



Wer den Energieverbrauch in Haus oder Wohnung dauerhaft im Blick haben will, dem helfen Energiezähler für die 35-mm-Schiene. Es gibt sie in sehr unterschiedlicher Ausprägung. Wir haben uns sechs Exemplare von simpel bis redselig angesehen.

Von Georg Schnurer

Um mal eben schnell den Energieverbrauch einzelner Geräte zu messen, eignen sich Zwischenstecker, die wir bereits mehrfach in c't getestet und vorgestellt haben, zuletzt in [1]. Sie helfen, besonders durstige Exemplare zu identifizieren. Will man hingegen wissen, wie viel elektrische Energie in Bastelwerkstatt, Küche oder andere Räume fließt, schlägt die Stunde der hier vorgestellten Zwischenzähler. Sie kommen in den Verteilerkasten und erfassen als private Messstelle die Energie, die einzeln abgesicherte Bereiche von Haus oder Wohnung verbrauchen.

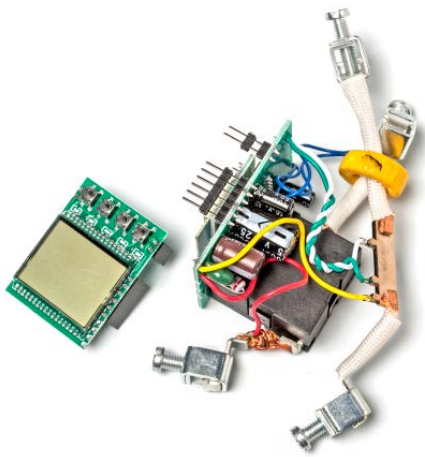
Wie detailliert das klappt, hängt von der Verkabelung ab: In modernen Gebäuden gibt es oft für jeden Raum eine eigene Sicherung. Ganz komfortable Installationen trennen auch noch für jeden Raum den Lichtstromkreis von dem für Steckdosen – bei einem Kurzschluss durch ein defektes Gerät in der Steckdose steht man dann nicht sofort im Dunkeln. Hinzu kommen mitunter einzeln abgesicherte Stromkreise für Backofen, Waschmaschine und andere Großverbraucher. Jeden dieser Stromkreise kann man theoretisch mit einem eigenen Zwischenzähler ausstatten. Was in der eigenen Behausung möglich ist, verrät ein Blick in den Zählerkasten: Finden sich dort nur ein oder zwei Sicherungen, lohnen Zwischenzähler kaum. Den Gesamtverbrauch erfasst ja schon der Zähler des Energieversorgers. Je mehr einzeln abgesicherte Stromkreise im Zählerschrank zusammenlaufen, umso detaillierter können Sie die Energieverteilung in Haus oder Wohnung erfassen.

Eine weitere Voraussetzung für den Einbau privater Zwischenzähler ist das Platzangebot im Verteilerkasten. Moderne Zwischenzähler sitzen auf 35-Millimeter-Schienen (Hutschienen) und nehmen je nach Ausprägung unterschiedlich viel Einbaubreite in Anspruch. Einfache einpha-

Bild: Andreas Martini

Zählknechte

Zwischenzähler zum Messen des Energieverbrauchs im Sicherungskasten



Kabelverhu: Das Innenleben des Ketotek-Zählers wirkt unaufgeräumt. Mit der gelben Spule, die sich um die weißen Leitungen windet, erfasst das Gerät Fehlerströme.

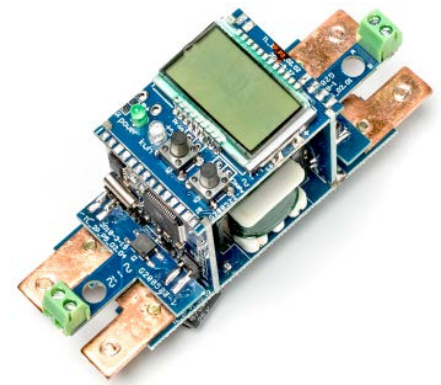
sige Modelle kommen mit 32 bis 35 Millimeter aus; das ist beinahe doppelt so viel Platz, wie eine normale Automatiksicherung (18 Millimeter, eine Teilungseinheit, TE) beansprucht. Es gibt aber auch einphasige Zwischenzähler mit großem Display, die stolze 75 Millimeter breit sind. Dreiphasige Zwischenzähler für Elektroherde oder größere Maschinen sind zwischen 72 und 76 Millimeter breit – mehr als ein dreiphasiger Sicherungsblock (54 Millimeter, 3 TE).

Ist im Verteilerschrank genug Platz für einen Zwischenzähler, bleibt die Frage, für welche Stromkreise sich solch ein Zähler überhaupt lohnt. Für Abrechnungszwecke eignen sich die üblicherweise angebotenen privaten Zwischenzähler nicht, da sie in der Regel nicht geeicht sind. Natürlich kann es spannend sein, jeden Raum im Haus mit einem eigenen Zähler zu bestücken. Doch weder gibt es in den meisten Verteilern so viel Platz, noch bietet das einen nennenswerten Erkenntnisgewinn. Klar, in einer Wohngemeinschaft oder einer Familie könnte man so jedem einzelnen Mitbewohner auf die Finger schauen, ob das aber wirklich zum Energiesparen beiträgt, oder nicht den Hausfrieden gefährdet, muss jeder selbst entscheiden.

Spannender ist es da schon, etwa die Hobbywerkstatt mit einem Zähler auszustatten. Je nach Verkabelung ist das mehr oder weniger aufwendig. In meinem Zuhause zum Beispiel führen in den Hobbyraum mehrere Stromkreise: Das Licht ist separat abgesichert, ebenso die Stromkreise für die Steckdosen, den Server-

schrank und den Drehstromanschluss für die Fräse und die Metallbandsäge. Natürlich könnte ich jetzt drei Wechselstromzwischenzähler und zwei Drehstromzwischenzähler installieren, um jeden Stromkreis einzeln zu erfassen. Besonders sinnvoll ist das aber nicht. Der Energieverbrauch des ständig laufenden Servers ist durchaus interessant, doch um den zu messen, reicht ein Zwischenzähler direkt im 19"-Rack.

Der verbleibende Energieverbrauch der Werkstatt ist weniger aus Energiespargründen denn aus akademischer Sicht interessant, da keine der großen Maschinen wirklich stunden- oder gar tagelang läuft. Es reicht aus, die Werkstatt mit einem einzelnen Drehstrom-Zwischenzähler vor den Einzelsicherungen des Raumes zu versehen. Das erfordert allerdings einigen Umbau-Aufwand, denn üblicherweise klemmen die Sicherungen in modernen Verteilern auf der Primärseite an dreiphasigen Verteilerschienen. Diese Verbindung muss also geändert werden, damit der Zwischenzähler alle Stromkreise, die in den Hobbyraum führen, erfassen kann. Beim Zwischenzähler muss es sich um ein Drehstrommodell handeln, dessen maximale Belastbarkeit oberhalb der Summe der dahinterliegenden Stromkreise liegt. Bei mir sind sowohl die Wechselstromkreise (Licht und Steckdosen) als auch der Drehstromkreis (Fräse, Metall-



Schöner: Das Modell DDS529MR von Sinotimer glänzt mit solidem Aufbau in Form von miteinander verlöteten Platinen.

bandsäge) mit jeweils 16 Ampere (A) abgesichert. Rechnerisch kommen da 80 A zusammen. Auch wenn dieser Wert in der Praxis nie erreicht werden dürfte, sollte der Zwischenzähler passend ausgelegt und natürlich auch verdrahtet werden.

Für welche Belastung ein Zwischenzähler ausgelegt ist, steht üblicherweise auf den Geräten – allerdings in etwas kryptischer Schreibweise. An den beiden von uns getesteten Drehstromzählermodellen findet sich die Angabe „0,5-10(80)A“. Der Maximalstrom, der durch die Geräte fließen darf, beträgt also 80 A, der Lastbe-

Nur für Fachleute

Arbeiten im Zähler- oder Verteilerkasten sind nichts für elektrische Laien! Ein Griff an die falsche Stelle kann schnell zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen. Im Verteiler es gibt Bereiche vor den Sicherungen, die dauerhaft unter Spannung stehen. Komplettspannungsfreischalten lässt sich ein Verteilerkasten nur, wenn es in einem übergeordneten Verteiler noch eine zugehörige und zugängliche Hauptsicherung gibt. Das ist in den wenigsten Installationen der Fall. Meist liegt die entsprechende Vorsicherung im Hausanschlusskasten, und der ist aus gutem Grunde vom Energieversorger verplombt. Die dort verbauten Panzersicherungen lassen sich zudem nur mit einem Spezialwerkzeug sicher entfernen.

Wer einen privaten Zwischenzähler nutzen möchte, muss den Einbau einer

geschulten Elektrofachkraft überlassen. Schließlich besteht neben der Gefahr eines elektrischen Schlags auch noch das Risiko, durch falsche Verdrahtung im Verteiler größeren Schaden anzurichten. Und Obacht: Nur wer einen einschlägigen Berufsabschluss oder einen Abschluss als Elektroingenieur nachweisen kann, ist laut DIN VDE 0105-100 eine Elektrofachkraft. Ohne formale Qualifikation ist demnach jeder ein elektrotechnischer Laie und hat im Verteilerkasten nichts zu suchen. Wer eigenmächtig im Zählerkasten rumfummelt, haftet mit seinem Privatvermögen, wenn anschließend die Wohnung in Flammen aufgeht. Profis haben dafür eine Berufshaftpflichtversicherung. Mehr zu den Gefahren durch elektrischen Strom haben wir in [2] zusammengetragen.

Test & Beratung | Private Energiezähler für den Zählerschrank



Earu DDS662

Das einfachste Energiemessgerät in diesem Test ist das Modell DDS662 des chinesischen Herstellers Earu. Es wird auf Aliexpress und anderen Handelsplattformen für Preise um die fünf Euro angeboten. Inklusive Zoll und Versand kostet das Gerät gut 10 Euro. Der Zähler zeigt Spannung, Strom, Leistung und Energie an.

Zum Lieferumfang des kleinen Kästchens gehören vier Stopfen für die Löcher der Anschlusschrauben und eine englischsprachige Bedienungsanleitung. Gefahr: Die dort angegebene Anschlussbelegung stimmt nicht. Der Sitz auf der 35-mm-Hutschiene ist trotz Verriegelung sehr locker – das DDS662 lässt sich ohne Kraftaufwand verschieben.

Intern besteht das Gerät aus zwei aufeinandergesteckten Platinen. Die untere trägt das Einfachst-Netzteil (Powerfaktor 0,067). Die Spannung wird über einen Teiler und einen Optokoppler abgegriffen. Den Strom übersetzt ein in die L-Leitung integrierter Shunt in eine Spannung. Beide Signale verarbeitet der auf der zweiten Platine sitzende Controller (V9401).

Das DDS662 zeigt die gesamte umgesetzte Energie, die momentane Wirkleistung sowie Strom und Spannung an. Bis zu einer Last von 4 Watt bleibt die Anzeige auf „0 Watt“, darüber nähert sie sich langsam der real anliegenden Last. Ab etwa 50 Watt wird die Anzeige präzise.

- ↑ günstig
 - ↑ gute Genauigkeit ab etwa 50 Watt
 - ↓ Fehler in der Bedienungsanleitung
 - ↓ wackeliger Sitz auf der Hutschiene
- Preis: 10 Euro



Ketotek KTEM07 WiFi

Beim Ketotek KTEM07 handelt es sich um einen Schalt-Aktor für das Tuya-Smart-Home-System für 37 (Aliexpress) bis 55 Euro (Amazon).

Die Smart Living App von Volcano Tech schaltet den am Gerät angeschlossenen Stromkreis wahlweise ein oder aus. Darüber hinaus bietet das KTEM07 eine Fehlerstrom-Überwachung. Fließt der Strom nicht zwischen L und N, wird das erkannt und das Gerät schaltet bei einem einstellbaren Fehlerstrom, Über- oder Unterspannung und Überstrom ab. Als Sicherungs- oder FI-Ersatz ist es nicht zu gebrauchen, dafür ist es nicht flink genug.

Über die App sind Spannung, Strom, Leistung, Fehlerstrom und Gesamtenergie auslesbar. Ausgerechnet die aktuelle Leistung zeigt das Gerät aber lokal nicht an. Generell weichen die Messwerte in der App etwas von den Werten auf dem Display ab. Für die Genauigkeitsermittlung haben wir uns auf die App gestützt.

Nach dem Anschließen des Geräts ist der Ausgang abgeschaltet. Es folgt ein 30-Sekunden-Countdown, dann schaltet es ein. Das KTEM07 sitzt recht locker auf der Hutschiene.

Ab einer Last von etwas über zwei Watt gibt das Gerät Werte aus, aber mit geringer Genauigkeit: Nur zwischen 10 und 100 Watt lieferte das KTEM07 halbwegs passende Ergebnisse. Oberhalb von 100 Watt ließ die Genauigkeit signifikant nach.

- ↑ viele zusätzliche Funktionen
 - ↓ fliegender Aufbau im Geräteinneren
 - ↓ sehr ungenau bei größeren Lasten
 - ↓ wackeliger Sitz auf der Hutschiene
- Preis: ab 37 Euro



Atorch AT4PW

Das AT4PW wird in einer Bluetooth- und einer WLAN-Version angeboten. Wir entschieden uns für das WLAN-Modell, das als einphasiges Energiemessgerät mit 75 Millimeter Breite viel Platz im Verteilerkasten einnimmt. Dafür hat es ein großes buntes Display. Beim Start bootet das Gerät wie ein PC – es laufen Statusmeldungen durch, danach ist es betriebsbereit und schaltet die Phase durch. Wie das Modell von Ketotek nutzt auch das AT4PW intern das Tuya-IoT-Modul CB3S. Der Energiemonitor-Chip BL0942 von Shanghai Belling erfasst Strom, Spannung und Frequenz. Die Auswertung übernimmt ein RISC-V-Chip (CH573F).

Nach der Inbetriebnahme tanzten die angezeigten Werte wild durcheinander. Die App zeigte an, dass es Updates für das Gerät gab, die wir in zwei Schritten einspielten. Das dauerte auch bei guter WLAN-Verbindung mehrere Stunden und brachte eine leichte Beruhigung der angezeigten Werte. Wirklich stabil ablesbar waren diese aber nicht, also nutzten wir für unseren Test die stabileren Werte aus der App.

Unter den einphasigen Zählern war das AT4PW das einzige Modell, das auch bei einer Last von knapp über einem Watt schon einen Messwert anzeigte. Insgesamt war die Genauigkeit im niedrigsten Lastbereich (1–9 Watt) mit einer mittleren Abweichung von –10 Prozent recht gut. Im mittleren Lastbereich (10–90 Watt) lag die Abweichung bei gut einem Prozent.

- ↑ viele Funktionen
 - ↑ großes Farbdisplay
 - ↓ Genauigkeit bei mittlerer Last
 - ↓ Display-Werte schwanken stark
- Preis: 33 Euro



Sinotimer DDS529MR

Ein Zähler mit RS485-Interface, Modbus-Protokoll und Impulsausgang ist der DDS529MR von Sinotimer. Seine Ausstattung konzentriert sich aufs Wesentliche; Annehmlichkeiten wie eine Schaltfunktion hat er ebenso wenig zu bieten wie WLAN oder Bluetooth. Nach dem Start zeigt er zunächst die Betriebsparameter für die RS485-Schnittstelle (Adresse, Bitrate, Parität) und die aktuelle Datenrate für den Impulsausgang an. Alle Parameter lassen sich über die Bedienelemente am Gerät und über das RS485-Interface verändern. Bis zu einer Last von etwas über 3 Watt zeigt das Display keinen Leistungswert an. Zwischen 1 und 9 Watt erreicht es eine mittlere Abweichung von 18 Prozent. Bis 90 Watt sind es 1,38 Prozent, ab 100 Watt ist die Genauigkeit der Leistungsanzeige sehr gut.

Der Sinotimer DDS529 ist sehr solide aufgebaut: Mehrere fest miteinander verlötete Platinen bilden einen starren Gerätekörper. Kern des Geräts ist sein System-on-Chip von Vango Technologies (V9811A), die RS485-Schnittstelle bedient ein MAX3085, das Display steuert ein BL55028. Das EEPROM (BL24C04) beherbergt vermutlich die Kalibrierungskurve.

Der Eigenverbrauch des Geräts liegt mit 0,5 Watt erfreulich niedrig. Ein stabiler Federmechanismus hält den Zähler zuverlässig auf der Hutschiene fest.

- ↑ solider Aufbau
- ↑ unkomplizierte Inbetriebnahme
- ↑ sehr genau ab 100 Watt Last
- ↓ keine Anzeige unter 3 Watt

Preis: 47 Euro



Eastron SDM72D-M V2 MID

Gilt es, den Drehstromverbrauch zu erfassen, ist das Modell SDM72D-M von Eastron in seinem Element. Das Gerät misst den Leistungsfluss in beide Richtungen, erfasst also auch separat die eingespeiste Energie. Verschiedene Anbieter verkaufen es als kalibrierte (SDM72D-M V2 MID) und unkalibrierte Version (SDM72D-M V2).

Gut gelöst ist bei diesem Zähler die Trennung von Netz- und Niederspannungsseite. Die Kontakte für den Impulsausgang und die RS485-Schnittstelle liegen oberhalb der Netzspannungsklemmen und sind durch einen zusätzlichen Berührungsschutz abgetrennt.

Den Kern des Drehstromzählers bildet ein Microcontroller (HT6017) mit Cortex-M0-Kern von HiTrend Tech aus Shanghai. Die Messelektronik besteht aus vier V9240-Chips von Vango. Eastron stellt auf seiner Webseite ein Konfigurations- und Auslesetool für die RS485-Schnittstelle zur Verfügung.

Der Eigenverbrauch war mit 0,5 Watt für ein Gerät dieser Bauart erfreulich gering. Ab einer Last von etwa 4 Watt zeigt das Display des SDM72D-M Leistungswerte an. Das verhandelte dem Zähler dann auch die Bewertung im Bereich von 1 bis 9 Watt Leistung (mittlere Abweichung -39 %). Ab etwa 25 Watt ist an der Genauigkeit nichts mehr auszusetzen: Die Abweichung vom Präzisionsmesssystem lag durchweg unter einem Prozent.

- ↑ solider Aufbau
- ↑ sehr gute Genauigkeit ab 25 Watt
- ↑ gute Community-Unterstützung
- ↓ keine Anzeige unter 4 Watt

Preis: 67 Euro (kalibriertes Modell)



Orno OR-WE-517 MID

Wer elektrische Energie zu verschiedenen Tarifen bezieht, greift auf Zähler wie den OR-WE-517 des polnischen Herstellers Orno zurück. Das Gerät mit RS485-Schnittstelle und Impuls-Ausgang bietet aber noch mehr. An der Gehäusefront gibt es gleich drei optische Ausgänge: Eine LED gibt die Wirkleistung und eine weitere die Blindleistung aus. Zusätzlich hat der Prüfling eine bidirektionale optische Schnittstelle.

Bei der Montage punktet der OR-WE-517 mit soliden Klemmen, die jede mit zwei Schrauben ausgestattet sind. Die Anschlüsse für den Impulsausgang und die RS485-Schnittstelle sind mit Federklemmen ausgeführt. Die Bedienung erfolgt über zwei Touchelemente. Im Geräteinneren kommt ein Chipsatz von Silergy (71M6543G und 71M6103) zum Einsatz. Orno stellt eine Konfigurations- und Auslesesoftware für die RS485-Schnittstelle sowie umfangreiche Registerdokumentationen bereit.

Bei unseren Tests stutzten wir, weil der Zähler einen Eigenverbrauch von stattlichen 2,2 Watt aufwies – im Datenblatt spricht der Hersteller von 0,4 Watt. Das Gerät zeigt Leistungen ab einem Watt an und wies im unteren Leistungsbereich (1–9 Watt) eine mittlere Abweichung von knapp -10 Prozent auf. Im Bereich von 10 bis 90 Watt ermittelten wir gut -1,5 Prozent mittlere Abweichung. Jenseits von 100 Watt Last sank die Abweichung dann auf deutlich unter einem Prozent.

- ↑ solider Aufbau
- ↑ gute Genauigkeit ab 100 Watt
- ↓ hoher Eigenverbrauch
- ↓ befriedigende Genauigkeit

Preis: 71 Euro (kalibrierte Version)



Fest verlötet: Auch der Drehstromzähler SDM72D-M V2 von Eastron birgt in seinem Inneren einen sauber verlöteten Elektronikblock.

reich, für den die Zähler kalibriert und ausgelegt wurden, ist hingegen 0,5 bis 10 A. Das ist die sogenannte Nennlast der Zähler, die die Bezugsgröße für die Kalibrierung und letztlich die Genauigkeit des Zählers bestimmt. Bei den getesteten Wechselspannungszählern schwankt die Maximallast zwischen 63 und 100 A, die Nennlast liegt zwischen 1 und 5 Ampere – siehe Tabelle. Auf den Zählern sollte sich neben dem CE-Zeichen auch noch eine Angabe zum Spannungsbereich und zur vorgesehenen Netzfrequenz finden. Zähler für ein 60-Hertz-Stromnetz zeigen im europäischen 50-Hertz-Netz falsche Werte an.

Gerätevielfalt

Die am Markt angebotenen Zähler für 35-Millimeter-Hutschienen unterscheiden sich vor allem in der Ausstattung. Wir haben uns sechs sehr verschiedene Modelle herausgepickt, um exemplarisch zu zeigen, was von der jeweiligen Kategorie zu erwarten ist. Zu den „dummen“ Zählern gehört das Modell Earu DDS662. Es kostet gerade mal 10 Euro und bietet ausschließlich die bei allen Zählern vorgesehene Blink-LED, über die sich der Gesamtenergieverbrauch auslesen lässt.

Deutlich besser ausgestattet sind die Modelle KTEM07 von Ketotek (ab 37 Euro) und ATP-BW von Earu für gut 33 Euro. Beide können den hinter dem Zähler liegenden Stromkreis über ein Relais schalten und lassen sich über ihre WLAN-Schnittstelle beispielsweise mit der Tuya-App von Volcano Technology steuern oder in Smart-Home-Systeme einbinden. Als viertes einphasiges Modell haben wir uns den DDS529MR von Sinotimer (47 Euro)

angesehen. Das Gerät kommuniziert statt via WLAN über eine RS485-Schnittstelle mit Modbus-RTU-Protokoll.

Ebenfalls mit RS485-Schnittstelle ist der für knapp 67 Euro erhältliche Drehstromzähler SDM72D-M V2 von Eastron. Wir haben dieses Modell ausgewählt, weil es sehr gut dokumentiert ist und es zudem viele Open-Source-Projekte auf ESP- oder Arduino-Basis unterstützen. In den professionellen Bereich gehört der letzte Drehstromzähler in der Testriege, das Modell OR-WE-517 (71 Euro) des polnischen Herstellers Orno. Auch er besitzt eine RS485-Schnittstelle mit Modbus-Protokoll. Zusätzlich hat der Zähler noch eine integrierte Uhr und kann so den Energieverbrauch für bis zu vier unterschiedliche Tarife separat erfassen.

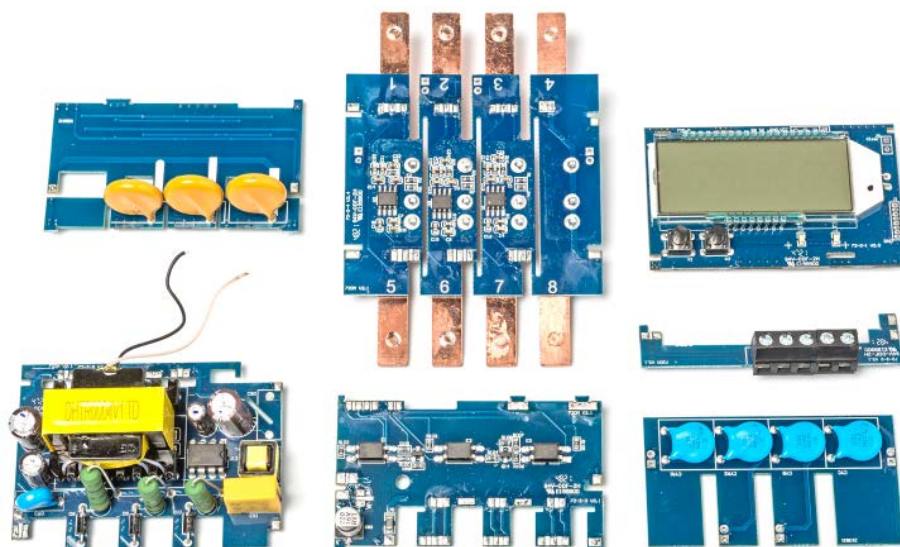
Wer mehr als einen Stromkreis überwachen will, ist mit den Geräten mit RS485-Interface gut bedient. Dieses garantiert trotz der simplen Zweidrahtverbindung hohe Störsicherheit, die das verwendete Protokoll (Modbus-RTU) noch steigert. Ein Controller liest bis zu 32 Geräte aus und übernimmt die Weitergabe und Verarbeitung der von den Zählern erfassten Daten. Im Netz finden sich viele geeignete Bauvorschlüsse, aber auch Fertiggeräte zum Auslesen von RS485-Schnittstellen mit Modbus-RTU-Protokoll. Wer hier selber basteln will, greift am besten zu einem Zähler, für den es bereits passende Bibliotheken gibt. Andernfalls ist eine gute Dokumentation der vom Zähler verwendeten Register unabdingbar, um eine eigene Bibliothek zu erstellen.

Wie das für die hier vorgestellten Geräte funktioniert, zeigen wir in einer der folgenden Ausgaben von c't.

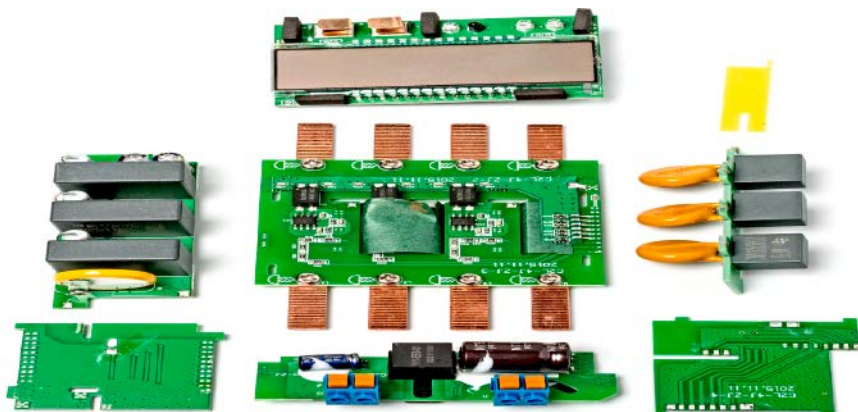
Auch wenn die Verbindung von Zähler und Controller recht simpel vonstatten geht, ist eine saubere Trennung zwischen der Netzspannungsebene und dem Niederspannungsbereich extrem wichtig. Bei den getesteten Zählern mit RS485 ist das durch verschiedene Maßnahmen sichergestellt. Für den Schutz am Controller und beim Verlegen der Signalleitungen ist hingegen der Installateur verantwortlich.

Im Test

Das wichtigste Kriterium für einen Energiezähler ist seine Genauigkeit. Die Hersteller geben diese zumeist auf dem Gerät mit an. Aktuelle Zähler sollten in der EU einen eingekreisten Buchstaben, A, B oder C tragen, der die Genauigkeitsklasse angibt. Die von uns geprüften Drehstromzähler gehörten beide zur Genauigkeitsklasse B, die eine Abweichung von 2 Prozent bei mehrphasiger Last und 2,5 Prozent bei einphasiger Last erlaubt. Ältere Zähler oder Modelle, die außerhalb der EU vertrieben werden, haben zumeist eine Zahl im Kreis, die die Abweichung in Prozent angibt. Die hier getesteten einphasigen Geräte hatten – so es dazu Angaben gab – stets die Genauigkeitsklasse 1, versprechen also eine maximale Abweichung von einem Prozent. Klingt zunächst gut, doch Vorsicht: Die zulässige Abweichung bezieht sich auf den Nennstrom der Geräte. Deshalb kann der prozentuale Fehler bei kleineren Lastströmen ansteigen.



Zerlegt: Der Drehstromzähler von Eastron besteht aus sieben einzelnen Platinen. Verlötet bilden sie einen stabilen Block.



Zählerexplosion: Um genau herauszufinden, welche Komponenten die Hersteller für ihre Geräte verwendet haben, mussten wir die Zähler komplett zerlegen. Hier das Ergebnis beim Orno OR-WE-517.

Um den Geräten auf den Zahn zu fühlen, haben wir uns drei verschiedene Leistungsbereiche angesehen: Zunächst ging es um Lasten zwischen einem und neun Watt. Hier nutzten wir 1-Watt-LEDs als nichtlineare Last, die wir stufenweise zuschalteten. Die von den Zählern angezeigte Leistung verglichen wir mit den Werten, die unser Präzisionsleistungsmessgerät ermittelte. Für die einphasigen Zähler kam ein LMG 610 von ZES zum Einsatz, die Drehstromzähler überprüften wir mit einem LMG 450 aus gleichem Hause. Bei den Messungen bis 10 Watt gab es im unteren Lastbereich Abweichungen von bis zu 100 Prozent, weil so mancher Zähler erst ab einer Mindestlast von zwei bis vier Watt überhaupt etwas anzeigt.

Im zweiten Testintervall (10 bis 90 Watt) nutzten wir ebenfalls LEDs als Last, dieses Mal mit einer Nennleistung von jeweils 9 Watt. Da LEDs immer ein integriertes Netzteil enthalten, mussten die Zähler hier mit nicht sinusförmigem Strom und mit einer Verschiebung zwischen Strom- und Spannungsmaximum zurechtkommen. Im oberen Leistungsbereich von 100 bis 1000 Watt kamen klassische Glühlampen zum Einsatz, die im Unterschied zu LEDs eine rein ohmsche Last darstellen. Strom und Spannung liegen hier in Phase, die Leistungsmessung sollte den Geräten hier leichter fallen.

Alle Messungen fanden in unserer EMV-Messkabine und an einem Netzspannungsgenerator statt. Das stellt sicher, dass die Messergebnisse nicht von Störungen beeinflusst werden. Wer ähnliche Messungen zu Hause nachvollziehen will, sollte sich darüber im Klaren sein, dass der Strom am Hausanschluss üblicherweise nicht hundertprozentig sinusförmig ist. Zudem

darf die Netzspannung 10 Prozent um ihren Nennwert 230 Volt schwanken (207 bis 253 V) und tut das im Alltag auch. Wirklich präzise kann ein Vergleich mehrerer Geräte direkt am Stromnetz also nie sein. Um Serienstreuungen zu entdecken, haben wir von allen getesteten Zählern jeweils zwei Exemplare anonym eingekauft. So konnten wir auch sicherstellen, dass wir keine für Tests optimierten Exemplare untergeschoben bekamen.

Neben der Genauigkeit interessierte uns auch der Eigenverbrauch der sechs Zählermodelle. Viele begnügten sich mit einem halben Watt, andere schluckten aber auch mehr als zwei Watt. Da so ein Zähler ständig Energie verbraucht, sollte man diesen Wert im Auge behalten. Das halbe Watt ergibt übers Jahr gerechnet immerhin 4,38 kWh, was beim aktuellen Strompreis (40 Cent/kWh) 1,75 Euro entspricht. Ein Zähler mit gut 2 Watt Leistungsaufnahme schlägt sich hingegen mit 7 Euro pro Jahr auf der Stromrechnung nieder.

Innenleben

Nach Abschluss aller Messungen sahen wir uns auch das Innenleben der sechs Zähler an. Prinzipiell arbeiten alle Geräte nach dem gleichen Prinzip: Im Stromkreis – meistens im Phasenstrang – sitzt ein Shunt, also ein hochbelastbarer Widerstand, über den der Strom als Spannungsabfall gemessen wird. Die momentane Netzspannung messen die Geräte üblicherweise über einen Spannungsteiler zwischen L (Phase) und N (Neutralleiter). Deshalb benötigt so ein Zähler zusätzlich zur durchgeführten Phase mindestens einen N-Anschluss.

Der Shunt besteht stets aus einem in eine breite Kupferbahn eingelöteten Me-

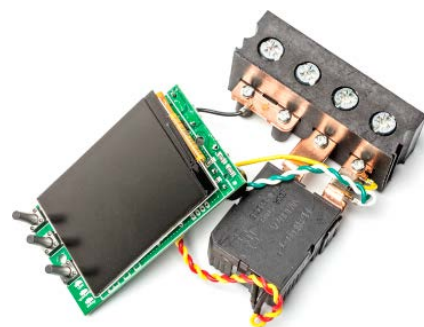
tallstück mit definiertem Widerstand – leicht zu erkennen am etwas helleren Farbton. Die meisten Hersteller belassen es bei dieser Konstruktion und kalibrieren ihre Zähler über Korrekturkurven. Nur bei Sinotimer entdeckten wir Anzeichen dafür, dass der Shunt angeschliffen wurde, um so den Querschnitt leicht zu verringern und damit den Widerstandswert etwas zu erhöhen. Drehstromzähler haben drei Shunts und drei Spannungsmesspfade.

Die Verarbeitung der verschiedenen Modelle war recht unterschiedlich: Während der Ketotek KTEM07 eher den Eindruck eines Drahtverhaues hinterließ, wirkten die Konstruktionen vieler anderer Hersteller auf uns solider: Miteinander verlötete Platinen bildeten klar definierte Blöcke. Besonders gut verarbeitet waren die beiden Drehstrom-Modelle von Orno und Eastron. Aber auch das einphasige Sinotimer-Modell machte einen ordentlichen Eindruck. Festzuhalten bleibt aber: Alle geprüften Geräte entsprachen auch intern den gängigen elektrischen Anforderungen etwa in Bezug auf Luft- und Kriechstrecken zwischen den netzspannungsführenden Komponenten und dem Niederspannungsteil.

Die meisten Hersteller nutzten in den Zählern hochintegrierte, speziell für Energiezähler entwickelte Chips (siehe Tabelle). Nur das Modell von Atorch mit dem bunten Display setzt auf einen RISC-V-Chip mit integriertem AD-Wandler, den MCU CH573 des chinesischen Herstellers WCH.

Fazit

Fünf der sechs überprüften Leistungsmessgeräte für die Hutschiene lieferten bei haushaltsüblichen Lasten durchweg plausible und den angegebenen Genauigkeitsklassen entsprechende Ergebnisse.



Im AT4PW von Atorch steckt ein Relais im Strompfad. Der Messwiderstand für den Strom liegt im Kupferstrang, der zum Relais führt.

Der so ermittelte Energieumsatz taugt also, um den Verbrauch einzelner Stromkreise in Haus und Wohnung zu überwachen. Einzig das Atorch-Modell fiel aus der Reihe. Zum einen nennt der Hersteller auf dem Gerät keine Genauigkeitsklasse, zum anderen schwankten die angezeigten Werte für den aktuellen Verbrauch auch bei eigentlich recht simpel zu erfassender rein ohmscher Last recht stark. Die große Kiste ist so eher ein Smart-Home-Schalt-element mit Messfunktion denn ein präzises Leistungsmessgerät. Man fragt sich zudem, wozu man im Verteilerkasten ein bunt leuchtendes großes Display braucht.

Zu welchem der fünf anderen Zähler man greift, hängt von den individuellen Anforderungen ab. Geht es einzig und al-

lein um die separate Leistungserfassung eines einzelnen Stromkreises, ist das günstige EARU-Modell DDS662 eine gute Wahl: Es kostet mit Versand und Zoll rund 10 Euro, ist nicht übermäßig groß und bietet eine passable Genauigkeit.

Möchte man die erfassten Messwerte auch andernorts sichtbar machen, bieten sich Zähler mit WLAN- oder RS485-Schnittstelle an. Geht es nur um einen Strang, den man möglicherweise auch noch fernschalten will, ist das Kistchen von Ketotek durchaus eine passende Wahl – vorausgesetzt, im Verteilerkasten ist der WLAN-Empfang ausreichend gut.

Wer mehr als einen Stromkreis überwachen will, ist mit den Geräten mit RS485-Interface wie dem Sinotimer DDS529MR

besser bedient. Geht es um den Verbrauch in Drehstrom-Installationen, machen beide getesteten Dreiphasen-Zähler eine gute Figur. Das Eastron-Modell SDM72D-M punktet mit der guten Software-Unterstützung in der ESP- und Arduino-Community. Ornos OR-WE-517 richtet sich hingegen eher an Unternehmen und Nutzer mit unterschiedlichen Stromtarifen. (gs@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Sven Hansen, Spardosen mit Zählwerk, Sechs Zwischenstecker für das Energie-Monitoring, c't 22/2022, S. 24
- [2] Jan Mahn, Stromschnellen, Was Sie über elektrischen Strom wissen müssen, c't 24/2022, S. 122

Weitere Infos: ct.de/yaa4

Leistungsmessgeräte für die 35-mm-Hutschiene

Modell	DDS662	KTEM07 WiFi	AT4PW	DDS529MR	SDM72D-M V2 MID	OR-WE-517
Hersteller, URL	EARU, u.a. bei Aliexpress erhältlich	Ketotek, cnketotek.com	Atorch, atorch.cn	Sinotimer, www.sinotimer.com	Eastron, eastroneurope.com	Orno, orno.pl/de
Maße (B × L × T)	36 mm × 78 mm × 65 mm	36 mm × 85 mm × 65 mm	75 mm × 96 mm × 75 mm	35 mm × 99 mm × 65 mm	72 mm × 100 mm × 66 mm	76 mm × 102 mm × 65 mm
Controller-Chip	V9401	HLW8032, CB3S	CH573F, BL0942, CB3S	V9811A, MAX3085, BL55028	HT6017, V9240	71M6543G, 71M6103
Nennstrom / Frequenzbereich	5(80) A / 50 Hz	1(63) A / 50/60 Hz	k.A. / 50/60 Hz	5(80) A / 50 Hz	0,5-10(80) A / 50 Hz	0,5-10(80) A / 50 Hz
Genauigkeitsklasse	1	1	k.A.	1	B	B
Ausstattung						
LED-Impulsgeber	✓	✓	✓	✓	✓ ²	✓ ¹
Impulsausgang	–	–	–	✓	✓	✓
RS485 Modbus/RTU	–	–	–	✓	✓	✓
Bluetooth	–	✓	✓	–	–	–
WLAN (2,4 GHz)	–	✓	✓	–	–	–
plombierbar	–	–	✓	✓	✓	✓
Reset für Gesamtenergiezählung	–	✓	✓	–	✓	✓
Schaltfunktion	–	✓	✓	–	–	–
sonstiges	–	Fehlerstromerkennung, Über-/Unterspannung, Strombegrenzung	Temperaturmessung, Anzeige CO2-Einsparung	–	Zwei-Richtungszähler	Zwei-Richtungszähler, verschiedene Tarifzonen, Datum, Uhrzeit
Erfasste/angezeigte Werte						
Gesamtenergie Wh / varh / VAh	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
Leistung W / var / VA / Power Factor (PF)	✓ / – / – / –	– / – / – / –	✓ / – / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Spannung (U) / Strom (I) / Frequenz (Hz)	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Energiekosten	–	✓ (in der App)	✓ (Display und App)	–	–	–
Fehlerstrom (mA)	–	✓	–	–	–	–
Messwerte						
Eigenverbrauch	0,5 W	0,5 W	1,2 W	0,5 W	0,5 W	2,2 W
Mindestlast	5 W	2 W	1 W	3 W	4 W	1 W
Abweichung 1-9 Watt	-33%	-16%	-10%	-18%	-39%	-10%
Abweichung 10-90 Watt	<1%	<1%	-1%	1%	<1%	-2%
Abweichung 100-1000 Watt	<1%	3%	<1%	<1%	<1%	<1%
Bewertung						
Genauigkeit 1-9 Watt	⊖⊖	⊖	○	⊖	⊖⊖	○
Genauigkeit 10-90 Watt	⊕⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕⊕	○
Genauigkeit 100-1000 Watt	⊕⊕	⊖⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Ausstattung	⊖	⊕	⊕	○	⊕	⊕
Preis	10 € ³	ab 37 €	33 €	47 €	67 €	71 €
¹ drei für Leistung, Blindleistung und Fernabfrage, siehe Text ² zwei für importierte und exportierte Leistung ³ mit Versand und Zoll ✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht						