



Energiekosten-Messgerät Energy Master als ARR-Bausatz

Mit dem Energy Master sind sehr präzise Energie-Verbrauchsmessungen ab 0,1 W Anschlussleistung möglich, d. h. unabhängig von der Form der Stromaufnahme können die Leistungsaufnahmen von Stand-by-Verbrauchern ermittelt werden. Neben der äußerst hohen Messgenauigkeit über den gesamten Messbereich von 0,1 W bis 3680 W lässt auch der zur Verfügung stehende Funktionsumfang keine Wünsche offen.

Allgemeines

Nun steht – neben dem bereits verfügbaren Fertiggerät – der Energy Master auch in Form eines ARR-Bausatzes (Almost Ready to Run) zur Verfügung. Beim ARR-Bausatz werden nahezu vollständig bestückte und abgeglichene Leiterplatten geliefert, so dass vom Endanwender im Grunde genommen nur noch der Einbau ins Gehäuse erforderlich ist.

Energie-Messgeräte gibt es viele am Markt, doch nur wenige können im besonders wichtigen Bereich der Stand-by-Verbraucher, d. h. im Bereich geringer Leistungsaufnahmen, wirklich genau messen. Die wirklichen „Energiefresser“ im Haushalt sind aber gerade die Stand-by-Verbraucher und Geräte mit geringer Leistungsaufnahme, die rund um die Uhr in Betrieb sind. Kurzzeitig betriebene Geräte mit hoher Leistungsaufnahme fallen oft kaum ins Gewicht.

Billige Energie-Messgeräte unterscheiden zwar grundsätzlich zwischen Wirk- und Blindleistung, kommen aber nicht zurecht mit impulsförmigen Stromaufnahmen (z. B. moderne elektronische Steckernetzger-

räte oder TV-Netzteile). Häufig wird dann im Bereich kleiner Leistungen ein erheblicher Scheinleistungsanteil als Wirkleistung gewertet und somit ein zu hoher Energieverbrauch angezeigt. Extreme Abweichungen von der tatsächlichen Leistungsaufnahme sind dann die Folge (z. B. bei 0,1 W tatsächlicher Leistungsaufnahme eine Anzeige von 15 W).

Aufgrund der steigenden gesetzlichen Anforderungen bezüglich des Energieverbrauchs wird die Anzahl der Geräte mit impulsförmigen Stromaufnahmen im Haushalt immer weiter steigen und die Einsatzmöglichkeiten für einfache Energie-Messgeräte immer geringer.

Da auch die einfachsten Geräte meistens eine Auflösung von 0,1 W bieten, darf man Auflösung nicht mit Messgenauigkeit verwechseln. Was nützt eine entsprechende Auflösung, wenn die Genauigkeit, insbesondere an der unteren Messbereichsgrenze, nicht annäherungsweise ausreicht?

Für die Kostenberechnungen lassen sich beim Energy Master drei verschiedene Tarife im Bereich von

0,01 Euro-Cent bis € 4,00 je kWh einstellen. Es ist werkseitig jeweils ein Preis von € 0,21 je Kilowattstunde (kWh) eingestellt, und für Kostenanalysen können dann verschiedene Verbrauchspreise je Kilowattstunde hinterlegt werden, auf deren Basis dann Hochrechnungen und Analysen möglich sind.

Bei Kostenanalysen zeigt das Gerät den über die Messzeit aufsummierten Energieverbrauch (in Wh bzw. kWh) umgerechnet in Euro (€) an, und alternativ zu den Kosten ist der über die Messzeit aufsummierte CO₂-Ausstoß anzeigbar. Alle aufsummierten Messwerte können für bis zu 10 unterschiedliche Verbraucher gespeichert und später einfach verglichen werden.

Auch in puncto Eigenverbrauch setzt der Energy Master mit <0,3 W Maßstäbe, während einige Geräte am Markt eher einen zusätzlichen „Energiefresser“ darstellen.

Neben der Messgenauigkeit bietet der Energy Master sehr umfangreiche Funktionen und Messmöglichkeiten wie Energiekosten-Berechnungen und Prognosen, 10 Verbraucher-Speicherplätze, Datensicherung bei Netzausfall und die Möglichkeit, den entsprechenden CO₂-Ausstoß zum erfassten Energieverbrauch anzuzeigen. Nach dem Herausnehmen aus der Steckdose kann das Gerät noch 30 Min. bedient und abgelesen werden.

Folgende Messmöglichkeiten stehen grundsätzlich zur Verfügung:

Wirkleistung (W), Blindleistung (VAR), Scheinleistung (VA), Energieverbrauch (Wh, kWh), Leistungsfaktor (PF), Spannung (V), Strom (A), Messzeit (Std., Min.), Frequenz (Hz), Kosten (€), CO₂-Ausstoß (g/kg CO₂)

Für die nachfolgenden Zeiträume können Prognosen erstellt werden:

- Tag, Woche, Monat, Jahr
- Anzeige von Min./Max.-Werten für: Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, Spannung, Strom, Leistungsfaktor

Wie bereits erwähnt, kann das Gerät Verbrauchswerte für bis zu 10 unterschiedliche Verbraucher spei-

chern und die Daten können auch individuell für jeden Verbraucher einzeln gelöscht werden. Über Symboltasten erfolgt eine sehr einfache und übersichtliche Bedienung des Gerätes, und ein beleuchtetes Display rundet den Funktionsumfang ab.

Die Schaltung des Energy Masters basiert auf dem gleichen Konzept wie der in „ELVJournal“ 3 und 4/2010 vorgestellte Energy Analyzer, wobei allerdings nur 1 Messbereich von 0,1 W bis 3680 W zur Verfügung steht. Es kommt ein Energie-Messchip aus der gleichen „Familie“ mit identischen Funktionen, jedoch kleinerem Programmspeicher zum Einsatz.

Bedienung

Zur einfachen und übersichtlichen Bedienung des Energy Masters stehen 5 Symboltasten zur Verfügung, wobei die erste Tastenbetätigung grundsätzlich die Display-Beleuchtung aktiviert und Tastenaktionen nur bei aktiver Displaybeleuchtung ausgeführt werden. Durch die sehr enge „Verwandtschaft“ mit dem Energy Analyzer EA 8000 sind die Bedienfunktionen weitestgehend vergleichbar.

Zur Inbetriebnahme ist der Energy Master einfach in die Netz-Steckdose zu stecken und der zu messende Verbraucher an die Steckdose des Energy Masters anzuschließen. Sofort nach der Inbetriebnahme beginnt das Gerät automatisch den Energieverbrauch des angeschlossenen Verbrauchers zu messen.

Damit Kostenprognosen auf Basis der tatsächlichen Energiekosten erfolgen können, muss zuerst eine Konfiguration erfolgen, d. h. die individuellen Stromtarife sind einzustellen. Den aktuellen Strompreis können Sie Ihrer Stromkostenabrechnung entnehmen oder über die Internetseite des Energieversorgers in Erfahrung bringen.

Stromtarife einstellen

Damit der Energy Master Berechnungen auf der Basis von verschiedenen Stromtarifen durchführen kann, sind diese einzustellen und unter dem gewünschten Tarif (1 bis 3) abzuspeichern. Meistens wird jedoch

Messfunktionen:

Wirkleistung (W)
Blindleistung (VAR)
Scheinleistung (VA)
Energieverbrauch (Wh, kWh)
Leistungsfaktor (PF)
Spannung (V)
Strom (A)
Messzeit (Std., Min.)
Frequenz (Hz)
Min./Max.-Werte
Kosten (€)
CO₂-Ausstoß (g/kg CO₂)
Prognosen (Tag, Woche, Monat, Jahr)

Messbereiche:

Leistung: 0–3680 W
Strom: 0–16 A
Spannung: 200–255 V

Messgenauigkeit:

Leistung:	0,1–10 W	1,0 %, ±1 Digit
	10–100 W	1,0 %, ±1 Digit
	100–3680 W	1,5 %, ±3 Digit
Strom:		1,0 %, ±1 Digit
Spannung:		0,5 %, ±3 Digit

Messauflösung:

Leistung:	0,1 W
Strom:	1 mA
Spannung:	0,1 V

Besonderheiten:

3 verschiedene Tarife einstellbar
10 Verbraucher-Speicherplätze
Display-Hinterleuchtung
Ablesbarkeit bei Netztrennung bis zu 30 Min.
Bedienung bei Netztrennung bis zu 30 Min.
Eigenverbrauch <0,3 W

nur ein Tarif benötigt, wobei der Einstellbereich von 0,01 Euro-Cent bis € 4,00 zur Verfügung steht. Werkseitig ist jeweils ein Preis von € 0,21 je Kilowattstunde (kWh) hinterlegt. Zur Eingabe der Kosten je kWh ist im ersten Schritt der gewünschte Tarif (1 bis 3) mit der Taste **€** auszuwählen.

Um den ausgewählten Tarif zu ändern, ist die Taste **€** länger als 4 Sekunden gedrückt zu halten, bis der aktuell eingestellte Euro-Wert je Kilowattstunde erscheint. Mit Hilfe der Tasten **+** und **-** kann der gewünschte Cent-Betrag dann mit zwei Stellen hinter dem Komma vorgegeben werden. Mit einer kurzen Betätigung der Taste **€** wird die neue Tarifeinstellung im letzten Einstellschritt abgespeichert.

Kohlendioxid-Ausstoß einstellen

Der Energy Master kann ausrechnen und anzeigen, wie viel CO₂ aufgrund des gemessenen Stromverbrauchs ausgestoßen wurde. Der CO₂-Ausstoß je Kilowattstunde ist je nach Energieversorger und Vertragswahl unterschiedlich. Der aktuelle Wert in Gramm CO₂ je Kilowattstunde ist beim Energieversorger in Erfahrung zu bringen, z. B. über dessen Internetseite. Voreingestellt ist ein Wert von 500 g/kWh, und zum Einstellen eines neuen CO₂-Wertes ist zuerst mit der Taste **CO₂** die CO₂-Anzeige aufzurufen.

Danach ist die Taste **CO₂** so lange gedrückt zu halten (>4 Sek.), bis der aktuell eingestellte Wert in Gramm je Kilowattstunde im Display erscheint. Der gewünschte Wert wird danach mit den Tasten **+** und **-** vorgegeben, wobei ein Einstellbereich von 0 g/kWh bis 9999 g/kWh zur Verfügung steht. Das Abspeichern der neuen Einstellung erfolgt mit einem erneuten kurzen Tastendruck der Taste **CO₂**.

Verbraucher (Speicherplätze)

Wie der EA 8000 hat auch der Energy Master insgesamt 10 Speicherplätze für unterschiedliche Verbraucher. So können z. B. zu überprüfende Geräte nacheinander gemessen und später die Verbrauchswerte und die entsprechenden Prognosen verglichen werden.

Die gemessenen Daten bleiben auch nach der Trennung vom Stromnetz dauerhaft im Gerät gespeichert. Nach Auswahl eines Speicherplatzes werden die gemessenen Verbrauchswerte aufsummiert und auf diesem Speicherplatz gespeichert. Der Inhalt jedes Speicherplatzes kann im Bedarfsfall auch einzeln gelöscht werden.

Nach dem Wechsel eines Verbrauchers/Speicherplatzes mit Hilfe der Tasten **-** und **+** wird dieser sofort im Display angezeigt, allerdings blinkt das Wort „Verbraucher“ noch für 6 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden keine Daten auf diese Speicherposition geschrieben. Somit wird vermieden, dass bei Fehlbedienung die Daten eines Speicherplatzes ungewollt verändert werden. Zudem kann man so bei Prognosen verschiedene Speicherplätze miteinander vergleichen, ohne Daten zu überschreiben, vorausgesetzt der Speicherplatz wird innerhalb von 6 Sekunden erneut gewechselt.

Verbraucher/Speicherplatz wählen/wechseln

Das Wechseln der Verbraucher/Speicherplätze wird mit den **+**- und **-**-Tasten unterhalb des Displays vor-

genommen, wobei zwischen den Verbraucher-Positionen 1 bis 10 gewechselt werden kann.

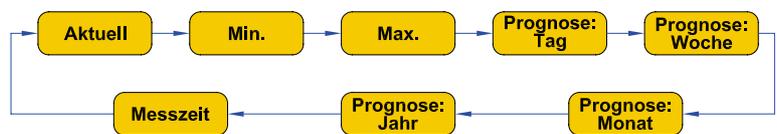
Verbraucher-/Speicherplatz-Daten löschen

Zum Löschen der Daten eines Speicherplatzes ist mit den **+**- und **-**-Tasten zuerst der zu löschende Verbraucher/Speicherplatz auszuwählen. Mit einem langen Tastendruck der Taste **☒** (>4 Sek.) werden die gespeicherten Messwerte dieses Verbrauchers (Speicherplatzes) gelöscht und zur Bestätigung kurz das Speichersymbol im Display angezeigt.

Gelöschte Daten sind unwiderruflich verloren und können nicht wiederhergestellt werden. Das Löschen umfasst alle Daten vom Verbrauch in Kilowattstunden über die Messzeit bis hin zu den einzelnen Messwerten Spannung, Strom, Prognose usw.

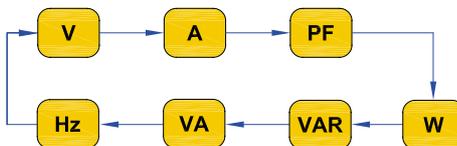
Anzeige-Modus

Die Auswahl des Anzeige-Modus erfolgt mit Hilfe der Toggle-Taste **☒**, wobei mit jeder Tastenbetätigung eine Anzeigefunktion weiter geschaltet wird. Beim Energy Master stehen die folgenden Anzeigen zur Verfügung:



Anzeige-Modus „Aktuell“, „Min.“, „Max.“

Die Auswahl der Messfunktion erfolgt mit Hilfe der Toggle-Taste **☒**. In den Anzeige-Modi „Aktuell“, „Min.“ und „Max.“ können nacheinander die folgenden Messfunktionen aufgerufen werden:



Die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes/Verbrauchers erfolgt dabei mit den Tasten **+** und **-**.

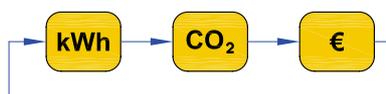
Der Modus Minimum (Min.) oder Maximum (Max.) gibt den niedrigsten bzw. höchsten gemessenen Wert während des Messzeitraums für einen Verbraucher/Speicherplatz wieder. Für die folgenden Messfunktionen werden Min./Max.-Werte ermittelt:

Spannung (V), Strom (A), Leistungsfaktor (PF), Frequenz (Hz), Wirkleistung (W), Blindleistung (VAR) und Scheinleistung (VA)

Anzeige-Modus „Prognose“ (Tag, Woche, Monat, Jahr)

Wenn auf Basis der aktuellen Verbrauchswerte Prognosen erstellt werden sollen, hochgerechnet auf den Tag, die Woche, den Monat oder das Jahr, ist die Prognose für den gewünschten Zeitraum mit der Taste **☒** auszuwählen. Unter Berücksichtigung des aktuell ausgewählten Tarifs werden dann auf Basis der bisher aufsummierten Messwerte Hochrechnungen für den aktuell ausgewählten Prognose-Zeitraum erstellt. Mit der Taste **☒** ist auszuwählen, ob eine entsprechende Prognose für den Energieverbrauch, den CO₂-Ausstoß oder die Kosten angezeigt werden soll. Die Kosten sind bis max. € 9999 anzuzeigen. Darüber hinaus erfolgt ein Überlauf mit der Anzeige „- - - €“.

Die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes/Verbrauchers erfolgt mit den Tasten **+** und **-**.



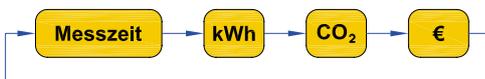
Tarife wechseln

Die Grundlage für Prognose-Berechnungen ist immer der aktuell ausgewählte Tarif. Wie eingangs beschrieben, können drei unterschiedliche Tarife gespeichert werden, die im Prognose-Modus mit der Taste  als Berechnungsgrundlage aufzurufen sind.



Anzeige-Modus „Messzeit“

Der Anzeige-Modus „Messzeit“ ist mit der Taste  auszuwählen und es erfolgt die Anzeige des Verbrauchs für den bisher gemessenen Zeitraum. In diesem Anzeige-Modus können dann mit der Taste  die folgenden Anzeigeoptionen aufgerufen werden:



Neben der Messzeit in Stunden und Minuten sind der aufsummierte Energieverbrauch in Wh bzw. kWh, der CO₂-Ausstoß in g oder kg CO₂ und die über die Messzeit auf den ausgewählten Tarif bezogenen aufsummierten Kosten in Euro anzuzeigen.

Die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes/Verbrauchers erfolgt auch hier mit den Tasten  und .

Kostenanzeige

Je nachdem, welcher Anzeige-Modus zuvor aktiv war, springt bei einer Betätigung der Taste  die Anzeige zur Kostenprognose für den gewählten Prognose-Zeitraum (wenn zuvor eine Prognose dargestellt wurde) oder zu den aufsummierten Kosten der Messzeit (bei jedem anderen Modus). Durch weitere Tastenbetätigungen der Taste  werden die abgespeicherten Tarife durchgeschaltet und somit gewechselt.

Alle Messdaten löschen

Die Messdaten für alle Verbraucher bzw. Speicherplätze (1–10) des Energy Masters können gleichzeitig gelöscht werden. Zum Löschen sind die Taste  und die Taste  gleichzeitig zu betätigen und länger als 4 Sekunden gedrückt zu halten.

Nach 4 Sekunden werden alle gemessenen Daten des Gerätes gelöscht, wobei die Einstellungen (z. B. Tarife) im Gerät erhalten bleiben. Zur Bestätigung erscheint kurz das Speichersymbol im Display.

Gelöschte Daten gehen unwiderruflich verloren und lassen sich nicht wiederherstellen.

Werkseinstellungen wiederherstellen

Die Werkseinstellungen des Gerätes können wiederhergestellt werden. Dabei werden alle gespeicherten Daten gelöscht und auch die vorgenommenen Einstellungen zurückgesetzt.

Zum Zurücksetzen in den Auslieferungszustand sind die Tasten ,  und  gleichzeitig zu betätigen und länger als 4 Sekunden gedrückt zu halten.

Danach erscheint als Sicherheitsabfrage „- - -“ im Display. Zum endgültigen Zurücksetzen in den Auslieferungszustand sind erneut die drei Tasten (, , ) gleichzeitig zu betätigen und länger als 4 Sekunden gedrückt zu halten.

Nach 30 Sekunden wird der Reset-Modus automatisch verlassen. Zum sofortigen Verlassen kann auch die Taste  oder  betätigt werden.

Die gelöschten Daten gehen unwiderruflich verloren und lassen sich nicht wiederherstellen.

Blockschaltbild des Energie-Messchips

Zur Messwerterfassung und Auswertung kommt beim Energy Master ein Energie-Messchip aus der gleichen Familie wie beim Energy Analyzer zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ein sehr komplexes ASIC, welches für den Einsatz in elektronischen Haushaltszählern (Smart Metern) konzipiert wurde und somit über eine sehr hohe Genauigkeit verfügt. Lediglich die Größe des Programmspeichers ist kleiner als beim Energy Analyzer.

Für die Messwerterfassung von Strom und Spannung ist ein 22-Bit-Delta-Sigma-ADC integriert, der über einen Eingangsmultiplexer die entsprechenden Eingangsgrößen erfasst. Insgesamt können über den Multiplexer 4 voneinander unabhängige externe Eingangsgrößen abgefragt werden, wovon in unserem Fall aber nur zwei erforderlich sind (die Erfassung der Netzspannung und eines zum Laststrom proportionalen Spannungsabfalls am Strom-Shunt). Des Weiteren werden die Batteriespannung (beim Energy Master die Pufferung mit einem Goldcap) und die Temperatur über diesen Eingangsmultiplexer erfasst.

Die hohe Auflösung und Genauigkeit des ADCs (22 Bit) stellt natürlich auch entsprechende Anforderungen an das Leiterplattendesign und die Signalführung vom Mess-Shunt zum Eingangsmultiplexer des A/D-Wandlers. Die über den gesamten Leistungsbereich von 0,1 W bis 3680 W am Strom-Shunt zu er-

Beleuchtetes und übersichtliches Display:



Aktuelle Leistungsaufnahme in Watt



Jahresausstoßmenge in kg/CO₂



Kostenprognose pro Tag in Euro



Jahresverbrauchsprognose in kWh

