitze in Richtung Spannungsnulldurchgang, dann sinkt die Wirkleistung, aber die Scheinleistung bleibt gleich. Dass der Strom hier im Unterschied zu einer reinen Induktivität alles andere als sinusförmig ist, liegt am Eisenkern des Trafos.

Um die Wirkleistung zu ermitteln, muss man das momentane Spannungs-Strom-Produkt, also die momentane Wirkleistung, über eine bestimmte Periode – mindestens eine Halbwelle – integrieren, also alle Einzelmessungen aufsummieren und durch die Messperiode teilen:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T (u(t) \cdot i(t)) dt$$

Prüfsteine

Wir testeten mit elf typischen Lasten aus dem Wohn- und IT-Umfeld, wie genau die Leistungsmessgeräte die für die Stromrechnung ausschlaggebende Wirkleistung erfassen. Als Vertreter klassischer ohmscher Verbraucher diente eine 60-Watt-Glühlampe, deren Verhalten am Stromnetz keinen Prüfling vor Probleme stellte.

Als weiterer Vertreter der Beleuchtungsfraktion kam eine äl-

tere Niedervolt-Halogenleuchte aus dem Bestand des Autors zum Einsatz, die sich als wahres Energieschwein erwies: Ihr Zweistufen-Schalter sitzt auf der Sekundärseite des konventionellen Trafos, sodass der stets am Stromnetz hängt. So vergeudet sie im vermeintlich ausgeschalteten Zustand 3,9 Watt – bei 20 Cent pro Kilowattstunde entsprechend 6,83 Euro pro Jahr – und nervt als Nachttischlampe eingesetzt nächstens auch noch mit leisem Brummen. Dem hatte der Autor zwar schon vor Jahren mit einem zusätzlichen Schalter abgeholfen, aber die Lampe darf dennoch als Stellvertreter für zahlreiche ähnliche Sünder erhalten. Sie fordert die Messgeräte schon mehr, denn der Strom ist nur im Betrieb einigermaßen sinusförmig.

Moderne Leuchtmittel repräsentieren eine Energiesparlampe (Osram Dulux Superstar 15W) und eine LED-Lampe (Ledgalaxy Reflektorstrahler mit 78 Leucht-

Der billigste Stromspars helfer ist ein Zwischenstecker mit Schalter, den es ab 1,55 Euro im Versandhandel gibt. Komfortabler, aber auch teurer sind Mehrfachsteckerleisten mit abgesetztem Fußschalter.





Basetech Cost Control: war bei größeren Lasten erträglich genau, kann Kosten auf Tag, Monat und Jahr hochrechnen



Brennenstuhl PM 230: Auslaufmodell, versagte bei nichtlinearen Verbrauchern, errechnet Energiekosten für zwei Tarife



Globaltronics GT-PM-02: Discounter-Aktionsware, ebenfalls problematisch bei nichtlinearen Verbrauchern, 2-Preis-Betrieb



Heitronic EKM Art.-Nr. 46901/ Profitec KD 302: gleiches Innenleben, gute Genauigkeit bei niedrigem Preis, geringer Eigenverbrauch

dioden). Das integrierte elektronische Vorschaltgerät der Energiesparlampe erzeugt klassische „Haifischflossen“ beim Strom, womit die meisten Messgeräte noch gut klarkommen.

Die Stromform war bei der LED-Leuchte zwar mehr abgerundet, aber stärker phasenverschoben. Wegen der kleinen Wirkleistung von 2,8 Watt und daraus resultierender niedriger Stromamplitude trennt sie die Spreu vom Weizen: Sehr gute Geräte wichen nur um wenige Prozent vom Soll ab. Jene, die dabei in den zwei- oder dreistelligen Prozentbereich fielen, zeigten auch bei den anderen Testlasten größere Fehler.

Mit einem typischen ATX-Netzteil (Seasonic SS-400ET) und elektronischen Lasten wie bei den c't-Netzteiltests bildeten wir einen PC nach, dessen Leistungsaufnahme im Suspend-to-RAM-Betrieb und bei leerlaufendem Windows interessiert. Für ersteres stellten wir eine primäre Leistung von 4,6 Watt ein, dabei läuft das ATX-Netzteil im Standby-Betrieb und zieht einen nadelförmigen Strom. Im Idle-Betrieb bei 60 Watt primär greift dagegen seine aktive Power-Factor-Korrektur. Der Strom sieht deutlich sinusförmiger aus, was nicht nur die Rückwirkungen ins Stromnetz mildert, sondern auch den Messgeräten entgegen kommt.

Gleichermaßen untersuchten wir das Netzteil eines aktuellen Notebooks (Acer TravelMate 6492). Wenn es am Netz hängt, begnügt es sich mit gerade mal 0,2 Watt, sodass man kaum ein Argument hat, es bei Nichtge-

brauch abzuziehen. Wiederum bildete eine elektronische Last ein laufendes Notebook nach, das typischerweise 20 Watt vom Netz fordert.

Als Beispiel für Kleingeräte diente das Netzteil eines älteren Linksys-Routers WRT54 mit konventionellem Trafo. Es saugt ohne Last 2,6 Watt aus dem Stromnetz. Bei rund 4 Watt Anschlussleistung gönnte sich das Netzteil 8,0 Watt.

Mit den elektronischen Lasten (Zentro Elektrik ELA200D und ELA250D) konnten wir indirekt die primär gezogene Leistung einstellen, sodass für alle Prüflinge vergleichbare und konstante Voraussetzungen gegeben waren. Um Störungen aus dem Stromnetz des Verlages auszuschließen, betrieben wir die Leistungsmessgeräte und angehängte Lasten an einer steuerbaren Wechselspannungsquelle AG6813B, die auf 230 Volt/50 Hz eingestellt war.

Als Referenz kam ein Präzisionsleistungsmessgerät LMG95 (www.zes.com) zum Einsatz, von dem in der Redaktion mehrere Exemplare zum Messen der Leistungsaufnahme von PCs, Notebooks, Monitoren, Beamern und anderen Geräten dienen. Es hat eine Grundgenauigkeit von 0,03 Prozent und ist damit um zwei Klassen besser als die Prüflinge. Seine Messgenauigkeit stellen wir durch regelmäßige Kalibrierung sicher. Zwar steigt auch beim LMG95 der relative Fehler an, je kleiner die zu messende Last ist, dennoch liegen beispielsweise die für die LED-Lampe angezeigten 2,8 Watt um

höchstens 0,04 W neben dem wahren Wert.

Fehler ausgewertet

Aus den Abweichungen der Prüflinge gegenüber dem LMG95 an den einzelnen Lasten bildeten wir einen gewichteten Mittelwert. Dabei gingen die Fehler bei Lasten oberhalb von 5 Watt viermal so stark ein wie darunter, um die naturgemäß höheren Abweichungen bei kleinen Leistungen nicht über Gebühr zu strafen.

Das leerlaufende Notebook-Netzteil, bei dem wegen der sehr kleinen Leistung auch bei kleinen absoluten Abweichungen große relative Fehler entstehen, ließen wir bei der Bewertung außen vor. Schließlich soll die Kirche im Dorf bleiben, denn es handelt sich bei den Prüflingen nicht um Profigeräte, für die engere Maßstäbe gelten dürfen.

Schließlich testeten wir zwei Exemplare jedes Modells, um einerseits einzuschätzen, wie groß Serienstreuungen sind, und andererseits Ausreißer dingfest zu machen. Mit Ausnahme des PM 230 von Brennenstuhl (gewichtete mittlere Abweichung von 61 beziehungsweise 82 Prozent) und des fast identischen Globaltronics GT-PM-02 (53 und 70 Prozent) unterschieden sich die Ergebnisse nur um wenige Prozentpunkte, die Hersteller haben die Massenfertigung offensichtlich im Griff. So zogen wir für die Benotung gemäß dem Grundsatz „in dubio pro reo“ das bessere Modell heran.

Zwei weitere, beim Hersteller angeforderte Exemplare des PM

230 unterschieden sich bei der gewichteten Abweichung deutlich weniger (78 und 76 Prozent). Den Unterschied zwischen den Exemplaren verursachte der leerlaufende Halogenlampentrafo: Manchmal erkannte die Elektronik der betroffenen Geräte eben doch, dass eine reaktive Last vorlag und zeigte dann einen halbwegs richtigen Messwert an, etwa 3,03 statt 3,9 Watt beim einen Brennenstuhl-Exemplar.

Da aber drei von vier PM 230 das nicht schafften, spricht viel dafür, dass es sich dabei wie auch beim einen Globaltronics-Gerät um einen glücklichen Ausreißer handelt. Ein Interessent kann aber das Leistungsmessgerät nicht vor dem Kauf testen, um das bessere Exemplar zu finden. Deshalb wählten wir bei den betroffenen Modellen das schlechtere Ergebnis.

Eine zufriedenstellende Note vergeben wir, wenn der mittlere Fehler unter 20 Prozent liegt, bis 10 Prozent gibt es ein „Gut“. Abweichungen unter 5 Prozent resultierten in einer sehr guten Beurteilung.

Eigenheiten

Um ihre vergleichsweise hohe Genauigkeit zu erreichen, müssen die Geräte die Messsignale stark filtern. Das macht sich beispielsweise beim Basetech-Modell deutlich bemerkbar: Es braucht nach Lastsprüngen – etwa beim Wechsel eines PC aus dem Betrieb ins Suspend-To-RAM – bis zu 20 Sekunden, um den Endwert zu erreichen. Etwas Geduld sollte man bei dynami-

Anzeige



NZR No-Energy: kleinster Fehler an unseren Testlasten, zeigte selbst beim leerlaufenden Notebook-Netzteil noch halbwegs richtig an

Olympia EKM 2000: kam nur mit Glühlampen gut zurecht, Fehler war bei nichtlinearen Verbrauchern überproportional hoch.

REV Typ 2580: kompakte Bauform, mäßig hoher Eigenverbrauch, deutlich besser als sein spezifizierter Messfehler

TCM Nr. 248735: beleuchtete Anzeige erleichtert das Ablesen, warnt optional beim Überschreiten von Leistungsschwellen per Piepser

schen Verbrauchern also mitbringen.

Die Messelektronik der weitgehend baugleichen Modelle PM 230 (Brennenstuhl), GT-PM-02 (Globaltronics) und EKM 2000 (Olympia) kommt offensichtlich mit kleinen und nichtlinearen Lasten nur schlecht zu Rande. Das offenbarte sich im Test schon an der LED-Lampe mit ihrem kleinen Strom, wo ihre Anzeigen um 146 beziehungsweise 114 Prozent von der Referenz abwichen.

Noch viel stärker brachten die leerlaufenden Trafos in der Halogen-Lampe und dem Router-Netzteil die Geräte aus dem Tritt, sodass sie das Vier- bis Fünffache der wahren Leistung anzeigten. Praktisch an den drei Modellen ist der 2-Preis-Betrieb: Die Geräte können zu bestimmten Uhrzeiten den verwendeten Arbeitspreis umschalten, sodass man auch bei einem Energieversorger, der Nachtstromtarife anbietet, plausible Kosten schätzen kann.

Das Costcontrol von Basetech rechnet auf Wunsch die aktuelle Leistungsaufnahme des Verbrauchers auf Kosten pro Tag, Monat und Jahr hoch. Die dahinter steckende simple Multiplikation muss man so wenigstens nicht fehlerträchtig im Kopf lösen.

Tchibos nur anhand der Produktnummer 248735 identifizierbares Gerät besitzt als einziges eine beleuchtete Anzeige, was das Ablesen in dunklen Ecken erleichtert. Allerdings sorgt die blaue Leuchtdiode nicht eben für guten Kontrast auf dem schummrigen Display. Überschreitungen eines einstellbaren Grenzwertes (Overload) kann das Gerät per Piepsen signalisieren. Die elektr-

sche Energie merkt und meldet das TCM-Modell für zwei Verbraucherzustände: Zieht er weniger als 35 Watt, gilt er als im Standby, sonst als im Betrieb.

Auffällig beim Voltcraft Energy Check 3000 war, dass die Anzeige beim leerlaufendem Router-

Netzteil mal 1,3 Watt und mal 1,8 Watt präsentierte, je nachdem, wie herum wir das Klötzchen einsteckten. Vermutlich streut das Magnetfeld des Trafos in die Elektronik ein. Solche Effekte lassen sich leicht vermeiden, indem man die zu messenden Verbrau-

cher über ein Verlängerungskabel oder eine Mehrfachsteckerleiste anschließt. In der Tabelle haben wir jedenfalls das bessere Ergebnis notiert.

Schließlich maßen wir noch die Eigenleistungsaufnahme der Prüflinge, denn wenn man sie

Leistungsmessgeräte – technische Daten und Ergebnisse			
Hersteller/Marke	Basetech	Brennenstuhl	Globaltronics
Typ	Costcontrol	PM 230	Stromkostenmessgerät (GT-PM-02)
Anbieter	Conrad Elektronik	Alternate	Aldi
angezeigte Größen			
Spannung (U) / Strom (I)	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓
Wirkleistung (P) / Min. / Max.	✓ / - / ✓	✓ / - / -	✓ / - / ✓
Anzeigeauflösung	1 W	0,01 W	1 W
Scheinleistung (S) / Leistungsfaktor (PF) / Frequenz	- / - / -	- / - / ✓	- / ✓ / ✓
Kosten: Gesamt / pro Tag / Monat / Jahr	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -
Überlast / sonstiges	- / -	- / cos phi, Zeit, Laufzeit	✓ / Zeit, Laufzeit
angegebene Messbereiche/Genauigkeit			
Spannung / Strom	230 V / 16 A	190–276 V / 0,02–16 A	190–276 V / 0,02–16 A
Leistung / Arbeit	10–3600 W / k. A.	0–4416 W / 0–9999,99 kWh	0–3999 W / 0–9999,99 kWh
Kosten	k. A.	0,00–9999	k. A.
Messfehler U / I / P	- / - / ±5 %	±3 % / ±(3 % + 0,04A) / ±(5 % + 10W)	±3 % / ±(3 % + 0,04 A) / ±(5 % + 10 W)
manueller Start/Stop der Messung	-	-	-
Pufferbatterie	1 × LR44	2 × LR44	2 × LR44
Besonderes	-	2-Preis-Betrieb	2-Preis-Betrieb
Eigenleistungsaufnahme	0,6 W	0,7 W	0,7 W
gemessener Wirkleistungsfehler in Prozent			
PC-Netzteil Suspend-to-RAM (4,6 W)	-13	253	183
PC-Netzteil Idle (60 W)	0	12	-3
Notebook-Netzteil Leerlauf (0,23 W)	-100	3935	3813
Notebook-Netzteil Idle (20 W)	-10	61	45
Halogenlampe aus (3,9 W)	28	492	464
Halogenlampe Stufe 1 (26 W)	-1	49	37
Router-Netzteil Leerlauf (2,6 W)	-23	433	400
Router-Netzteil Last (8 W)	0	102	100
Glühlampe (55 W)	-3	2	-1
Energiesparleuchte (15 W)	-10	19	16
LED-Leuchte (2,8 W)	-64	146	114
Abweichung gegen Referenz (gewichtetes Mittel)	8	82	70
Preis	10 €	16 €	8 €
Note	⊕	⊖	⊖
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden - nicht vorhanden k. A. keine Angabe			



Voltcraft Energy Check 3000: noch gute Genauigkeit bei unseren Testlasten, höchster Eigenverbrauch, empfindlich gegen induktive Einkopplung

über längere Zeit zum Beobachten eines Verbrauchers einsetzt, schlagen sie sich auch selbst auf der Stromrechnung nieder. Mit rund 0,5 Watt erwies sich das Heitronic/Profitec-Gerät als Standard setzendes Sparmodell, das bei Dauerbetrieb einen Auf-

schlag von knapp einem Euro pro Jahr verursacht.

Topfgucker

Wie bei c't üblich, warfen wir einen Blick unter die Haube. Bei den meisten Geräten verbergen sich die interessanten Bauteile leider unter schwarzen Kunststoffklebsen. Die Chips sind direkt auf die Platine gebondet, Schaltungsanalyse fällt aus.

Erwähnenswerte Ausnahmen bilden das Heitronic/Profitec-Messgerät, das NZR-Modell sowie das REV-Produkt. Ersteres enthält einen 8-Bit-Mikrocontroller von Elan (EM78P468), der die Tasten abfragt, Messwerte verrechnet und das Display steuert. Bei ihm übernimmt ein spezialisierter Baustein die Wirkleistungsmessung (Cirrus CS5460A), worin der Grund für die gute Performance liegen dürfte.

Im SEM16 sind die beiden Funktionen vereint. Ein 71M6511 von Teridian enthält alle Kern-

baugruppen für einen eichfähigen Elektrizitätszähler: Mikrocontrollerkern, Echtzeituhr, Flash-Speicher, RAM und Analog/Digital-Wandler mit Temperaturkompensation. Auch der Typ 2580 von REV setzt mit einem 8-Bit-Mikrocontroller (AT89C52) auf Integration, ein separater Leistungsmesser-Chip oder A/D-Umsetzer ist indes nicht erkennbar.

Fazit

Erfreulicherweise sind die meisten günstigen Geräte überraschend genau, womit auch die eingangs gestellte Frage geklärt ist, ob ein Leistungsmessgerät vom Kaffeeröster taugt. Ein Ärgernis ist allerdings, dass nur wenige Hersteller überhaupt Angaben zur Messgenauigkeit auf dem Karton machen, was Fehlkäufe vermeiden hilft.

Abraten müssen wir derzeit von den weitgehend baugleichen Geräten von Brennenstuhl, Globaltronics und Olympia. Das

PM 230 wird seinem Hersteller zufolge in den nächsten Monaten von einem verbesserten Nachfolgemodell abgelöst. Mit den Ergebnissen unserer Messungen konfrontiert, gab Olympia an, das EKM 2000 vom Markt zu nehmen.

Positiv sticht das Heitronic-Produkt heraus, das im August schon für 8 Euro im Rossmann-Drogeriemarkt zu haben war. Ein baugleiches Modell läuft bei Reichelt Elektronik unter der Marke Profitec und kostet 12 Euro. Noch eine Spur genauer, aber dann auch viermal so teuer ist das bei No-Energy erhältliche NRZ SEM-16.

Wer trotz der vergleichsweise niedrigen Preise die Ausgabe für ein Messgerät scheut, das nach einmaligem Gebrauch im Schrank landet und Staub fängt, kann sich auch eines leihen: Die Aktion No-Energy (www.no-e.de) führt eine Datenbank von bundesweit verteilten Ausleihern. (ea)

	Heitronic	NZR	Olympia	Profitec	REV	TCM	Voltcraft
	Energiekostenmessgerät Art. Nr. 46901	Energiekostenmonitor No-Energy (SEM16)	EKM 2000	KD-302	Typ 2580	Nr. 248735	Energy Check 3000
	Rossmann Drogeriemarkt	www.no-e.de	Reichelt Elektronik	Reichelt Elektronik	Bauhaus Baumarkt	Tchibo	Conrad Elektronik
	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / -	✓ / - / ✓	✓ / ✓ / ✓
	0,1 W	0,1 W	1 W	0,1 W	1 W	1 W	0,1 W
	- / - / ✓	- / - / -	- / ✓ / ✓	- / - / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	- / - / -
	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -
	✓ / Laufzeit	- / Laufzeit	✓ / Zeit, Laufzeit	✓ / Laufzeit	- / -	✓ / Laufzeit	✓ / Laufzeit, Kosten/h
	90–250 V / 0–16 A	207–253 V / 16 A	190–276 V / 0,02–16 A	90–250 V / 0–16 A	200–250 V / 0–16 A	190–270 V / 0,005–10 A	230 V / 13 A
	0,2–3600 W / 0,001–9999 kWh	0,2–3680 W / k. A.	0–3999 W / 0–9999,99 kWh	0,2–3600 W / 0,001–9999 kWh	0–3680 W / 0–9999,99 kWh	0–2300 W / 0,01–9999,99 kWh	1,5–3000 W / 0,001–9,999 kWh
	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	0–9999,99	0–999999	k. A.
	k. A.	- / - / ±(2% +1 Digit)	±3% / ±(3% + 0,04 A) / ±(5% +10 W)	k. A.	- / - / ±10% (>25 W), ±5% (>100 W)	k. A.	- / - / ±(1% +1 W)
	-	✓	-	-	-	-	✓
	-	-	2 × LR44	-	-	2 × LR44	-
	-	Messzeitraum einstellbar	2-Preis-Betrieb	-	-	beleuchtete Anzeige, Standby-Modus, Überlast-Piepser	-
	0,5 W	1,2 W	0,8 W	0,5 W	1,0 W	1,0 W	1,6 W
	-2	-2	248	-2	-13	-13	-22
	-2	0	7	-1	0	0	-1
	-100	-57	3813	-100	-100	335	-100
	-2	-1	45	-1	0	0	-7
	-5	-3	464	-3	3	-23	-23
	-2	-1	37	-1	-1	-1	-3
	0	-4	400	4	15	-23	-31
	0	-1	100	1	0	0	-9
	-2	1	1	-1	0	0	-2
	-2	-1	16	-2	-3	-3	-6
	-4	-4	114	-4	7	-29	-36
	2	1	73	1	2	4	8
	8 €	50 €	13 €	12 €	18 €	10 €	25 €
	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕

