



Teil 1

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1288

Schalten und Messen –

HomeMatic®-Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung

Geräte-Kurzbezeichnung:	HM-ES-PMSw1-PL
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	16 A max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	< 0,6 W
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	-10 bis +35 °C
Verschmutzungsgrad:	2
Messkategorie:	CAT II
Funkfrequenz:	868,3 MHz
Empfängerklasse:	SRD Class 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 150 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h
Maximale Schaltleistung:	3680 W (ohmsche Last)
Lebenserwartung Relais/ Schaltspiele:	50.000 (16 A, ohmsche Last)
Relais:	Schließer
Schaltertyp:	unabhängig montierter Schalter
Betriebsart:	S1
Stehstoßspannung:	2500 V
Schutzklasse:	I
Abm. (B x H x T):	59 x 123 x 40 mm (ohne Netzstecker)
Gewicht:	167 g

	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Leistung	0–680 W	0,01 W	1 % ±0,03 W*
Strom	0–16 A	1 mA	1 % ±1 mA*
Spannung	200–255 V	0,1 V	0,5 % ±0,1 V
Frequenz	48,72–1,27 Hz	0,01 Hz	0,1 % ±0,01 Hz

* Frequenzbereich: 2 Hz bis 2 kHz

Das BidCos®-Funkprotokoll, das im HomeMatic-System zum Einsatz kommt, arbeitet ohnehin bidirektional. Warum sollte man nicht diesen Umstand nutzen und einem Schaltaktor neben seiner eigentlichen Bestimmung noch die Erfassung der Leistungsdaten des angeschlossenen Verbrauchers zuweisen? Verknüpft man diese Daten mit bestimmten Aufgaben für den Schaltaktor in der HomeMatic-CCU, erhält man ein äußerst vielseitig einsetzbares Gerät. Wir beschreiben diesen Aktor hier als einfach aufzubauenden ARR-Bausatz.

Totale Kontrolle per Funk-Steckdose

Es birgt viele Vorteile, wenn man direkt über einen fernsteuerbaren Schaltaktor auch die Leistungsaufnahme des angeschlossenen Elektrogeräts erfassen und auswerten kann. Die Verbindung von Auswerten und Steuern liegt hier sofort auf der Hand. Ein ganz einfaches Beispiel dafür wäre das stromsparende Ausschalten von Fernsehgerät und Peripherie – nämlich genau dann, wenn der Aktor über eine bestimmte Zeit nicht mehr als den Stand-by-Verbrauch des Fernsehgeräts misst. Ganz ähnlich sieht es bei der berühmten Waschmaschinen-Fertigmeldung aus: Erfasst der Aktor über eine bestimmte Zeit, die über die der üblichen Bewegungspausen des Antriebs während des Waschvorgangs hinausgeht, keine Änderung der Leistungsaufnahme, kann die steuernde CCU veranlassen, dass der Benutzer vom Ende des Waschvor-



gangs informiert wird, ob per Funk-Gong, Lichtsignal oder Meldung auf das Handy, und gleichzeitig den Strom für die Waschmaschine komplett abschalten. Das spart Strom, etwa wenn man die Maschine in Gang gesetzt hat und nun unterwegs ist.

Derlei Beispiele fallen dem ambitionierten Haustechnik-Benutzer sicher sofort reihenweise ein, ob dies die Steuerung von Wasserboilern, Kühl- oder Heizgeräten, Beleuchtungen oder beliebigen anderen Geräten ist. Da man über die WebUI der HomeMatic-Zentrale CCU eine ganze Reihe Eingriffs- und Definitionsmöglichkeiten hat, wie wir noch sehen werden, kann man z. B. auch sehr einfach Überlastfälle registrieren, etwa einen klemmenden oder blockierten Antrieb. Denn via WebUI sind Grenzwerte einfach definierbar.

Aber nicht nur die Interaktion zwischen CCU und Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung (nachfolgend Funk-Schaltaktor genannt) ist möglich, auch die Einbeziehung anderer Aktoren und Sensoren des HomeMatic-Systems eröffnet über die Verknüpfungsmöglichkeiten der WebUI unzählige Anwendungsmöglichkeiten, z. B. die gleichzeitige Ansteuerung weiterer Aktoren oder die Einbeziehung weiterer Mess- und Zustandswerte in eine Aktion. So kann man für die Aktivierung oder Deaktivierung von Verbrauchern zusätzliche Tür- oder Fensterkontakte einbeziehen, ebenso Bewegungsmelder, Temperatursensoren usw.

Schließlich ist an dieser Stelle noch eine naheliegende Einsatzmöglichkeit zu nennen: die einfache Datenerfassung, sowohl der Verbrauchsdaten des angeschlossenen Verbrauchers als auch der Netzqualität, also Netzspannung und Netzfrequenz. Zusammen mit der in der WebUI verfügbaren Diagrammfunktion ergibt sich eine komfortable Verbrauchsdatenerfassung. Die erfassten Daten lassen sich auch exportieren und beliebig weiterverarbeiten, etwa zu einer Kostenprognose.

Der Funk-Schaltaktor – näher betrachtet

Auf die Anwendungsmöglichkeiten werden wir später noch näher eingehen, werfen wir zunächst einen Blick auf Technik, Funktion und Aufbau des Geräts.

Mit dem Funk-Schaltaktor (Bild 1) kann man angeschlossene Verbraucher ein- bzw. ausschalten und gleichzeitig den Energieverbrauch dieser Geräte messen – bis 3680 W (16 A) – oder andere HomeMatic-Geräte, z. B. Dimmaktoren, ein- bzw. ausschalten.

Damit verbindet der Schaltaktor mit Leistungsmessung 2 Funktionsbereiche in einem Gerät:

- Schalten von angeschlossenen Verbrauchern (Schaltkanal)
- Messen von Energieverbrauch, Wirkleistung, Strom, Spannung und Frequenz

Über den Schaltkanal können angeschlossene Verbraucher ein- oder ausgeschaltet werden.

Der Messwertkanal bietet eine Übertragungsmöglichkeit von Messdaten (Energieverbrauch, Wirkleistung, Strom, Spannung und Frequenz) an die HomeMatic-Zentrale.

Die Messwerte können im HomeMatic-System zyklisch an die HomeMatic-Zentrale übertragen oder direkt von ihr angefordert werden. Die Daten werden in der Bedienoberfläche WebUI der CCU2 grafisch angezeigt. Im Gerät selbst werden keine Messdaten gespeichert. Außerdem gibt es zu jeder Messgröße einen Sensorkanal für bedingtes Schalten unabhängig von der Zentrale.

Bedienung

Nach dem Einstecken in die Steckdose ist der Funk-Schaltaktor sofort betriebsbereit und kann an eine HomeMatic-Zentrale (oder an andere HomeMatic-Geräte) angelernt werden.

Das Gerät verfügt über eine Kanaltaste, die über einen kurzen Tastendruck zur Bedienung (ein- bzw. ausschalten) von angeschlossenen Verbrauchern genutzt werden kann.

Um das Gerät in einem HomeMatic-System nutzen und konfigurieren sowie Verbraucher bzw. Aktoren per Funk steuern zu können, ist ein

Anlernen erforderlich. So kann man das Gerät direkt an andere HomeMatic-Geräte oder an die HomeMatic-Zentrale anlernen. Dabei sind folgende Hinweise zu beachten:

- Das Anlernen des Funk-Schaltaktors direkt an andere HomeMatic-Geräte ist nur mit dem Schaltkanal möglich.
- Direkte Verknüpfungen mit den Sensorkanälen müssen mit einer Zentrale oder einem Konfigurationsadapter erstellt werden.

Weitere Informationen finden sich in der mit dem Gerät mitgelieferten Bedienungsanleitung sowie den folgenden Ausführungen zur Konfiguration des Geräts.

Konfiguration

Alle Funktionen des Geräts können in Verbindung mit einer CCU über die HomeMatic-Bedienoberfläche WebUI konfiguriert werden. Das Einrichten und Konfigurieren des Geräts ist auch mit dem HomeMatic-Konfigurationsadapter möglich.

Hat man den Funk-Schaltaktor an die CCU angemeldet, erscheint er in der Geräteliste mit allen zur Verfügung stehenden Kanälen (Bild 2). Hier findet man genau die in Tabelle 1 aufgeführte Übersicht über die einzelnen Kanäle des Funk-Schaltaktors.

Wir wollen die einzelnen Kanäle einmal näher betrachten.

Schaltkanal

Für den Schaltkanal (Bild 3) gelten im Prinzip die gleichen Parameter wie bei anderen HomeMatic-Funk-Schaltaktoren. Im oberen Teil finden sich Grundeinstellungen, die festlegen, wann und wie oft nach einem Zustandswechsel Statusmeldungen über den Schaltzustand abzusetzen sind. Diese Parameter sollte man nur in speziellen Anwendungsfällen ändern.

Im unteren Teil kann man die Funktion der Kanaltaste bzw. das Schaltverhalten des Funk-Schaltaktors festlegen. Dabei stehen neben den einfachen Funk-



Bild 1: Der Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung in Aktion – einfach zwischen Last und Steckdose stecken!



tionen wie „Ein“, „Aus“ und „Ein/Aus“ die selbsterklärende Funktion „Treppenhauslicht“ sowie die Funktion „Experte“ zur Verfügung. Letztere zu behandeln würde den Rahmen des Artikels sprengen, hier verweisen wir auf die Anleitung zur WebUI.

Bei der Treppenhauslicht-Funktion ist lediglich die Einschaltzeit einzutragen, während bei den Schalterfunktionen Ein- und Ausschaltverzögerung sowie Einschalt- und Verweildauern im jeweiligen Zustand wählbar sind.

Hat man eine Einstellung über den OK-Button ganz unten links an den Aktor übertragen und die Rückmeldung ist erfolgt, so kann man

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface/Kategorie	Übertragungsmodus	Gewerke	Räume	Aktionen
Filter	Filter		Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:1	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393	BidCoo-RF	Standard	Licht		Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:1	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393:1	Empfänger	Standard	Licht		Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:2	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393:2	nicht verknüpfbar	Standard			Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:3	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393:3	Sender	Standard			Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:4	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393:4	Sender	Standard			Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:5	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393:5	Sender	Standard			Einstellen, Löschen, Direkte, Programme
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:6	HM-ES-PMSw1-PI		Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung	KEQ0221393:6	Sender	Standard			Einstellen, Löschen, Direkte, Programme

Bild 2: Nach dem Anlernen erscheint das Gesamtgerät mit all seinen Kanälen in der Übersicht.

Die Kanalübersicht		
Nr.	Bezeichnung	Eigenschaften
1	Schaltaktor	<ul style="list-style-type: none"> Schaltet angeschlossenen Verbraucher Zustand wird über Geräte-LED angezeigt Direkt verknüpft mit Kanaltaste; Verhalten konfigurierbar Max. 63 weitere direkte Verknüpfungen möglich
2	Messwertkanal	<ul style="list-style-type: none"> Überträgt Messwerte an die Zentrale: <ul style="list-style-type: none"> Energiezähler in 0,1 Wh Wirkleistung in 0,01 W Strom in mA Spannung in 0,1 V Frequenz in 0,01 Hz Werte sind in Zentralenprogrammen nutzbar Grafische Anzeige in der CCU2 möglich
3	Sensorkanal Wirkleistung	
4	Sensorkanal Strom	<ul style="list-style-type: none"> Senden bei konfigurierter Schwelle Für direkte Verknüpfungen mit Aktoren Sendevorgang wird über Geräte-LED angezeigt
5	Sensorkanal Spannung	<ul style="list-style-type: none"> Max. 8 direkte Verknüpfungen je Kanal Direkte Verknüpfung mit internem Schaltkanal möglich
6	Sensorkanal Frequenz	

Name	Kanal	Parameter
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:1	Ch.: 1	Statusmeldungen Mindestverzögerung <input type="text" value="2.00"/> s (0.50-15.50)
		Um Kollisionen beim Senden von Statusmeldungen zu verhindern, können Sie hier ein Zeitfenster definieren, welches zur Verzögerungszeit hinzugefügt wird. <input type="text" value="1.00"/> s (0.00-7.00)
		Max. Sondeversuche <input type="text" value="6"/> (0-10)
		Programmierung der internen Gerätetaste - KEQ0221393:1
		<input type="button" value="Schalter ein / aus :"/>
		Mit einem Druck auf die Gerätetaste wird der Schalter für die festgelegte Zeit ein- oder ausgeschaltet (Toggle-Funktion). Ist eine Verzögerungszeit eingestellt, erfolgt eine Schaltung erst nach Ablauf dieser Zeit.
		Einschaltverzögerung <input type="text" value="keine"/>
		Einschaltdauer (Verweildauer im Zustand "ein") <input type="text" value="unendlich"/>
		Ausschaltverzögerung <input type="text" value="keine"/>
		Verweildauer im Zustand "aus" <input type="text" value="unendlich"/>

Bild 3: Die Parameter- und Befehlseinstellungen für den Schaltkanal

mit „Simuliere Tastendruck“ die Funktion von der WebUI aus testen und dann auch in der Bedienansicht (Bild 4) per Mausklick fernsteuern.

Messwertkanal (Bild 5)

• Mittelwertbildung (1 bis 16 s):

Der Energie-Mess-IC des Geräts liefert jede Sekunde die Messwerte der jeweils vergangenen Sekunde (Mittelwert). Diese Mittelwertbildung kann hier auf bis zu 16 s erweitert werden. Dabei entsteht ein gleitender Mittelwert, der jede Sekunde aus den vergangenen Messwerten gebildet wird.

Dieser Mittelwert wird für die weitere Verarbeitung im Messwertkanal und auch in den Sensorkanälen verwendet. Der Mittelwert kann z. B. als Filter bei schwankender Leistungsaufnahme des angeschlossenen Verbrauchers dienen oder auch eine kurze Verzögerung erzeugen.

• Schwellen für Senden bei Abweichung:

Der Messwertkanal sendet die Messwerte zyklisch alle 2 bis 3 min. Falls dieses Senderaster zu langsam ist, weil z. B. ein Zentralenprogramm schnell reagieren soll, kann man Abweichungen einzelner Messwerte seit der letzten Sendung konfigurieren, die zusätzliche Sendungen auslösen.

Achtung: Kleine Werte führen zu häufigen Sendungen, wodurch andere Funkübertragungen gestört werden können. Bei Erreichen der gesetzlich geregelten Begrenzung der Sendezeit (Duty-Cycle, siehe Expertentipp) hört der HomeMatic-Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung für 1 h auf zu senden.

• Mindestpause nach der letzten Sendung (0 bis 16 s):

Um die Duty-Cycle-Regelung für Senden bei Abweichung (siehe oben) auch bei kleinen Schwellen einzuhalten, kann hier ein Mindestsendeabstand eingestellt werden. Diese Einstellung hat nur Auswirkungen auf den Messwertkanal, nicht auf die Sensorkanäle.

Sensorkanäle (Bild 6)

• Grenzwerte:

Die Schwelle für das Senden von Schaltbefehlen wird durch je einen oberen und unteren Grenzwert mit den 3 Optionen „Schaltbefehl bei Überschreiten/Unterschreiten/Über- bzw. Unterschreiten der ...“ definiert. Auf diese Weise entsteht etwa eine Hysterese, die verhindert, dass es Mehrfachsendungen gibt, wenn sich der Messwert nahe der Schwelle um diese herum bewegt.

Achtung: Eine zu kleine Hysterese kann zu häufigen Sendungen führen, wodurch das Duty-Cycle-Limit erreicht werden kann (siehe oben).

An dieser Stelle ein Wort zu den in den einzelnen Einstellmenüs aufgeführten „Entscheidungswerten 200 bzw. 0“. Diese begegnen uns auch immer wieder, wenn es um Verknüpfungen und Programme geht (siehe Beispiel in Bild 7). Dies ist eine allein für die interne Firmware des Funk-Schaltaktors bedeutsame



Angabe, die nur im Expertenmodus beeinflussbar ist. Für den Nutzer bedeutet die Angabe 200 allein, dass es hier um die Überschreitung eines oberen Grenzwerts geht, und umgekehrt bei „0“ um die Unterschreitung eines unteren Grenzwerts. Bevor man also in einem Programm eine Bedingung wählt, müssen die eigentlichen Schaltschwellen in der Konfiguration eingestellt sein.

Der Modus „Experte“ bleibt auch hier Experten vorbehalten, die bereits über ein tiefes Programm- und Hardwareverständnis verfügen, da hier auch auf die Hard- und Firmware des Geräts zugegriffen wird. Näheres dazu findet man in der Anleitung zur WebUI.

Diagrammfunktion

Ein neues Feature der HomeMatic-Zentrale CCU2 ist ja bekanntermaßen die Diagrammfunktion (Bild 8). Mit dieser und einer in die CCU2 eingelegten microSD-Karte kann die CCU2 auch als Datenlogger fungieren. Dabei werden für das an den Funk-Schaltaktor angeschlossene Gerät Aufzeichnungsparameter festgelegt, um zu bestimmen, welche der zur Verfügung stehenden Messwerte „Spannung“, „Frequenz“, „Leistung“, „Strom“ und „Energieverbrauch“ aufgezeichnet werden sollen. Zusätzlich sind einige grafische Parameter einstellbar, und schon kann die Aufzeichnung beginnen. Diese kann sowohl dem Zweck der Energieverbrauchsermittlung, der Kontrolle über ordnungsgemäßes Arbeiten als auch der Kontrolle der Qualität der Stromversorgung dienen.

Sehr wertvoll ist diese Aufzeichnung allerdings auch für die Ermittlung der im vorausgegangenen Kapitel besprochenen Grenzwerte im realen Betrieb.



Experten-Tipp:

Der **Duty-Cycle** beschreibt eine gesetzlich geregelte Begrenzung der Sendezeit von Geräten im 868-MHz-Bereich. Ziel dieser Regelung ist es, die Funktion aller im 868-MHz-Bereich arbeitenden Geräte zu gewährleisten. In dem von uns genutzten Frequenzbereich 868 MHz beträgt die maximale Sendezeit eines jeden Geräts 1 % einer Stunde (also 36 s in 1 h). Die Geräte dürfen bei Erreichen des 1%-Limits nicht mehr senden, bis diese zeitliche Begrenzung vorüber ist. Gemäß dieser Richtlinie werden HomeMatic-Geräte zu 100 % normenkonform entwickelt und produziert.

Im normalen Betrieb wird der Duty-Cycle in der Regel nicht vollständig ausgenutzt. Dies kann jedoch in Einzelfällen bei der Inbetriebnahme oder Erstinstallation eines Systems durch vermehrte und funktintensive Anlernprozesse der Fall sein. Eine Überschreitung des Duty-Cycle-Limits kann sich durch 1x langes, 1x kurzes rotes Blinken und temporär fehlende Funktion des Geräts äußern. Nach kurzer Zeit (max. 1 h) ist die Funktion des Geräts wieder hergestellt.

Oder wissen Sie, was Ihre Waschmaschine im Leerlauf, also den Wartepausen zwischen den Trommelbewegungen, im vollen Betrieb oder im Stand-by („fertig“) genau aufnimmt? Das kann mit der Diagrammfunktion sehr zuverlässig und genau gerätebezogen ermittelt werden.

Name	Raum	Gewerk	Letzte Aktualisierung	Control	
Filter	Filter	Filter			
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:1		Licht	26.01.2014 16:51:46	Aus	Ein
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:2			27.01.2014 12:21:36	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">Energie-Zähler CCU 4158.30 Wh</div> <div style="width: 50%;">Reset</div> <div style="width: 50%;">Energie-Zähler Gerät 783.40 Wh</div> <div style="width: 50%;">Spannung 230.1 V</div> <div style="width: 50%;">Strom 7 mA</div> <div style="width: 50%;">Leistung 0.09 W</div> <div style="width: 50%;">Netzfrequenz 49.98 Hz</div> </div>	

Bild 4: Die Ansicht auf der Bedienebene der WebUI, oben der Schaltkanal, unten die Messwerte der Mess-/Sensorkanäle

HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:2	Ch.: 2	Strom-/Spannungs-/Leistungs- und Frequenzmesser Mittelwertbildung über <input type="text" value="10"/> s (1 - 16) Ein Wert wird gesendet, wenn sich seit der letzten Sendung die Leistung um <input type="text" value="10.00"/> W (0.01 - 3680.00) oder der Strom um <input type="text" value="Nicht benutzt"/> oder die Spannung um <input type="text" value="Nicht benutzt"/> oder die Frequenz um <input type="text" value="1.00"/> Hz (0.01 - 2.55) geändert hat. Mindestpause nach der letzten Sendung <input type="text" value="8"/> s (0 - 16)
-----------------------------	--------	---

Bild 5: Die Parameter- und Befehlseinstellung im Messwertkanal

HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:3	Ch.: 3	Leistungs-Sensor Schaltbefehl bei Überschreiten der Leistung Bei Überschreitung des oberen Grenzwerts Entscheidungswert (200) senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde. Oberer Grenzwert <input type="text" value="200.00"/> W (0.00 - 3680.00) Unterer Grenzwert <input type="text" value="100.00"/> W (0.00 - 3680.00)
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:4	Ch.: 4	Strom-Sensor Schaltbefehl bei Unterschreiten der Stromstärke Bei Unterschreitung des unteren Grenzwerts Entscheidungswert (0) senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde. Unterer Grenzwert <input type="text" value="1000"/> mA (0 - 16000) Oberer Grenzwert <input type="text" value="2000"/> mA (0 - 16000)
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:5	Ch.: 5	Spannungs-Sensor Schaltbefehl bei Über- bzw. Unterschreiten der Spannung Entscheidungswert (200) bei Überschreitung des oberen Grenzwerts senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde, oder Entscheidungswert (0) bei Unterschreitung des unteren Grenzwerts senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde. Oberer Grenzwert <input type="text" value="240.00"/> V (115.00 - 255.00) Unterer Grenzwert <input type="text" value="220.00"/> V (115.00 - 255.00)
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:6	Ch.: 6	Frequenz-Sensor Nicht aktiv Der Sensorkanal ist nicht aktiv.

Bild 6: Die Parameter- und Befehlseinstellung in den Sensorkanälen

Bedingung: Wenn...

Geräteauswahl: HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221393:3 bei Entscheidungswert im Wertebereich von 0 bis kleiner 0 bei Änderung auslösen

UND

Bild 7: Der Begriff „Entscheidungswert“ begegnet uns immer wieder bei der Programmierung.

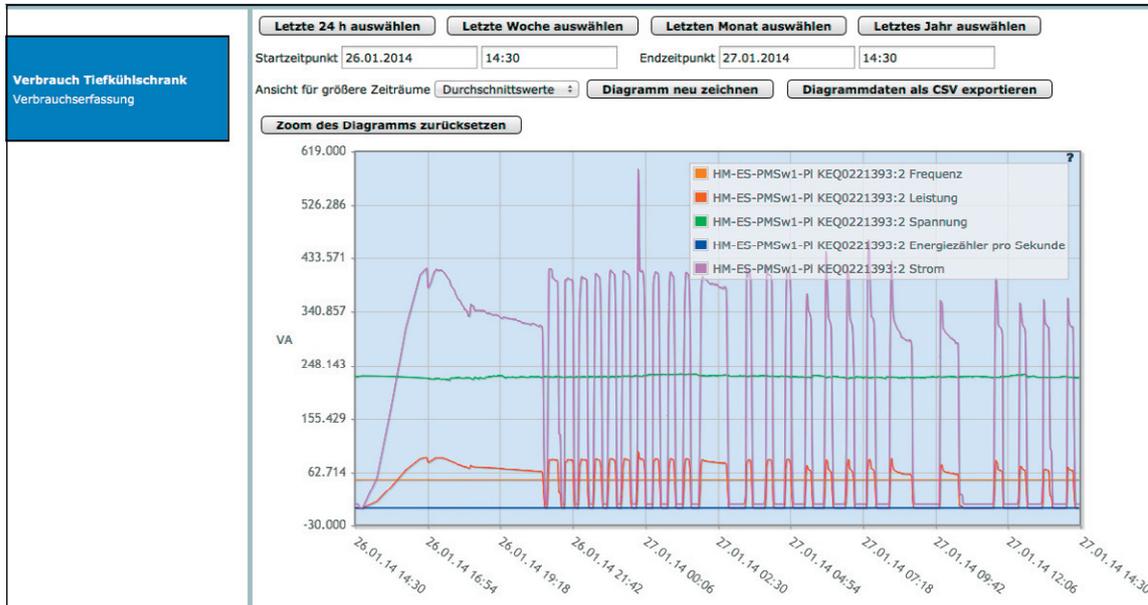


Bild 8: Mit der Diagrammfunktion der CCU2 kann man Datenverläufe detailliert auch über lange Zeiträume erfassen. Hier der Datenverlauf eines neu in Betrieb genommenen Tiefkühlschranks

Hier noch ein Hinweis zur erforderlichen Speicherkarte. Diese sollte unbedingt in der CCU2 initialisiert werden, um weder Fehlermeldungen zu provozieren noch Fehlaufzeichnungen zu riskieren. Vergessen kann man dies eigentlich nicht, denn die CCU2 meldet sich, solange sie keine ordnungsgemäß initialisierte Speicherkarte erkennt.

Zum entsprechenden Menü kommt man entweder direkt bei einer Fehlermeldung und der Abfrage, ob die Karte initialisiert werden soll, oder über „Einstellungen“ -> „Systemsteuerung“ -> „Speichereinstellungen“ (Bild 9). Hier erreicht man das Initialisierungsmenü zur Speicherkarte. An dieser Stelle können auch vielleicht noch auf der Karte vorhandene Daten extern abgespeichert werden. Außerdem kann man über die Option „Daten sichern“ zu einem beliebigen Zeitpunkt auch ein Backup des Karteninhalts als komprimiertes Datenfile auf dem PC vornehmen, das man später auch jederzeit wieder einspielen kann, um es etwa zu exportieren und auszuwerten.

Anwendungen

Wie bereits in der Einleitung angeschnitten, sind über die zahlreichen Konfigurationsmöglichkeiten vielfältige Verknüpfungen möglich, einmal zwischen Funk-Schaltaktor und CCU selbst und zusätzlich auch mit anderen Aktoren und Sensoren. Wir beschreiben ein Anwendungsbeispiel einmal komplett, um auch dem HomeMatic-Einsteiger den einfachen Weg zu einer vollständigen, sofort nachvollziehbaren Lösung zu zeigen.

Bevor wir auf einige Anwendungsbeispiele eingehen, wollen wir an dieser Stelle einen wichtigen **Hinweis** vermitteln, der in zahlreichen Anwendungsfällen sehr entscheidend sein kann, wenn man nämlich Geräte am Funk-Schaltaktor betreibt, die nach einem Spannungsausfall automatisch wieder eingeschaltet werden sollen, etwa ein Kühlgerät. Ab Werk sind alle Aktoren stets so konfiguriert, dass sie aus Sicherheitsgründen bei Spannungswiederkehr nach einem Stromausfall abgeschaltet bleiben. Dies ist ein Sicherheitsfeature, um den unkontrollierten Anlauf von Maschinen und Geräten nach einem Spannungs-

ausfall zu verhindern. Für ein Kühlgerät bzw. dessen Inhalt ist dies allerdings fatal, wenn man das Einschalten nicht wieder manuell vornimmt. Für genau solche Fälle kann man allerdings den Funk-Schaltaktor so programmieren, dass er in diesem Fall genau das sonst nicht gewünschte Verhalten aufweist, nämlich nach Spannungswiederkehr automatisch einschaltet.

Dazu ist zunächst die Spannungsschwelle in der Konfiguration des Geräts im Sensor kanal „Spannung“ auf den Wert, der bei Spannungswiederkehr überschritten werden soll, also z. B. 200 V, einzustellen.

Danach erfolgt eine direkte interne Verknüpfung zwischen Sensor und Schaltkanal des Funk-Schaltaktors, wie in Bild 10 gezeigt. Hat man diese Verknüpfung, die dem Aktor nichts weiter sagt, als dass er, wenn er mehr als 200 V misst, sich dauerhaft und sofort einschalten soll, per „Übernehmen“ an den Aktor gesandt, wird dieser sich nun immer, auch ohne Verbindung zur CCU2, einschalten, sobald die volle Netzspannung anliegt.

Soll der Aktor einmal ein anderes Gerät steuern, ist diese interne Verknüpfung aus Sicherheitsgründen wieder aus dem Aktorspeicher zu löschen!

Kommen wir nun zu einigen Anregungen für den Einsatz des Funk-Schaltaktors. Zahlreiche Anwendungsfälle werden hier dem in Bild 11 gezeigten Muster entsprechen, das das bedingte Schalten erläutert. Hier sei dies ausführlich am Beispiel einer Waschmaschine gezeigt, wobei der in Bild 11 gezeigte Abschaltwert zunächst fiktiv ist.

Das Beispiel Waschmaschine

Die Waschmaschine steht fernab im Keller und ist an den Funk-Schaltaktor angeschlossen. Sinkt ihre Leistungsaufnahme unter den Abschaltwert, soll sie abgeschaltet werden, aber gleichzeitig soll ein HomeMatic-Funk-Gong signalisieren, dass die Waschmaschine fertig ist. Der HomeMatic-MP3-Funk-Gong eignet sich hierfür besonders gut, da er eine empfangene Meldung speichert und diese später auf Knopfdruck ausgeben kann, also etwa nach der Rückkehr vom Einkaufen.

Zuerst sollte man, wie bereits beschrieben, einen Waschgang mit der Diagrammfunktion aufzeichnen, um die Abschaltswelle zu ermitteln.



Bild 9: Über diesen Dialog lässt sich die Speicherkarte in der CCU2 initialisieren und auslesen.



Bild 10: Über diese einfache, geräteinterne Verknüpfung kann man das Verhalten des Funk-Schaltaktors nach einem Netzausfall bei Spannungswiederkehr festlegen.

Sender			Verknüpfung			Empfänger		
Name	Seriennummer	Kanalparameter	Name	Beschreibung	Aktion	Name	Seriennummer	Kanalparameter
HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221544-5	KEQ0221544-5	Bearbeiten	HM-ES-PMSw1-PI KEQ022	Standardverknüpfung Spa	Löschen	HM-ES-PMSw1-PI KEQ0221544-1	KEQ0221544-1	Bearbeiten

Profilinstellung - Sender

Profilinstellung - Empfänger
 Schalter ein
 Der Schalter wird bei Empfang des oberen Grenzwerts eingeschaltet.
 Wann der Schaltbefehl vom Schaltaktor mit Leistungsmessung gesendet wird, wird am entsprechenden Kanal eingestellt.

Einschaltverzögerung: keine
 Einschaltdauer (Verweildauer im Zustand "ein"): unendlich

Als neue Profilvorlage speichern. Empfängerprofil testen. Als neue Profilvorlage speichern.

Abbrechen Übernehmen OK

Bild 12 zeigt ein solches Diagramm. Hier können wir sehen, dass für das Beispiel ein Strom von unter 300 mA als „Aus“ gilt, und ein solcher von mehr als 500 mA als „Ein“.

Diese Werte tragen wir in die Einstellungen des Stromsensors in der Geräteeinstellung der Waschmaschine ein (Bild 13, siehe auch Kapitel „Konfiguration“ -> „Sensorkanäle“). Damit haben wir den Entscheidungswert 200 für 500 mA und den Entscheidungswert 0 für 300 mA festgelegt.

Um sich den Status der Waschmaschine in der CCU anzeigen zu lassen, erstellt man mit dem Menüpunkt „Neu“ unter „Einstellungen“ -> „Systemvariablen“ eine sogenannte Systemvariable (Bild 14).

Danach geht es an das Erstellen des eigentlichen Zentralenprogramms (Bild 15). Dies erfolgt unter „Programme und Verknüpfungen“ -> „Programme und Zentralenverknüpfungen“. Hier werden die Bedingungen und deren Folgen miteinander verknüpft, sodass die eben gebildete Systemvariable „Waschmaschine“ über den Strom-Sensor kanal des Funk-Schaltaktors geschaltet wird. Die 2 min Verzögerung sind notwendig, um die Ruhepausen der Waschmaschine sicher zu erfassen. Diese Zeit ist natürlich entsprechend der eigenen Maschine anzupassen. Auch sie lässt sich übrigens aus dem Diagramm herauslesen, wenn man die Zoomfunktion bemüht.

Um nun den Funk-Gong auszulösen, kommt wieder die Systemvariable „Waschmaschine“ ins Spiel. Nachdem deren Schalten erst einmal durch das Abschaltprogramm sichergestellt ist, kann man ein weiteres Zentralenprogramm erstellen, das die Fertigmeldung am Funk-Gong auslöst. Bild 16 zeigt das Programm inklusive seiner Einstellfenster.

Vielfältiger Einsatz

Nach diesem bzw. ganz ähnlichen Mustern lassen sich alle Sensoren des Funk-Schaltaktors vielfältig einsetzen und verknüpfen.

Die einfache Master-Slave-Funktion der A/V-Anlage hatten wir ja schon kurz angeschnitten. Hierfür lässt sich der Funk-Schaltaktor so program-

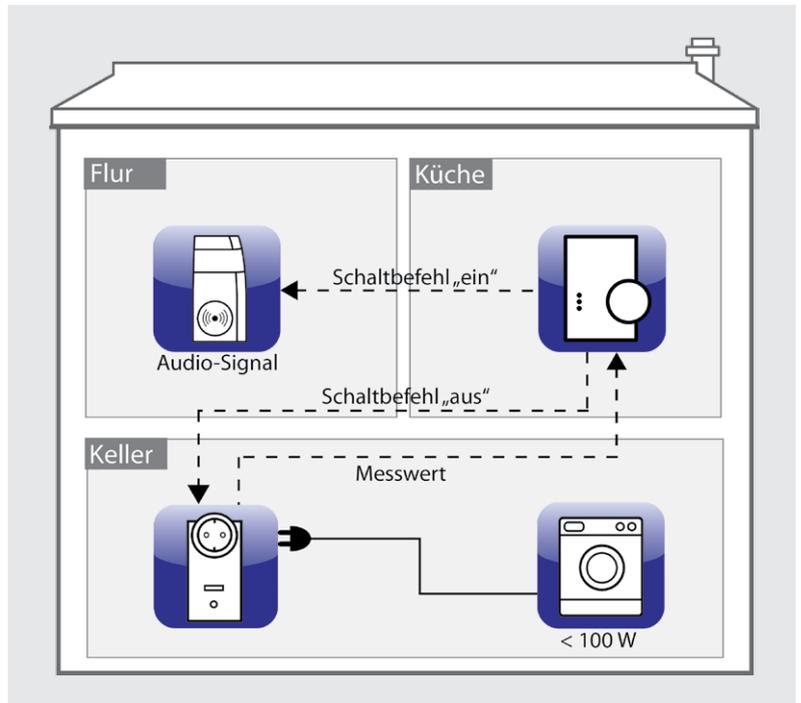


Bild 11: Diese Konfiguration zeigt eine typische Aufgabe für ein bedingtes Schalten.

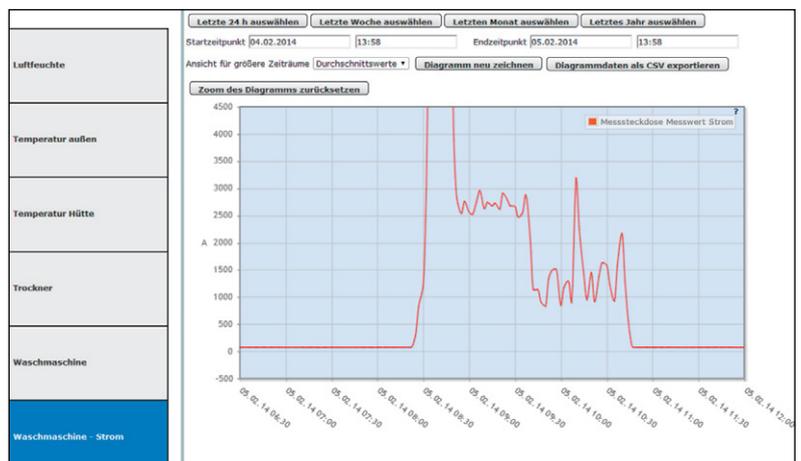


Bild 12: Aus der Messwerterfassung bei einem Waschzyklus lassen sich alle relevanten Parameter für eine Steuerung herauslesen ...

Bild 13: ... und als Grenzwerte für den Stromsensor des Funk-Schaltaktors eintragen.

Waschmaschine Strom	Ch.: 4	Strom-Sensor
		Schaltbefehl bei Über- bzw. Unterschreiten der Stromstärke
		Entscheidungswert (200) bei Überschreitung des oberen Grenzwerts senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde, oder Entscheidungswert (0) bei Unterschreitung des unteren Grenzwerts senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde.
		Oberer Grenzwert: 500 mA (0 - 16000) Unterer Grenzwert: 300 mA (0 - 16000)



Name	Beschreibung	Variablentyp	Werte	Ma%DFeinheit	Kanalzuordnung
Waschmaschine		Logikwert	Wertebezeichnung: wahr = Läuft falsch = Fertig		<input type="radio"/> ohne <input type="radio"/> mit Kanalauswahl

Bild 14: Um sich den Status der Waschmaschine in der CCU anzeigen zu lassen, erstellt man eine Systemvariable.

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)	Aktivität (Dann...)	Aktion
Systemvariable Waschmaschine setzen		Kanalzustand: Waschmaschine Strom bei Entscheidungswert im Wertebereich größer oder gleich 1 bei Änderung auslösen	Systemzustand: Waschmaschine sofort auf Läuft setzen	systemintern
Bedingung: Wenn...				
Geräteauswahl	Waschmaschine Strom	bei Entscheidungswert im Wertebereich größer oder gleich 1	bei Änderung auslösen	
UND				
ODER				
Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Systemzustand	Waschmaschine	sofort	Läuft	
Bedingung: Sonst, wenn...				
Geräteauswahl	Waschmaschine Strom	bei Entscheidungswert im Wertebereich kleiner oder gleich 0	bei Änderung auslösen	
UND				
ODER				
Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Systemzustand	Waschmaschine	verzögert um 2 Minuten	Fertig	
Aktivität: Sonst... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				

Bild 15: Im Zentralenprogramm erfolgen die logischen Verknüpfungen von Geräten, Ereignissen und Bedingungen.

mieren, dass er bei Unterschreiten eines zuvor ermittelten (oder per technischen Daten bekannten) Stand-by-Leistungswerts des Hauptgeräts, z. B. eines Fernsehgeräts mit 10 W, nach einer Wartezeit alle Anlagenteile komplett abschaltet. Dies kann man quasi beliebig mit weiteren Sendern, Aktoren oder Sensoren kombinieren, etwa einem Handsender zum Wiedereinschalten bzw. manuellen Abschalten der Geräte. Oder man bindet einen Türkontakt und/oder Bewegungsmelder mit ein. Diese können z. B. für weitere Stromersparnis sorgen, nämlich durch die Implikation: Wenn nach dem Schalten in den Stand-by-Zustand bald der Türkontakt geöffnet und wieder geschlossen wird, und auch der Bewegungsmelder danach keine Anwesenheit mehr feststellt, kann eine schnellere Totalabschaltung erfolgen.

Umgekehrt kann etwa der Türkontakt dafür sorgen, dass die A/V-Anlage schon bei Betreten des Raums in Bereitschaft geschaltet wird, um dann mittels der normalen Gerätefernbedienung bei Bedarf komplett eingeschaltet zu werden. Dieses Beispiel lässt sich quasi beliebig erweitern, indem man eine Rollladensteuerung, eine Lichtszenensteuerung und eine entsprechende Heizungseinstellung auslöst, die Sicherheitsanlage des Hauses extern schärft usw.

Ein weiteres Beispiel wäre die Überwachung von Geräten auf Fehlfunktionen. Es ist ja gar nicht so selten, dass Geräte, die im Dauerbetrieb arbeiten (müssen), einen Defekt, etwa im Netzteil, erleiden, und dann einen Brand hervorrufen können. Auch so etwas kann man mit diesem messenden Aktor überwachen bzw. verhindern. Einfach eine Höchstlast einstellen, bei deren Überschreiten abgeschaltet und alarmiert wird!

Strom sparen ist ja heute ein wichtiges Thema, deshalb auch hierzu ein Beispiel. Man hat im Bad oder in der Küche einen elektrischen Boiler, der ständig für warmes Wasser sorgt. Wenn dieser rund um die Uhr läuft, kostet dies enorm Strom, und das für vielleicht nur wenige Benutzungen am Tag. Zusätzlich lebt man mit einem solchen Gerät auch immer latent mit einer potenziellen Brandgefahr, zumindest wenn man ältere Exemplare ohne eigene Intelligenz betreibt. Hier wartet eine Aufgabe auf unseren Funk-Schaltaktor. Einfach einen Türkontakt installieren und den so mit dem messenden Funk-Aktor verknüpfen, dass nach Aktivieren des Türkontakts ein einmaliger Heizvorgang des Boilers ausgelöst wird. Ist der abgeschlossen, schaltet der Thermostat des Boilers dessen Heizung ab, wir haben so ein gut erfassbares Abschaltkriterium. Wir können also den Inhalt des Boilers nutzen, etwa die Hände waschen oder die Morgentoilette absolvieren, dann ist der Boiler erst einmal abgeschaltet, bis der Türkontakt ein erneutes Betreten des Raums signalisiert. Wieder kann man hier den Türkontakt mit einem Bewegungsmelder verknüpfen, um eindeutig signalisieren zu können, wann der Raum betreten oder verlassen wird.

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)
Systemvariable Waschmaschine - Gong		Systemzustand: Waschmaschine bei Änderung auslösen Fertig
Bedingung: Wenn...		
Systemzustand	Waschmaschine	bei Fertig bei Änderung auslösen
UND		
ODER		
Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).		
Geräteauswahl	MP3 Gong 1 Gong	sofort Kanalaktion auf 0
Geräteauswahl	MP3 Gong 1 Licht	sofort Kanalaktion auf 0
Aktivität: Sonst... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).		

Modus einstellen!	
Lautstärke	100%
Wiederholungen (0 - 255)	1
Abspieldauer	Dateilänge
max. 10 MP3-Files (z. B. 1, 4, 5, 24)	
	6

Modus einstellen!	
Kanal Aktiv / Inaktiv:	Aktiv
Wiederholungen (0 - 255)	2
Abspieldauer	Normale Länge
Wahl der Blinkfolge	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Aus	<input type="radio"/>
Orange kurz	<input type="radio"/>
Orange lang	<input type="radio"/>
Rot kurz	<input type="radio"/>
Rot lang	<input type="radio"/>
Grün kurz	<input type="radio"/>
Grün lang	<input type="radio"/>
Pause	<input type="radio"/>

Bild 16: Das Konfigurations- und Programmbeispiel für die Ansteuerung des MP3-Funk-Gongs



Gleichzeitig kann hier der Funk-Schaltaktor als Sicherheitseinrichtung dienen, indem eine obere Schaltschwelle der Leistungsaufnahme des Boilers definiert wird und bei deren Überschreiten immer abgeschaltet und bei Bedarf auch signalisiert wird.

Umgekehrt ist der Funk-Schaltaktor auch sehr gut als Lastausfallerkennung einsetzbar. So kann der Ausfall einer Maschine, eines Antriebs, einer Heizung, eines Kühlgeräts usw. eindeutig signalisiert werden.

Abschließend soll hier nochmals auf die mögliche Funktion des Funk-Schaltaktors als Energiemessgerät verwiesen werden. Wirft man einen Blick auf die technischen Daten des Geräts, so sieht man, dass hier eine recht hohe Auflösung und Messgenauigkeit erzielt wird, im Kasten „Elektronikwissen“ sind dazu nähere Ausführungen zu finden. Entspre-

chend breit kann das Gerät als Energiemessgerät, etwa zur Analyse des Stromverbrauchs im eigenen Haus, herangezogen werden. Zusammen mit dem Diagramm-Programmteil und der Exportmöglichkeit der Daten, z. B. in MS Excel, wo man mit wenigen Rechenfunktionen auch eine komplette Kostenanalyse bzw. -prognose erstellen lassen kann, hat man hier gleichzeitig ein genaues Energiemessgerät zur Hand.

Im nächsten Teil werden die Schaltung und der Nachbau des HomeMatic-Funk-Schaltaktors ausführlich beschrieben. **ELV**

Messung der Wirkleistung

Die übliche Erfassung der zugrunde liegenden Messgrößen Spannung (U) und Strom (I) bis zum Analog-digital-Wandler (ADC) läuft so ab:

- Messung der Netzspannung: über Spannungsteiler auf ADC
- Messung des Stroms: erfassen mit Shunt-Widerstand oder Rogowskispule, dann über Verstärker auf ADC

Da Spannung und Strom sich im Wechselspannungsnetz ständig verändern, gilt zunächst nur zu einem Zeitpunkt: Augenblicksleistung $p(t) = u(t) \cdot i(t)$

Um einen stabilen Messwert zu erhalten, wird der arithmetische Mittelwert der Augenblicksleistung gebildet. Als zeitlichen Bezug verwendet man die Periodendauer (T), bei 50 Hz Netzspannung also 20 ms.

Wirkleistung:

$$P = \bar{p} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p(t) dt = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} u(t) \cdot i(t) dt$$

In der Praxis erfassen Leistungsmessgeräte einzelne Augenblickswerte von Spannung und Strom, multiplizieren diese miteinander, summieren die Ergebnisse auf und nähern sich damit dem Integral an.

Die Qualität der Leistungsmessung ist davon abhängig, wie schnell Augenblickswerte erfasst werden können und wie genau diese sind. Da hohe Auflösung und hohe Geschwindigkeit bei ADCs konkurrierende Eigenschaften sind und auch die Multiplikation bei hoher Auflösung eine gewisse Rechenleistung bzw. -zeit erfordert, kann die Qualität einiger Leistungsmessgeräte gewissen Sparmaßnahmen zum Opfer fallen:

1) Gleichrichten

Spannung und Strom werden gleichgerichtet und auf den ADC geführt. Die Werte aus dem ADC werden zu Effektivwerten von Spannung und Strom umgerechnet. Dabei wird angenommen, dass Spannung und Strom sinusförmig sind.

Die so ermittelten Effektivwerte werden miteinander multipliziert, und man erhält die Wirkleistung.

Vorteile: langsamer ADC und langsame Multiplikation ausreichend.

Nachteile: nur für sinusförmige Spannung und sinusförmigen Strom ohne Phasenverschiebung geeignet.

2) Periodisches Abtasten

Unter der Annahme, dass sich Spannung und Strom über mehrere Perioden gleichförmig fortsetzen, wird aus einzelnen Messungen aus mehreren Perioden die Signalform einer Periode zusammengesetzt. Wird das 50-Hz-Signal z. B. alle 20,2 ms mit einer Sample-and-Hold-Schaltung abgetastet, erhält man nach 100 Abtastungen die zusammengesetzte Signalform einer Periode mit einem zeitlichen Raster von 0,2 ms.

Vorteile: langsamer ADC und langsame Multiplikation ausreichend; keine Sinusform erforderlich; Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung erlaubt.

Nachteile: Spannung und Strom müssen sich über mehrere Perioden gleichförmig fortsetzen.

3) Ein gemeinsam genutzter ADC für Spannung und Strom

Es ist nur ein ADC vorhanden, der abwechselnd für die Messung von Spannung und Strom verwendet wird.

Vorteile: Einsparung Baugröße (Siliziumfläche) und damit Kosten.

Nachteile: keine synchrone Abtastung von Spannung und Strom und damit keine echte Augenblicksleistung.

Im Analog-Front-End-IC CS5490 von Cirrus Logic sind keine der oben genannten Sparmaßnahmen zu finden. Der CS5490 enthält 2 separate 24-Bit-Delta-Sigma-ADCs 4. Ordnung, die Spannung und Strom mit jeweils 4 kHz abtasten. Die Ergebnisse werden von einem integrierten Rechenwerk verarbeitet und sind dann an der UART-Schnittstelle verfügbar.

