



Die EU hat mit der Herausgabe neuer Vorschriften zur Energieeinsparung Gerätehersteller in die Pflicht genommen. Durch strenge Vorgaben zur Leistungsaufnahme im Stand-by-Zustand soll der Energieverbrauch gesenkt werden. Der Artikel gibt einen Überblick über die gesetzlichen Anforderungen, die Theorie zur Leistungsmessung und die praktischen Messmöglichkeiten und leitet dann zur Vorstellung des neuen ELV Energie Analyzer EA 8000 über.

Energy Analyzer EA 8000

Ökodesign-Richtlinie – Fluch oder Segen?

Im Zuge immer knapper werdender Ressourcen und immer höherer Kosten für Energie liegt es im Interesse aller, den Energieverbrauch, wo immer es möglich ist, zu senken. Ein großer Teil der weltweit „verbrauchten“ Ressourcen und Energie entfällt auf den Betrieb von elektrischen Geräten. Getrieben durch Regulierungen der Europäischen Union und durch das Kaufverhalten der Konsumenten, ist die Industrie in einigen Bereichen schon seit Jahren bemüht, energiesparende bzw. energieeffiziente Geräte auf den Markt zu bringen.

So ist die Energieverbrauchskennzeichnung mit den Energieeffizienzklassen A++ bis G bei Haushalts-Elektrogroßgeräten wie Waschmaschinen, Geschirrspüler und Kühlschränken schon seit Jahren präsent.

Da in vielen Bereichen aber weder der Konsument bereit ist, mehr Geld für energiesparendere Geräte auszugeben, noch die Industrie bereit ist, Aufwand in die Entwicklung energieeffizienterer Geräte zu investieren, sind in den letzten Jahren weitere gesetzliche Regelungen zur Energieeinsparung bei elektrischen/elektronischen Geräten entstanden.

Kern dieser gesamten Regelungen ist die von der EU erlassene EuP-Richtlinie (auch Ökodesign-Richtlinie genannt, EuP = Energy using Product – siehe Anmerkung 1).

Ziel dieser Richtlinie ist es, einen rechtlichen Rahmen zu

schaffen, um auf politischem Wege Einfluss auf die umweltgerechte Gestaltung von Produkten nehmen zu können und so Mindestanforderungen an die Umweltverträglichkeit der Geräte stellen zu können.

Die Richtlinie beschäftigt sich mit dem gesamten Lebenszyklus von Geräten. Derzeit wird aber das Hauptaugenmerk auf den Energieverbrauch während des Betriebs gelegt, d. h. der Energieaufwand für die Entwicklung, die Produktion und das Recyceln der Geräte wird zurzeit noch nicht betrachtet. Die gültigen Vorschriften zu dieser Richtlinie zielen auf die Verringerung des Energieverbrauchs im Betrieb ab, was bei gleicher Gebrauchsqualität auch mit einer höheren Effizienz einhergeht.

Da die Anwendung der EuP-Richtlinie CE-relevant ist, sind die Hersteller auch gezwungen, mit ihren Geräten die entsprechenden Anforderungen der Richtlinie und deren Verordnungen einzuhalten, da ansonsten ein solches Gerät nicht in den Verkehr gebracht werden darf. Welchen Nutzen solche Richtlinien für wen bringen, wollen wir im Folgenden kurz betrachten.

Stand-by-Verordnung

Damit aus der allgemein gehaltenen EuP-Richtlinie auch verbindliche Vorschriften für die Hersteller der verschiedenen Geräte entstehen, werden – unterteilt nach Gerätegruppen – europaweit gültige Verordnungen erlassen. Eine dieser Ver-

ordnungen ist die sogenannte Stand-by-Verordnung (siehe Anmerkung 2).

Wie dem Titel zu entnehmen ist, beschäftigt sich diese Verordnung mit dem Verhalten von elektronischen Geräten im Zustand ihrer „Nichtnutzung“. Die im Vorfeld der Verordnung erstellte Studie hat den Ist-Zustand zu dieser Betriebsart ermittelt und auch entsprechende Zukunftsszenarien erdacht. Die Ermittlung des Ist-Zustands ergab, dass die 15 wichtigsten Produktgruppen in allen EU-Staaten im Jahr 2005 insgesamt ca. 51 TWh (= 51 Mrd. kWh) elektrische Energie nur für den Stand-by-Betrieb verbraucht haben.

Mit dieser Energiemenge hätten 14 Mio. Haushalte ein Jahr lang (oder 100 vierköpfige Neandertaler-Familien von der Steinzeit bis heute) mit Energie versorgt werden können. Hochgerechnet auf das Jahr 2010 und auf alle Geräte kommt die Studie zu etwa 95 TWh Energieverbrauch, die Geräte verursachen, obwohl sie eigentlich gar nicht genutzt werden.

Die Art der Stand-by-Betriebsarten ist dabei recht unterschiedlich. Es gibt z. B. den versteckten Energieverbrauch, der auftritt, obwohl der Verbraucher das Gerät vermeintlich ausgeschaltet hat (Schein-Aus-Zustand), oder aber auch den normalen (offensichtlichen) Stand-by-Betrieb, wie man ihn vom Fernseher kennt und der z. B. durch eine Stand-by-LED angezeigt wird.

Aufgrund dieses immensen – scheinbar nutzlosen – Energieverbrauchs wurde die sogenannte Stand-by-Verordnung erlassen, die das Verhalten von entsprechend in den Anwendungsbereich der Verordnung fallenden Geräte im Aus- oder Stand-by-Zustand regelt. Im groben Überblick schreibt die Verordnung die in Tabelle 1 beschriebene Begrenzung der Leistungsaufnahme vor. Damit die Industrie genügend Zeit zur Umstellung ihrer Geräte hat, treten die Anforderungen in zwei Stufen in Kraft.

Tabelle 1: Anforderungen zur Leistungsaufnahme laut Stand-by-Verordnung		
	Leistungsaufnahme	
	Stufe 1	Stufe 2
Betriebszustand	ab 07.01.2010	ab 07.01.2013
Aus-Zustand	1 W	0,5 W
Stand-by-Zustand	1 W	0,5 W
Stand-by-Zustand + Anzeige	2 W	1 W

Neben den in Tabelle 1 beschriebenen Grenzwerten für die Leistungsaufnahme im Aus-Zustand oder im Stand-by-Zustand des Gerätes fordert die Verordnung auch das schlichte Vorhandensein einer solchen Betriebsart. Damit wird der von vielen Geräteherstellern betriebenen Unsitte, einen Netzschalter oder eine Stand-by-Schaltung aus Kostengründen einfach wegzulassen, Einhalt geboten. An allen Geräten, die von dieser Verordnung betroffen sind – dies sind z. B. alle Arten von Geräten der Unterhaltungselektronik, informationstechnische Geräte (wie PCs, Drucker, Faxgeräte usw.), aber auch Spiel- und Freizeitgeräte (wie Spielkonsolen etc.) –, wird man somit in Zukunft wohl auch wieder den altbewährten „Aus-Knopf“ finden.

Netzteil-Verordnung

Eine weitere Vorschrift, die unter anderem auch den Stand-by-Verbrauch begrenzt, ist die Verordnung für externe Netzteile (siehe Anmerkung 3).

Mit dieser Verordnung werden Anforderungen an die stetig wachsende Zahl an externen Spannungsversorgungen gestellt. Dabei greift diese Verordnung im Prinzip nur die in den USA (vor allem in Kalifornien) bereits seit Längerem gültigen Vorschriften aus dem Energy-Star-Programm auf. Notwendig wurde die Einführung der Verordnung, da immer mehr Geräte mit einer Leistungsaufnahme bis 50 W kein eigenes integriertes Netzteil mehr besitzen. Dies ist aus Herstellersicht eine einfache und kostengünstige Lösung – hat aus energietechnischer Betrachtung aber einen großen Nachteil: Schaltet man das eigentliche Gerät bei Nichtbenutzung auch aus, so verbleibt das Stecker-Netzteil normalerweise in der Steckdose und verbraucht so weiterhin Energie. Genauso verhält es sich bei den sogenannten Ladeadaptern: Ob Handy, MP3-Player, Spielkonsole, Navigationsgerät usw., alle Geräte werden per Akku betrieben und müssen von Zeit zu Zeit ans Ladegerät. Die Analyse der Nutzungsgewohnheiten hat gezeigt, dass das Ladegerät zwischen den Ladeyklen aus Bequemlichkeit einfach in der Steckdose verbleibt. Da die Faulheit der Nutzer leider nicht per gesetzlicher Verordnung geändert werden kann, verpflichtet die EU die Hersteller, den Energieverbrauch ihrer Netz- und Ladegeräte zu verringern. Neben den Grenzwerten für den Energieverbrauch ohne angeschlossene Last (Nulllast) fordert die Verordnung aber auch einen Mindest-Wirkungsgrad (siehe Tabelle 2). Auch hier erfolgt die Einführung der Anforderungen in zwei Stufen.

Beide genannten Anforderungen (Mindest-Wirkungsgrad und Nulllast-Leistungsaufnahme) werden dafür sorgen, dass in Zukunft nur noch Netzgeräte auf Schaltnetzteil-Basis in den Markt kommen. Die klassischen Netzteile mit 50-Hz-Transformator, Gleichrichter und Sieb-Elko werden nach und nach aus den Verkaufsregalen verschwinden. Neben den oben erwähnten Verordnungen zur Umsetzung der EuP-Richtlinie gibt es weitere Verordnungen, die bereits in Kraft sind (z. B. für Set-Top-Boxen, Fernseher, Haushaltslampen), und diverse, die noch in Vorbereitung sind. Allen Verordnungen gemein ist das Ziel, die Energieeffizienz der betroffenen Geräte zu verbessern.

Messaufbauten zu den EuP-Verordnungen

Um die Einhaltung der Verordnungen nachweisen zu können, sind auch spezielle Messverfahren und Messgenauigkeiten definiert. Diese durch die Messvorschriften gegebenen Anforderungen an die Messgenauigkeit erfüllen derzeit nur wenige professionelle Messgeräte, z. B. das Yokogawa WT210, das auch im Messlabor von ELV im Einsatz ist. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den jeweiligen Messaufbau zu den beiden oben genannten Verordnungen: Der Prüfplatz zur Messung der Stand-by-Leistung (Abbildung 1) zeigt links die Spannungsquelle, die eine konstante und verzerrungsfreie Netzspannung generieren muss, und darüber das besagte Leistungsmessgerät von Yokogawa. Rechts im Bild ist dann ein Messadapter zu sehen, in dem der Prüfling zur Messung direkt eingesteckt wird.

Der Prüfplatz zur Messung von externen Netzteilen ist in Abbildung 2 gezeigt. Auch hier ist links die Referenzquelle mit dem Leistungsmessgerät zu sehen. Mit den in der rechten Bildhälfte dargestellten Multimetern und elektronischen Lasten wird die Belastung des Ausgangs des Prüflings eingestellt und gemessen. Mit diesen Werten und der Messung der Primärleistungsaufnahme wird dann die Effizienz (Wirkungsgrad) des Netzteils ermittelt und mit dem Grenzwert verglichen.

Um aussagekräftige Prüfergebnisse zu erhalten, ist es vor allem notwendig, die primäre Leistungsaufnahme exakt zu messen.

Dies stellt vor allem bei kleinen Leistungsaufnahmen von kleiner 1 Watt und/oder nichtsinusförmigen Stromaufnahmen eine Herausforderung für die Messtechnik dar.

Messung elektrischer Leistung

Bei der Betrachtung der elektrischen Leistung ist primär nur der Wert interessant, der

a. wirklich genutzt wird und

b. vom Stromkunden zu bezahlen ist.

Die Punkte a und b hängen natürlich direkt zusammen, da kein Kunde für etwas zahlen möchte, was er nicht auch nutzen kann. Die Nutzung elektrischer Energie besteht eigentlich immer darin, sie in eine andere Energieform umzuwandeln (Energie kann nicht verbraucht werden, sondern wird nur umgewandelt). So wird beim Kochen und Heizen beispielsweise elektrische Energie in Wärme (thermische Energie) umgewandelt, bei Motoren wird aus der zugeführten

Tabelle 2:
Anforderungen zur Leistungsaufnahme und zum Wirkungsgrad laut Netzteil-Verordnung

	Leistungsaufnahme	
	Stufe 1	Stufe 2
Betriebszustand	ab 27.04.2010	ab 27.04.2011
Leistungsaufnahme Nulllast	0,5 W	0,3 W (*1)
Durchschnittl. Effizienz (*1)	$0,5 + 0,090 \cdot \ln(P_0)$	$0,622 + 0,063 \cdot \ln(P_0)$

*1: bis 51 W Ausgangsleistung (P₀)

elektrischen Energie hauptsächlich mechanische Energie in Form der drehenden Motorwelle. Für die Wirkung verantwortlich ist dabei nur die zugeführte Wirkenergie. Auch nur diese Energie wird über den in jedem Haushalt installierten Energiezähler gezählt (auch Stromzähler genannt, obwohl er eigentlich Energie misst und aufsummiert).

Der Zusammenhang zwischen Energie und Leistung lässt sich einfach an folgendem Beispiel beschreiben: Wird eine bestimmte (Wirk-)Leistung über einen bestimmten Zeitraum aus dem Versorgungsnetz entnommen, z. B. 100 Watt (W) über die Zeit von 2 Stunden (h), so wurde eine Energie von 200 Wh = 0,2 kWh aus dem Netz entnommen. Oder umgekehrt betrachtet: Leistung ist Energie pro Zeit.

Die Bestimmung der elektrischen Leistung ist von der Theorie recht einfach:

$$P = U \cdot I \tag{1}$$



Bild 1: Prüfaufbau zur Messung des Stand-by-Verbrauchs

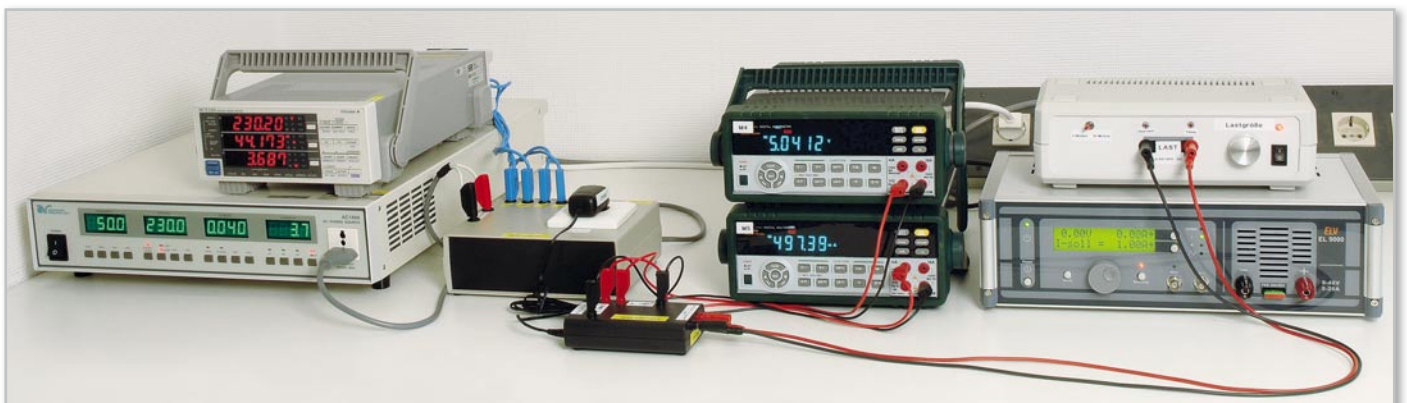


Bild 2: Prüfaufbau zur Messung der Effizienz von Netzteilen

D. h. für die Leistungsbestimmung sind nur Strom und Spannung zu messen – beide Werte miteinander multipliziert ergibt die Leistung. So einfach ist es leider nur bei Gleichstrom. Beim Betrieb am 50-Hz-Netz sind die Grundlagen der Wechselstromtechnik anzuwenden. Die Spannung ist dabei sinusförmig und als zeitabhängige Größe definiert über:

$$u(t) = U_{eff} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot t) \quad (2)$$

In europäischen Netzen ist der Effektivwert dabei mit 230 V $\pm 10\%$ festgelegt, die Frequenz beträgt 50 Hz.

Der sich einstellende Strom ist abhängig vom angeschlossenen Verbraucher. Bei Verbrauchern, die sich wie ohmsche Widerstände verhalten (z. B. Glühlampen, Heizungen), ergibt sich der Strom zu:

$$i(t) = \frac{U_{eff} \cdot \sqrt{2}}{R} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot t) \quad (3a)$$

$$i(t) = I_{eff} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot t) \quad (3b)$$

Wobei R den Widerstand des Verbrauchers darstellt. Misst man sowohl den Strom als auch die Spannung mit einem geeigneten Multimeter, erhält man die Effektivwerte (quadratischer Mittelwert) beider Größen. Multipliziert man Strom und Spannung, erhält man die Leistung, die in diesem Falle – da keine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung vorliegt – auch gleich der Wirkleistung ist.

$$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \quad (4)$$

Hat der Verbraucher neben seinem ohmschen Anteil auch eine kapazitive oder induktive Komponente, kommt es zu einer Phasenverschiebung in der Stromaufnahme.

Wendet man nun die immer noch gültige Formel zur Leistungsberechnung „Leistung = Spannung mal Strom“ an, bezieht diese aber auf jeweilige Momentanwerte von Wech-

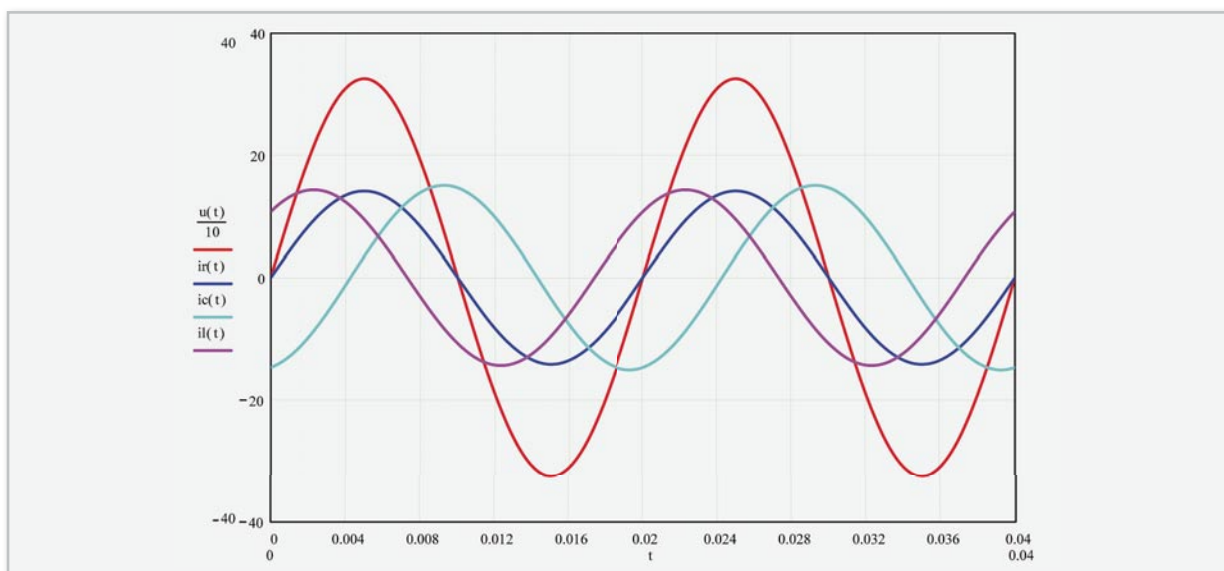


Bild 3: Spannung (rot, 10:1 verkleinert) und Strom bei ohmscher (blau), kapazitiver (cyan) und induktiver Last (magenta) im Zeitbereich

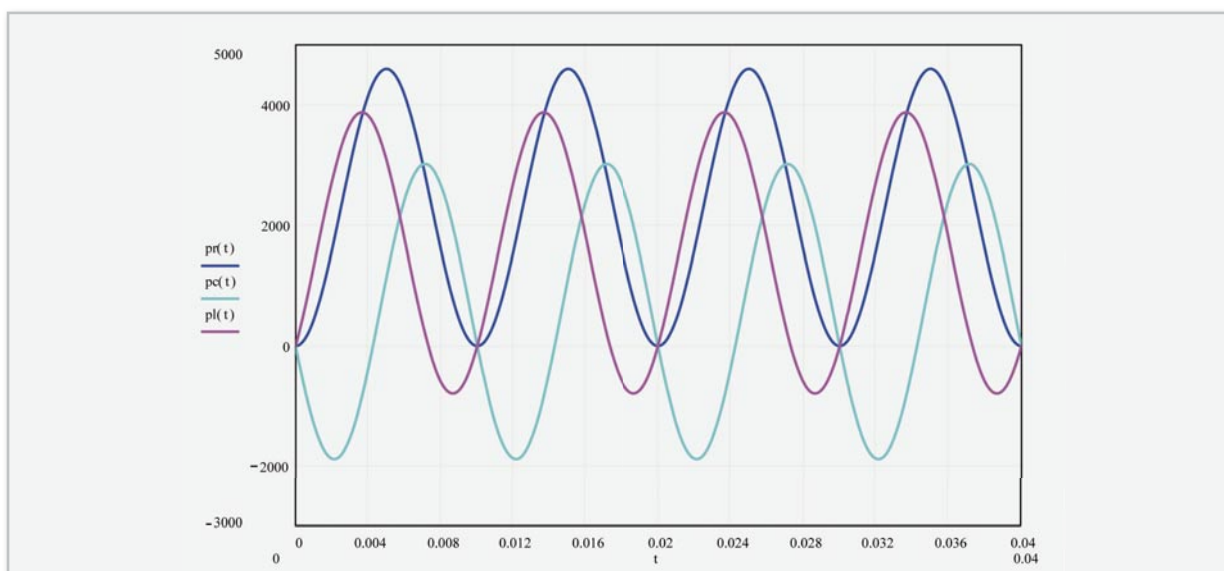


Bild 4: Kurvenform der Momentanleistung bei ohmscher (blau), kapazitiver (cyan) und induktiver Last (magenta)

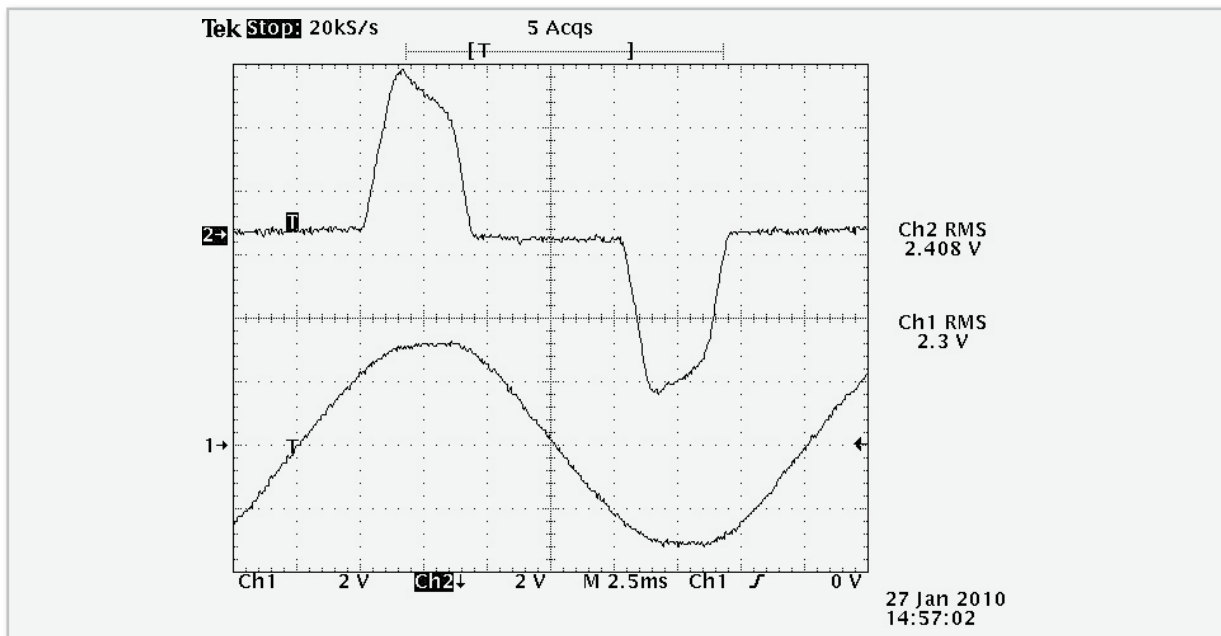


Bild 5: Verlauf von Netzspannung (unten) und Stromaufnahme (oben) bei einer nichtlinearen Last (am Beispiel eines Notebook-Schaltnetzteils)

selbststrom und Wechselspannung, erhält man eine Momentanleistung, die auch einen sinusförmigen Kurvenverlauf bildet. Verdeutlicht wird dies in den Abbildungen 3 und 4. Die Spannung und die zugehörigen Stromaufnahmen in Abbildung 3 sind zwar sinusförmig, aber in der Phaselage zur Spannung verschoben. Der Strom bei kapazitiver Last (cyan) eilt gegenüber der Spannung vor; bei induktiver Last (magenta) eilt der Strom entsprechend nach. Als Vergleichswert zeigt die blaue Linie den Kurvenverlauf bei rein ohmscher Last ohne Phasenverschiebung.

Rechnerisch kommt man zu diesen Leistungsverläufen (Abbildung 4), indem man zu jedem Zeitpunkt die Augenblickswerte von Strom und Spannung bestimmt und diese Werte miteinander multipliziert. Formelmäßig stellt sich die Kurvenform wie folgt dar:

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) \quad (5)$$

Als $u(t)$ und $i(t)$ sind die Gleichungen 2 und 3b einzusetzen. Als Besonderheit der Kurvenverläufe bei kapazitiver und induktiver Last zeigen sich hier negative Leistungsanteile (Abbildung 4: Leistung kapazitive Last (cyan), Leistung induktive Last (magenta)). Dieser Anteil lässt sich nicht zur oben erwähnten Umwandlung in andere Energieformen (Heizen, Motordrehungen) nutzen – er repräsentiert die sogenannte Blindleistung. Als Wirkleistung nutzbar ist nur der sich bei einer linearen Mittelwertbildung über die dargestellte Kurve ergebende Wert. Rein mathematisch ist die Wirkleistung daher über eine Integralbildung definiert:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) \cdot i(t) dt \quad (6)$$

Aus dieser Formel lässt sich dann auch die allseits bekannte Formel zur Wirkleistungsberechnung bei bekannter Phasenverschiebung (φ) zwischen Strom und Spannung herleiten:

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos(\varphi) \quad (7)$$

Vernachlässigt man den Phasenwinkel, ergibt die Multiplikation der Effektivwerte die sogenannte Scheinleistung. Dieser Wert ist recht einfach zu ermitteln, da „nur“ die Effektivwerte von Strom und Spannung zu ermitteln sind. Die durch Multiplikation ermittelte Scheinleistung hat technisch gesehen eigentlich keine Bedeutung, dient aber als Hilfsgröße zur Bestimmung der Wirkleistung: Nach dem Ausmessen der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung kann dann laut obiger Formel die Wirkleistung bestimmt werden.

Diese einfache Methode zur Wirkleistungsmessung funktioniert aber nur, wenn sich auch eine Phasenverschiebung bestimmen lässt – bei nichtlinearen Verbrauchern ist dies nämlich nicht möglich. Ein solches nichtlineare Verhalten zeigen z. B. Dimmer oder auch alle elektronischen Geräte, die in ihrem Netzeingang Gleichrichter und Sieb-Elkos zur Spannungswandlung besitzen. Abbildung 5 zeigt die zwar sinusförmige Netzspannung (unten), aber eine pulsartige Stromaufnahme (oben, Strompuls bei 5 ms und 15 ms nach Triggerung).

Da hier keine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung ermittelt werden kann, ist auch die Leistungsbestimmung nicht einfach möglich. In einem solchen Fall bleibt dann einzig die Messung mit einem speziellen guten Leistungsmesser, der intern die Integrationsformel laut Gleichung 6 anwendet. Alternativ bieten auch moderne Oszilloskope mit mathematischen Zusatzfunktionen die Möglichkeit, eine Leistungsmessung laut Gleichung 6 nachzustellen. Abbildung 6 zeigt eine solche Messung:

- Kanal 1 (1→, unten) zeigt den Spannungsverlauf (Tastkopf 1:100) mit dem unter „Ch1 RMS“ angegebenen Effektivwert von $2,304 \text{ V} \cdot 100 = 230,4 \text{ V}$
- Kanal 2 (2→, Mitte) zeigt den nichtsinusförmigen Stromverlauf (über 10- Ω -Shunt) mit dem unter „CH2 RMS“ angegebenen Effektivwert von $2,419 \text{ V}/10 \Omega = 241,9 \text{ mA}$

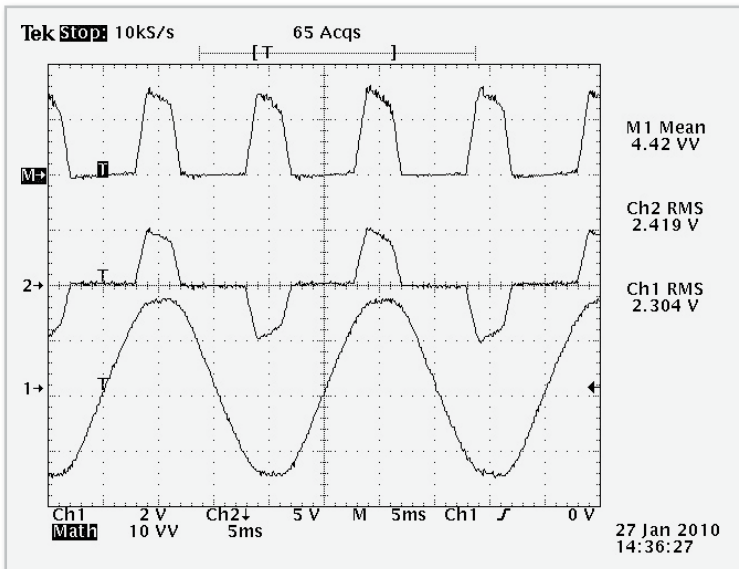


Bild 6: Wirkleistungsmessung mit dem Oszilloskop: Verlauf von Netzspannung (Ch 1, unten), Stromaufnahme (Ch 2, Mitte) und Momentanleistung (M1, oben)

– Der mathematische Kanal (M→, oben) zeigt die Multiplikation beider Kanäle (CH 1 x CH 2) als Verlauf der Momentanleistung laut Gleichung 5. Der zugehörige, unter „M1 Mean“ angegebene Mittelwert von $4,42 \text{ VV} \cdot 100/10 \Omega = 44,2 \text{ W}$ ist der Messwert der Wirkleistung (zum Vergleich: ein professioneller Leistungsmesser zeigte bei dieser Last eine Leistung von $43,2 \text{ W}$ an).

Aber auch viele der als Energiemonitore bekannten Messgeräte im Stecker-Steckdosen-Gehäuse arbeiten intern mittels Integration der Momentanleistung und sind in der Lage, Leistungen zu messen und direkt anzuzeigen.

Leistungsmessung in der Praxis – die Herausforderungen

Das Prinzip der Leistungsmessung stellt in der praktischen Umsetzung keine große Herausforderung dar. Einen Stromwert aufzubereiten und zu messen, einen Spannungswert aufzubereiten und zu messen und anschließend ein paar mathematische Operationen mit diesen Messwerten durchzuführen, sind für einen Analogtechniker und einen versierten Programmierer lösbare Aufgaben.

Die Herausforderung stellt die Genauigkeit in Verbindung mit der Messung kleiner Leistungen dar. Aber genau diese kleinen Leistungen sind dann interessant, wenn es darum geht, den Stand-by-Verbrauch eines Gerätes zu beurteilen. Um beispielsweise ein Gerät hinsichtlich der in den oben beschriebenen Verordnungen genannten Grenzwerten ($0,3 \text{ W}$ bis 1 W) beurteilen zu können, muss das verwendete Messgerät diese Werte auch hinreichend genau messen können.

Um hier die Anforderungen der Stand-by-Verordnung vollständig erfüllen zu können, ist eine Genauigkeit der Leistungsmessung von mindestens 10 mW (@ $P < 10 \text{ W}$) gefordert. Dies entspricht bei 230 V Netzspannung einer Genauigkeit in der Strommessung, die wesentlich besser als $40 \mu\text{A}$ sein muss. Solche Anforderungen erfüllen derzeit nur wenige professionelle Messgeräte, wie z. B. das Yokogawa WT210, das – wie oben bereits beschrieben – auch im Messlabor von ELV im Einsatz ist.

Ein solches hochgenaues Messgerät ist aber nur für professionelle Anwendungen erforderlich. Bei der Beurteilung, ob ein Gerät die Verordnungen einhält oder nicht, kann auch schon die Messung mit einem einfacheren (und kostengünstigeren) Energiemonitor erfolgen. Für den Endverbraucher nützlich sind diese Energiemonitore im Stecker-Steckdosen-Gehäuse, da sie sich durch leichte Installation und einfache Bedienung auszeichnen.

Von den vielen Geräten am Markt, mit einer Preisspanne von $7,95 \text{ EUR}$ beim Discounter bis $80,- \text{ EUR}$ im Fachhandel, sind aber leider nur einige wenige überhaupt brauchbar. Der Großteil der Energiemonitore, so hat eine ELV-interne Studie ergeben, ist nicht in der Lage, Leistungen unter 1 W zu messen. Nahezu alle Geräte beginnen erst zwischen 2 W und 5 W damit, ungefähr glaubhafte Messergebnisse anzuzeigen. Hier trennen sich dann die Wege von Energiemonitoren und guten Energiemonitoren. Einer der wenigen Energiemonitore, der für die Betrachtung von Leistungen kleiner 1 W überhaupt brauchbar ist, ist der ELV Energy Master (Artikelnr. JA-900-13). Mit einer Auflösung von $0,1 \text{ W}$ und einer entsprechenden Messgenauigkeit können hiermit nicht nur gute Messergebnisse bei mittleren und hohen Lasten ermittelt werden, sondern es kann insbesondere auch im Bereich ab $0,1 \text{ W}$ gemessen werden. Damit können dann recht zuverlässig z. B. grobe Grenzwertüberschreitungen von Verbrauchern ermittelt werden, wo viele andere Energiemonitore versagen, die erst ab einigen Watt brauchbare Messergebnisse zu liefern in der Lage sind.

Für genauere Messungen sind Energiemonitore aber prinzipbedingt nicht geeignet. D. h. Gerätehersteller, interessierte Konsumenten oder auch die Marktüberwachungsbehörden, die den Geräteherstellern hinsichtlich des Stand-by-Verbrauchs „auf den Zahn fühlen“ wollen, benötigen mindestens eine um Faktor 10 bessere Auflösung in der Leistungsmessung (10 mW oder besser).

Der im weiteren Verlauf der Artikelserie vorgestellte ELV Energie Analyzer EA 8000 erfüllt diese Anforderungen in hervorragender Weise: Aufgrund der hohen Messgenauigkeit und des günstigen Preises ist das ELV EA 8000 prädestiniert für Pre-compliance-Messung gemäß allen Verordnungen (Stand-by-VO, Externe-Netzteile-VO usw.) der EuP-Richtlinie.

Im nächsten Teil dieses Artikels erfolgt dann die genaue Beschreibung des ELV Energie Analyzer. **ELV**

Anmerkung 1: Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates

Anmerkung 2: Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission vom 17. Dezember 2008 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand

Anmerkung 3: Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb.