

Das Handbuch für den Einsatz von elektrischen Energiezählern

Inhalt

1 Einführung	3
2 Anschluss der Energiezähler	6
2.1 . Zweileiter-Wechselstromnetz.....	6
2.2 . Dreileiter-Drehstromnetz beliebiger Belastung	7
2.3 . Vierleiter-Drehstromnetz beliebiger Belastung	8
3 Hinweise zur Zählerinstallation	9
3.1 . Direktanschluss.....	9
3.2 . Messung mit Strom- und / oder Spannungswandler	9
3.3 . Überprüfen der Zählerinstallation.....	9
4 Leistungsaufnahme	10
4.1 . Leistungsaufnahme des Energiezählers	10
4.2 . Leistungsaufnahme der sekundären Messleitungen.....	10
5 Energieberechnungen	11
5.1 . Blinkfrequenz, Blinkperiodendauer der Leuchtdiode	11
5.2 . Energieanzeige und Impulsausgang.....	12
5.2.1 Direktmessung	12
5.2.2 Messung mit Stromwandler.....	12
5.2.3 Messung mit Strom- und Spannungswandler	13
5.2.4 Einstellbare Verhältnisse für Strom- und Spannungswandler	13
5.2.5 Genauigkeit der Energiemessung	14
5.3 . Frequenz der Energieimpulse	14
5.4 . Impulsfrequenz des Energiemessgerätes	15
5.5 . Impulskonstante des Energiemessgerätes.....	15
6 Impulsausgang	16
6.1 . Positive Logik.....	16
6.2 . Negative Logik	16
6.3 . Leitungslängen	16
7 Applikationen	17
7.1 . Energiesummierung mit Wandlerzähler.....	17
7.2 . Messungen mit einem Wechselstromzähler in einem Drehstromsystem	18
7.3 . Messung mit einem ARON-Zähler bei 2-phasiger Last.....	18
7.4 . Messung mit einem ARON-Zähler und einem Stromwandler	19
7.5 . Messung im 3-Leiter 220 V Netz.....	19

Wichtiger Hinweis

Ausführliche Informationen und Tools zu den Schnittstellen der Energiezähler können beim entsprechenden Zählertyp von der Gossen Metrawatt Homepage geladen werden.

<http://www.gossenmetrawatt.com>

Weiterführende Informationen zum Einsatz von Energiezählern für die Abrechnungen von Energiekosten gegenüber Dritten sind auf der gleichen Seite enthalten.

Übersicht der Bauartzulassungen (Voraussetzung für eine Eichung)

Eichpflicht bei Energiezählern (Rechtliche Grundlagen)

1 Einführung

Die Messtechnik der elektrischen Energie (Wh) ist nahe verwandt mit der Technik, die bei der Messung der elektrischen Leistung (W) zum Einsatz kommt.

Für die **Leistung in Wechselstromsystemen** gilt:

$$P = U \cdot I$$

oder

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Für die **Energie in Wechselstromsystemen** gilt:

$$W = P \cdot t$$

Für die **Leistung in Drehstromsystemen** gilt:

$$P = U_1 \cdot I_1 + U_2 \cdot I_2 + U_3 \cdot I_3$$

Für die **Leistung in gleichbelasteten Drehstromsystemen** gilt:

$$P = 3 \cdot U \cdot I \quad (1)$$

oder

$$P = 3 \cdot (U_{\text{Stern}} \cdot I) \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

Für die **Energie in Drehstromsystemen** gilt:

$$W = P \cdot t$$

Dreieckspannung - Sternspannung:

In Drehstromsystemen wird üblicherweise mit der Dreieckspannung gerechnet. Die Dreieckspannung ist wiederum über den Faktor $\sqrt{3}$ mit der Sternspannung verknüpft.

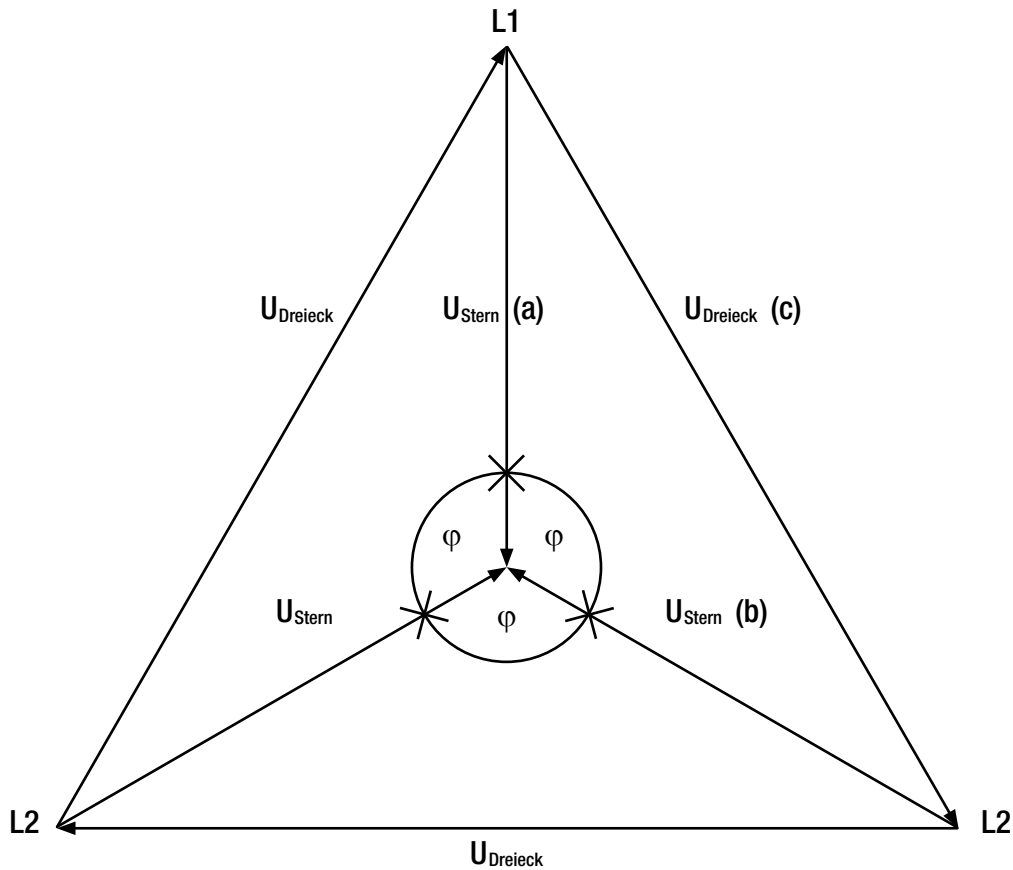
$$U_{\text{Stern}} = U_{\text{Dreieck}} / \sqrt{3} \quad (3)$$

Ableitung des Faktors $\sqrt{3}$:

ausgehend von dem Cosinussatz und den Winkelverhältnissen in dem unten gezeigten Spannungsdreieck ergibt sich:

$$a = b = U_{\text{Stern}} = 1 ; c = U_{\text{Dreieck}} ; \varphi = 120^\circ ; c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \varphi \Rightarrow$$

$$U_{\text{Dreieck}} = \sqrt{(1^2 + 1^2 - 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \cos 120^\circ)} = \sqrt{(1 + 1 - 2 \cdot (-0,5))} = \sqrt{3}$$



Setzt man die Gleichung (3) in die Leistungsgleichung (1) oder (2) ein, erhält man:

$$P = 3 \cdot U_{\text{Dreieck}} / \sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Weil in der Regel davon ausgegangen wird, dass es sich in Drehstromsystemen um die Dreiecksspannung oder verkettete Spannung U handelt, verzichtet man auf den Index.

Mit dem Quotienten $3 / \sqrt{3} = \sqrt{3}$ ergibt sich:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Bei der Energiemessung muss die jeweilige Leistung „P“ mit der Zeit „t“ multipliziert werden.

Technische Umsetzung der Energiemessung:

Gerätetechnisch wird diese Forderung durch einen, dem Leistungsmessteil nachgeschalteten Spannungs-Frequenzwandler realisiert. Die einzelnen Impulse werden anschließend mit Hilfe eines elektromechanischen Zählwerks summiert und zusätzlich als Impulsausgang zur Verfügung gestellt.

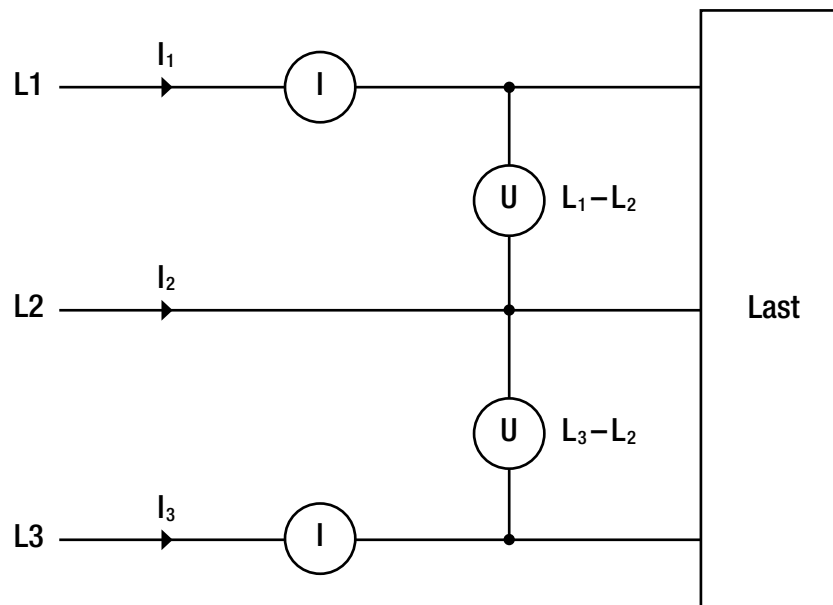
In **Wechselstromsystemen** kommt ein einphasiger Zähler zum Einsatz.

Im **Vierleiter-Drehstromsystem** mit Nulleiter (N) und unsymmetrischer Belastung muss ein Messsystem mit drei Multipliziersystemen eingesetzt werden. Die „Dreiwattmeter-Methode“ kann auch dann eingesetzt werden, wenn der Neutralleiter fehlt, aber ein künstlicher Sternpunkt vorhanden ist. Diese Methode führt bei Verwendung präziser Wattmeter zu einer sehr genauen Messung.

Sehr häufig sind in der Industrie jedoch **Dreileiter-Drehstromsysteme** anzutreffen. Dort kommt die **ARON-Schaltung** zum Einsatz. Die Vorteile dieser Schaltung liegen in dem verminderten Aufwand auf der Wandler- und Geräteseite.

Mit Hilfe dieser Messschaltung kann mit nur zwei Stromwandlern in den Phasen L_1 und L_3 die Leistungs- bzw. Energiemessung durchgeführt werden. Die Messung wird aber nur dann korrekte Ergebnisse liefern, wenn die vektorielle Summe aller Ströme in dem zu messenden System „0“ ergibt ($I_1 + I_2 + I_3 = 0$). Diese Voraussetzung ist nur dann gegeben, wenn keinerlei Ströme (Leckströme kapazitiver, induktiver oder ohmscher Art) nach Erde abfließen.

Die **Theorie der ARON-Schaltung** lässt sich mit folgenden Gleichungen darstellen:



- (1) $P = UL_1 \cdot IL_1 + UL_2 \cdot IL_2 + UL_3 \cdot IL_3$
(2) $IL_1 + IL_2 + IL_3 = 0$
(3) aus (2) $IL_2 = -IL_1 - IL_3$
(3) in (1) $P = UL_1 \cdot IL_1 + UL_2 \cdot (-IL_1 - IL_3) + UL_3 \cdot IL_3$
(4) $P = IL_1 \cdot (UL_1 - UL_2) + IL_3 \cdot (UL_3 - UL_2)$

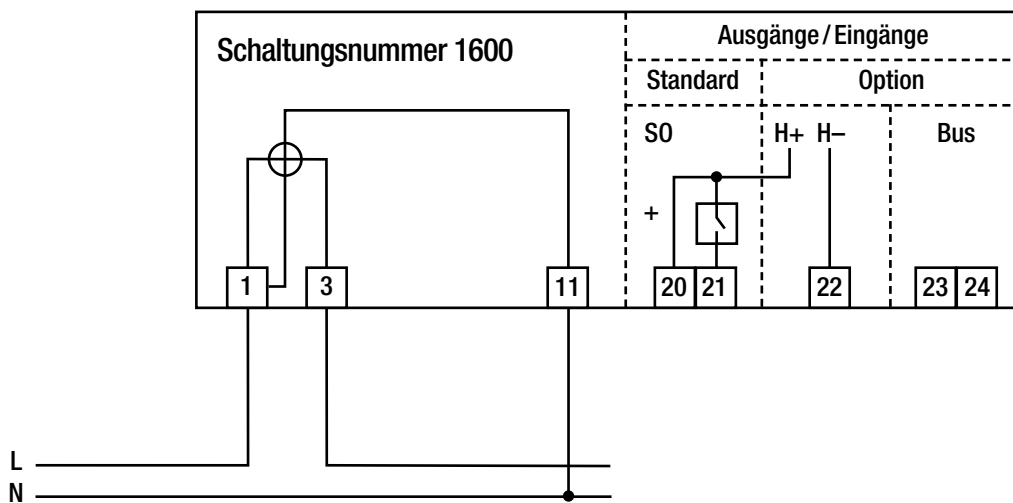
Die Terme $(UL_1 - UL_2)$ und $(UL_3 - UL_2)$ stellen die Dreiecksspannungen dar.

UL_1 , UL_2 und UL_3 sind die entsprechenden Leiterspannungen gegen Erde oder einen beliebigen virtuellen Bezugspunkt. Die oben aufgeführten Gleichungen sind vektoriell aufzufassen

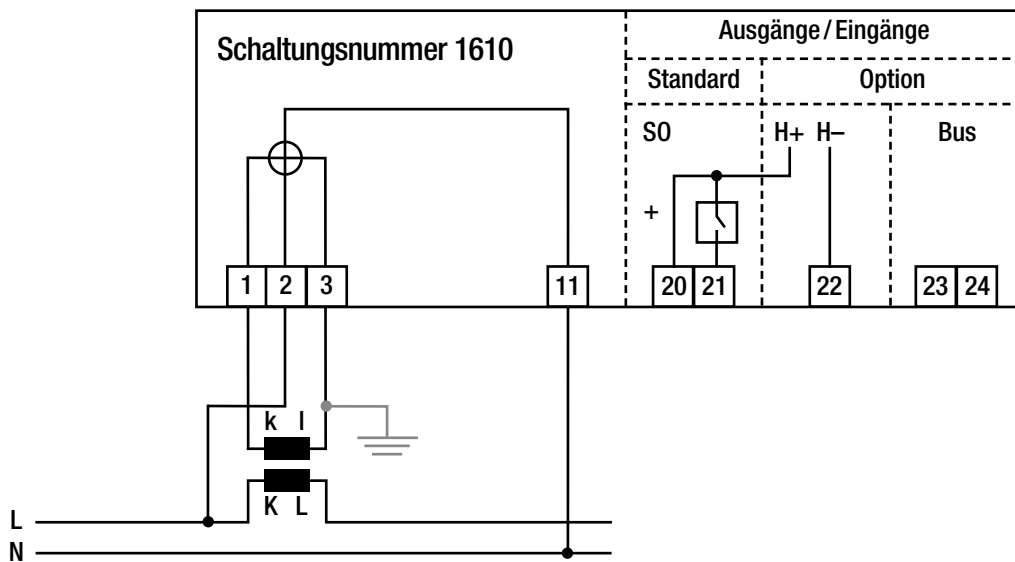
2 Anschluss der Energiezähler

2.1 Zweileiter-Wechselstromnetz

Direktanschluss

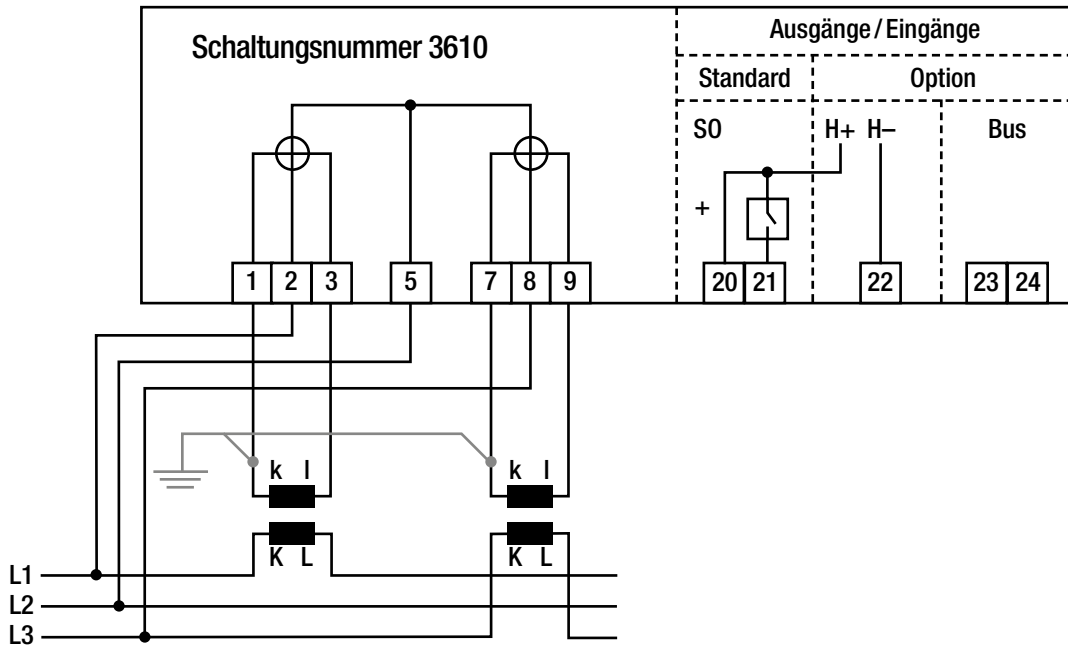


Anschluss mit Stromwandler

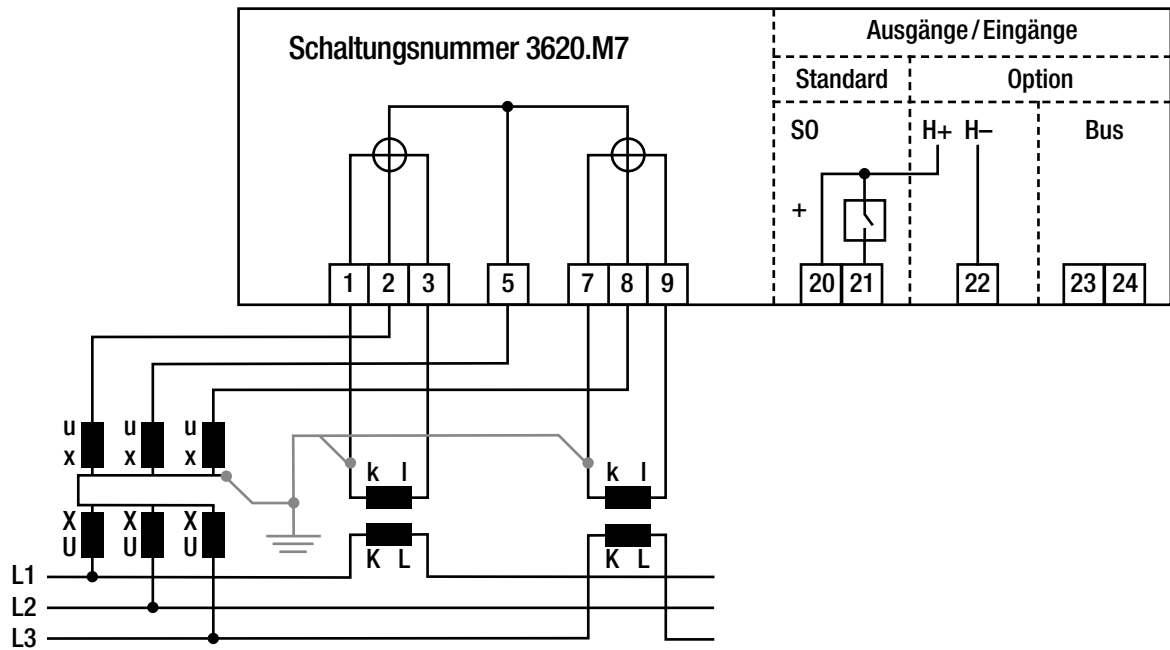


2.2 Dreileiter-Drehstromnetz beliebiger Belastung

Anschluss mit Stromwandler

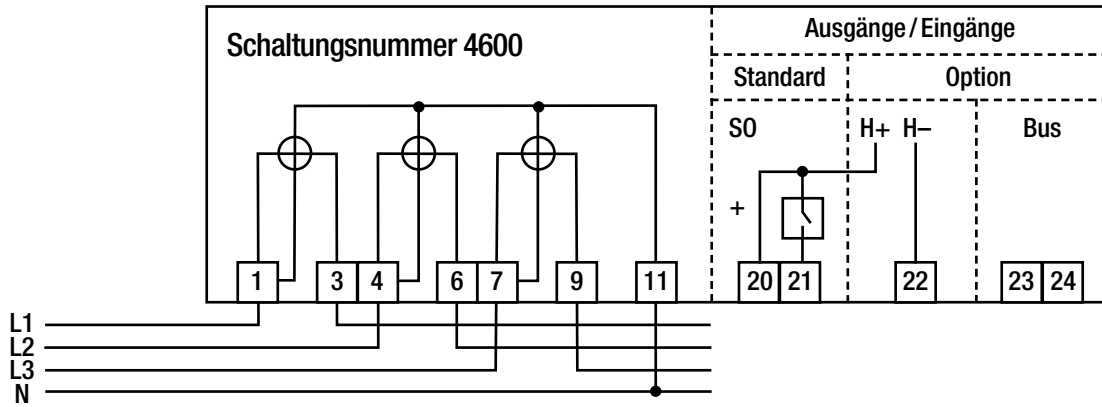


Anschluss mit Strom- und Spannungswandler

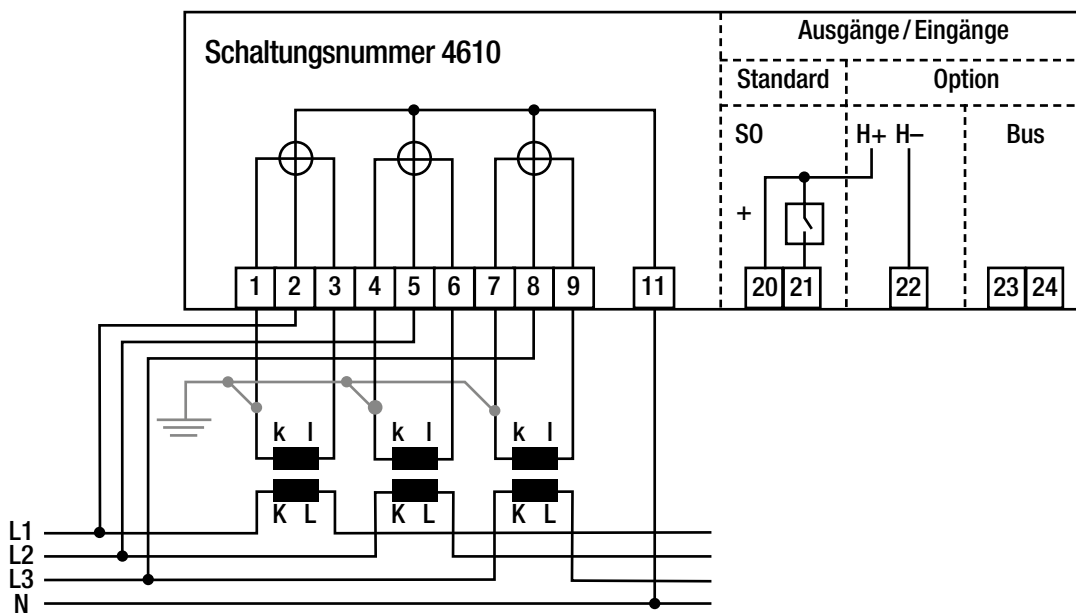


2.3 Vierleiter-Drehstromnetz beliebiger Belastung

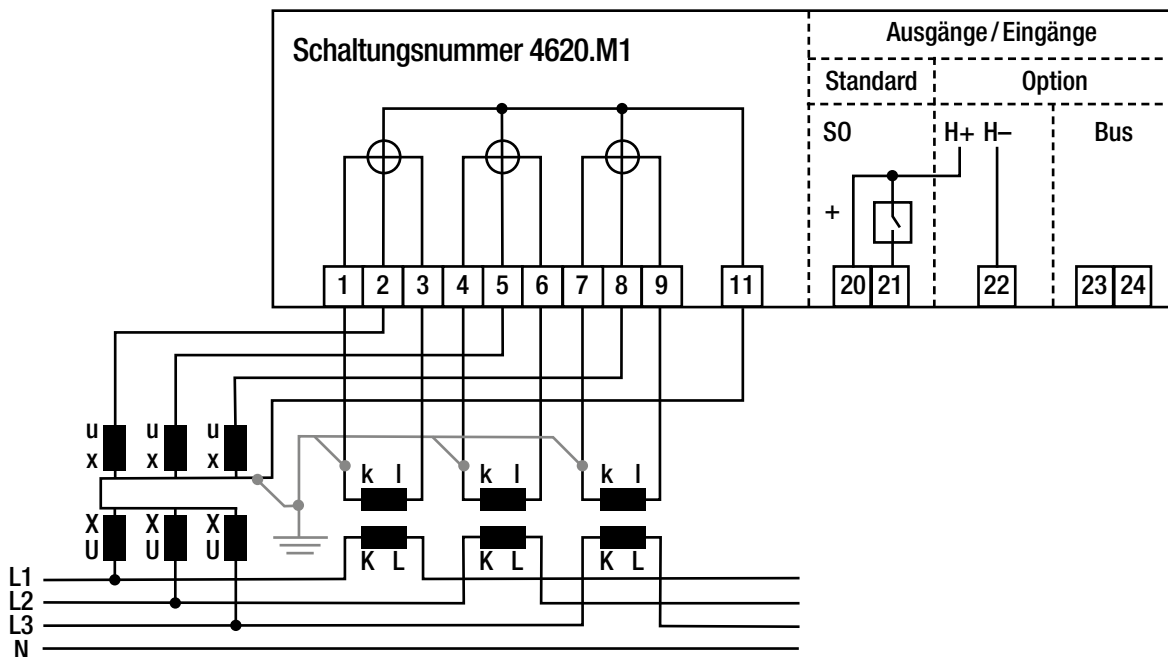
Direktanschluss



Anschluss mit Stromwandler



Anschluss mit Strom- und Spannungswandler



3 Hinweise zur Zählerinstallation

3.1 Direktanschluss

- ➔ Vor dem Energiezähler sollten alle Phasen mit 63 A Schmelzsicherungen (Zählervorsicherung) abgesichert werden. Der Spannungspfad ist im Energiezähler direkt mit dem Strompfad verbunden und wird nicht getrennt abgesichert.
- ➔ Bei den Zählertypen U1281, U1289, U389A müssen die Spannungsklemmen 2, 5 und 8 zugedreht sein, damit die Verbindung zwischen Strom- und Spannungskreis hergestellt ist.

3.2 Messung mit Strom- und / oder Spannungswandler

- ➔ Vor dem Energiezähler sollten alle Phasen mit 63 A Schmelzsicherungen (Zählervorsicherung) abgesichert werden. Im Sekundärkreis der Wandler dürfen keine Sicherungen enthalten sein. Normalerweise muss ein direkt angeschlossener Spannungspfad nicht getrennt abgesichert werden. Wird dennoch eine Absicherung gewünscht, dann ist diese gemäß der maximal zulässigen Leistungsaufnahme von 10 VA pro Phase zu dimensionieren.
- ➔ Die Anschlüsse der Wandler an den Zählern (k,l/u,v/u,x– siehe Anschlussbilder) müssen den Vorschriften entsprechen.
- ➔ Die Sekundärseite der Strom- und Spannungswandler sollte geerdet sein.
- ➔ Die Stromwandler nie offen betreiben, zuerst kurzschließen und dann den Zähler vom Netz trennen. Erleichterung bei Servicemaßnahmen schafft ein separater Klemmenblock zwischen Stromwandler und Zähler.
- ➔ Bei der Messung mit vorgeschalteten Wandlern muss die angezeigte Energie mit den Übersetzungsverhältnissen multipliziert werden. Am Zähler selbst ist hierfür eine beschriftbare Leiste vorgesehen (CT- bzw. VT-Faktor).

3.3 Überprüfen der Zählerinstallation

Damit der Zähler richtig arbeitet sind folgende Punkte zu beachten:

- ➔ Blinkt bei den Zählern U128X, U138X die rote Leuchtdiode bzw. bei den Zählern U389X die rote Leuchtdiode mit der Bezeichnung Imp./kWh?
- ➔ Sind die Stromwandler richtig angeschlossen und in Ordnung?
Die häufigste Ursache für Fehlmessungen ist der falsche Anschluss der Stromwandler.
Die Zähler U128X, U138X zeigen verpolte Stromwandler durch Blinken des zugehörigen Phasensymbolen im Display an.
Bei den Zählern U389X werden verpolte Stromwandler durch Leuchten der Reverse-Leuchtdiode angezeigt.
- ➔ Sind die einzelnen Phasen richtig angeschlossen und stimmt das Drehfeld?
Die Zähler U128X, U138X zeigen den Drehfeldfehler im Display durch Blinken der Phasensymbole in der Reihenfolge 3-2-1 und den Phasenausfall durch Ausblenden des zugehörigen Phasensymbols an.
- ➔ Überprüfen Sie die gemessene Leistung.
Messen Sie den Strom und berechnen Sie unter Berücksichtigung der anliegenden Spannung die Leistung.
Vergleichen Sie den theoretisch gefundenen Wert mit der Leistungsanzeige im Display der Zähler U128X, U138X oder bei den Zählern U389X mit der Blinkfrequenz der Imp./kWh-Leuchtdiode (siehe Kapitel 5.1).
Diese Methode wird allerdings nur dann zu einem brauchbaren Ergebnis führen, wenn der $\cos \varphi$ bekannt ist und in die Rechnung einbezogen wird.

4 Leistungsaufnahme

Wird einem Zähler ein Stromwandler vorgeschaltet, dann berechnet sich die Stromwandler-Nennleistung aus der Leistungsaufnahme des Energiezählers und der sekundären Messleitungen. Es gilt:

$$S_{\text{Sek}} = S_{\text{Kabel}} + S_{\text{Zähler}}$$

S = Scheinleistung (VA)

4.1 Leistungsaufnahme des Energiezählers

→ Spannungspfad

Die für die Elektronik des Zählers benötigte Leistung wird über den Spannungspfad zugeführt.

Sie beträgt beim

Zweileiterzähler < 5 VA

Drei- und Vierleiterzähler < 3 VA pro Phase

→ Strompfad

Die Leistungsaufnahme des Strompfads beträgt:

bei I_{max} < 1 VA

bei $I_B = 1 \text{ A}$ < 0,02 VA

bei $I_B = 5 \text{ A}$ < 0,5 VA

bei $I_B = 10 \text{ A}$ < 0,02 VA

4.2 Leistungsaufnahme der sekundären Messleitungen

Der folgenden Tabelle können Richtwerte für die Kabelscheinleistung (VA) als Funktion der Kabellänge und des Querschnitts entnommen werden.

Sekundärstrom A	Querschnitt mm ²	Leitungslänge (Hin- und Rückleitung)				
		0,5 m	1,0 m	2,5 m	5 m	10 m
5 A	1,5	0,3 VA	0,6 VA	1,5 VA	2,9 VA	5,8 VA
5 A	2,5	0,2 VA	0,4 VA	0,9 VA	1,8 VA	3,6 VA
5 A	4,0	–	–	0,6 VA	1,1 VA	2,2 VA
1 A	1,0	0,02 VA	0,04 VA	0,09 VA	0,18 VA	0,35 VA
1 A	1,5	0,01 VA	0,03 VA	0,06 VA	0,12 VA	0,23 VA
1 A	2,5	0,01 VA	0,02 VA	0,04 VA	0,07 VA	0,14 VA

5 Energieberechnungen

5.1 Blinkfrequenz, Blinkperiodendauer der Leuchtdiode

Bei den Zählern U128X, U138X, U389X ist eine Leuchtdiode vorhanden die in Abhängigkeit vom Energiefluss blinkt und die Läufer-scheibenumdrehung eines herkömmlichen Ferraris-Zählers nachbildet. Die Impulsrate ist neben oder unterhalb der Leuchtdiode vermerkt.

Um bei gegebener Leistung auf die Blinkfrequenz zu schließen, kann folgende Gleichung verwendet werden:

$$\text{Blinkfrequenz (Hz)} = P_s \cdot \text{Impulsrate} / 3600$$

Aus dem Kehrwert der Blinkfrequenz errechnet sich die Blinkperiodendauer:

$$\text{Blinkperiodendauer (s)} = 1 / \text{Blinkfrequenz}$$

Beispiel:

Dreileiter-Drehstromsystem mit Stromwandler

<i>Übersetzungsverhältnis</i>	<i>1000 A/5 A</i>
<i>Strom sekundär (I)</i>	<i>2,4 A</i>
<i>Spannung (U)</i>	<i>400 V</i>
<i>Leistungsfaktor (cos φ)</i>	<i>0,8</i>
<i>LED-Impulsrate des Zählers</i>	<i>10.000 Imp./kWh</i>

Berechnung:

sekundärseitige Leistung Ps:

$$P_s = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P_s = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 2,4 \text{ A} \cdot 0,8 = 1330 \text{ W} = 1,33 \text{ kW}$$

primärseitige Leistung Pp:

$$P_p = P_s \cdot \text{Übersetzungsverhältnis}$$

$$P_p = 1,33 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ A/5 A} = 266 \text{ kW}$$

$$\text{Blinkfrequenz} = 1,33 \cdot 10000 / 3600 = 3,7 \text{ Hz}$$

$$\text{Blinkperiodendauer} = 1 / 3,7 \text{ Hz} = 0,27 \text{ s}$$

Bei richtigem Anschluss muss die Leuchtdiode alle 0,27 s blinken.

5.2 Energieanzeige und Impulsausgang

Die Energie kann sowohl vom Display oder Rollenzählwerk des Zählers abgelesen, als auch mit Hilfe der vom Zähler gelieferten Zählimpulse an einem räumlich entfernten Punkt integriert und errechnet werden.

Das 7-stellige Display oder elektromechanische Zählwerk zeigt die bezogene Energie mit einer Auflösung von 0,1 kWh bei direktmessenden Typen und mit einer Auflösung von 0,01 kWh bei Wandlertypen an.

Die Impulskonstante für den Impulsausgang des Zählers ist auf dem Typenschild vermerkt.

5.2.1 Direktmessung

Berechnung der verbrauchten Energie:

$$\text{verbrauchte Energie} = \text{angezeigte Energie}$$

Berechnung der Ausgangsimpulse:

$$\text{Energie pro Impuls} = 1 / \text{Impulskonstante}$$

Beispiel: *Impulskonstante des Zählers = 100 Impulse/kWh*

$$\text{Energie pro Impuls} = 0,01 \text{ kWh/Impuls}$$

5.2.2 Messung mit Stromwandler

Berechnung der verbrauchten Energie:

$$\text{verbrauchte Energie} = \text{angezeigte Energie} \cdot \ddot{U}_i$$

Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers:

$$\ddot{U}_i = \text{Primärstrom (I}_p\text{)} / \text{Sekundärstrom (I}_s\text{)} = \text{CT-Faktor}$$

Beispiel: *Angezeigte Energie = 1,33 kWh*

$$\text{Übersetzungsverhältnis Stromwandler } \ddot{U}_i = 1000 \text{ A/5 A}$$

$$\text{Verbrauchte Energie} = 1,33 \text{ kWh} \cdot 1000 \text{ A/5 A} = 266 \text{ kWh}$$

Berechnung der Ausgangsimpulse:

$$\text{Energie pro Impuls} = \ddot{U}_i / \text{Impulskonstante}$$

Beispiel: *Impulskonstante des Zählers = 1000 Impulse/kWh*

$$\text{Energie pro Impuls} = (1000 \text{ A/5 A}) / 1000 \text{ kWh/Impuls}$$

$$= 0,2 \text{ kWh/Impuls}$$

5.2.3 Messung mit Strom- und Spannungswandler

Berechnung der verbrauchten Energie:

$$\text{verbrauchte Energie} = \text{angezeigte Energie} \cdot \ddot{U}_i \cdot \ddot{U}_u$$

Übersetzungsverhältnis des Spannungswandlers:

$$\ddot{U}_u = \text{Primärspannung (Up)} / \text{Sekundärspannung (Us)} = \text{VT-Faktor}$$

Beispiel: *Angezeigte Energie = 1,33 kWh*

Übersetzungsverhältnis Stromwandler $\ddot{U}_i = 1000 \text{ A} / 5 \text{ A}$

Übersetzungsverhältnis Spannungswandler $\ddot{U}_u = 10000 \text{ V} / 100 \text{ V}$

$$\begin{aligned} \text{Verbrauchte Energie} &= 1,33 \text{ kWh} \cdot (1000 \text{ A} / 5 \text{ A}) \cdot (10000 \text{ V} / 100 \text{ V}) \\ &= 26600 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Berechnung der Ausgangsimpulse:

$$\text{Energie pro Impuls} = \ddot{U}_i \cdot \ddot{U}_u / \text{Impulskonstante}$$

Beispiel: *Impulskonstante des Zählers = 1000 Impulse/kWh*

$$\begin{aligned} \text{Energie pro Impuls} &= (1000 \text{ A} / 5 \text{ A}) \cdot (10000 \text{ V} / 100 \text{ V}) / 1000 \text{ kWh} / \text{Impuls} \\ &= 20 \text{ kWh} / \text{Impuls} \end{aligned}$$

5.2.4 Einstellbare Verhältnisse für Strom- und Spannungswandler

Bei den Energiezählern U138X können die Übersetzungsverhältnisse von Strom- und Spannungswandlern eingestellt oder eingeeicht werden. Das Display zeigt dann ohne manuelle Umrechnung direkt die Primärenergie an.

Weitere Informationen zu den Einstellmöglichkeiten und zu den Impulsraten des Ausgangsimpulses finden Sie in der Bedienungsanleitung des Zählers.

5.2.5 Genauigkeit der Energiemessung

Die bei der Messung erreichbare Genauigkeit ist von der Genauigkeitsklasse des Energiemessgerätes und den zulässigen Einflusseffekten abhängig. Die Genauigkeitsklasse gibt den zulässigen Fehler bei Betrieb unter Referenzbedingungen, d.h. bei definierten Werten von Leistungsfaktor, Spannung, Kurvenform und Umgebungstemperatur an.

Bei Abweichungen von den Referenzbedingungen sind zusätzliche Einflusseffekte zulässig. Der Einflusseffekt wird für jede Einflussgröße innerhalb eines definierten Bereiches (des Nenngebrauchsbereiches) im Datenblatt angegeben.

Als weitere Fehlerquellen müssen beachtet werden:

- ➔ Vertauschung der Anschlüsse. In Drehstromnetzen kann ein vertauschter Anschluss der Spannungs- und Strompfade geringe bis erhebliche Messfehler verursachen.
- ➔ Fehler der Messwandler. Beim Anschluss des Energiemessgerätes an das Netz über Messwandler (Stromwandler, Spannungswandler) müssen deren Fehlerbeiwerte beachtet werden.
- ➔ Bei der Energiemessung über kurze Zeitspannen kann eine zu niedrige Impulsfrequenz (unzureichende Auflösung) zu einem nennenswerten Fehler führen, wenn am Ende der Energiebezugsdauer die vorhandene Ladungsmenge zur Auslösung des letzten Impulses gerade nicht mehr ausreicht. Maximaler Fehler: $(1/n) \times 100\%$ $n = \text{Anzahl der Impulse}$

5.3 Frequenz der Energieimpulse

Für die Weiterleitung der Impulse ist der optimale Wert der Impulsfrequenz von vielen Gegebenheiten der Übertragungsstrecke und der Verarbeitungseinrichtung abhängig.

Bei der maximalen Impulsfrequenz ist zu beachten:

- ➔ Wie hoch soll die Auflösung der Messung (Ws pro Impuls) sein?
- ➔ Welche maximale Impulsfrequenz kann verarbeitet werden?
- ➔ Zulässige Schaltspiele und Schaltfrequenz eines Relais?
- ➔ Ablesen des zeitgleichen Zählerstandes mehrerer Zähler nur bei niedriger Puls-Frequenz möglich!
- ➔ Je niedriger die Impulsfrequenz und je länger die Impulspause, desto größer ist die Gefahr der Fehlmessung durch Störimpulse.

5.4 Impulsfrequenz des Energiemessgerätes

Die maximale Impulsfrequenz des Energiemessgerätes bei gegebener Impulszahl pro Ws ergibt sich zu:

$$f_{\max} = (K \cdot P \cdot L) / (VT \cdot CT) \text{ [HZ]}$$

K = Konstante des Energiemessgerätes (Impulszahl pro Ws)

P = Nennleistung des Netzes in W

L = Lastfaktor des Netzes (Überlast/Nennlast)

VT = Übersetzungsverhältnis Spannungswandler (U_p/U_s)

CT = Übersetzungsverhältnis Stromwandler (I_p/I_s)

Index p = Primärseite des Netzes

Index s = Sekundärseite des Netzes

Werden keine Messwandler verwendet, dann wird sowohl $U_p = U_s$ und damit $VT = 1$ als auch $I_p = I_s$ und damit $CT = 1$

Beispiel:

Für die maximale Leistung eines Drehstromnetzes (100 kV; 1 kA) bei gegebener Konstante des Energiemessgerätes ($K = 1000$ Impulse/kWh) soll die Impulsfrequenz berechnet werden.

gegeben: $L = 1,2$; $U_s = 100$ V; $I_s = 1$ A

$$P_p = U_p \cdot I_p \cdot \sqrt{3} \text{ [W]}$$

$$VT = 100 \text{ kV} / 100 \text{ V} = 10^3$$

$$CT = 1000 \text{ A} / 1 \text{ A} = 10^3$$

$$P_p = 100 \text{ kV} \cdot 1 \text{ kA} \cdot \sqrt{3} = \sqrt{3} \cdot 10^8 \text{ W}$$

$$K = 1000 \text{ Imp.} / \text{kWh} =$$

$$= 1000 \text{ Imp.} / \text{kWh} \cdot (1 / 1000 \text{ kW/W}) \cdot (1 / 3600 \text{ h/s}) =$$

$$= 2,778 \cdot 10^{-4} \text{ Imp./Ws}$$

$$f_{\max} = (2,778 \cdot 10^{-4} \text{ Ws}^{-1} \cdot \sqrt{3} \cdot 10^8 \text{ W} \cdot 1,2) / (10^3 \cdot 10^3) =$$

$$= 0,0577 \text{ Imp./s} = 3,46 \text{ Imp./min}$$

5.5 Impulskonstante des Energiemessgerätes

Für die erforderliche Impulskonstante des Energiemessgerätes bei gegebenen Daten des Netzes ergibt sich:

$$K \geq (f_{\max} \cdot VT \cdot CT) / (P \cdot L) \text{ [Imp./Ws]}$$

Beispiel: max. Leistung $P_p = 100 \text{ kV} \cdot 1 \text{ kA} \cdot \sqrt{3} = \sqrt{3} \cdot 10^8 \text{ W}$

Impulsfrequenz $f_{\max} = 1 \text{ Imp./Min} = 1,667 \cdot 10^{-2} \text{ Imp./s}$

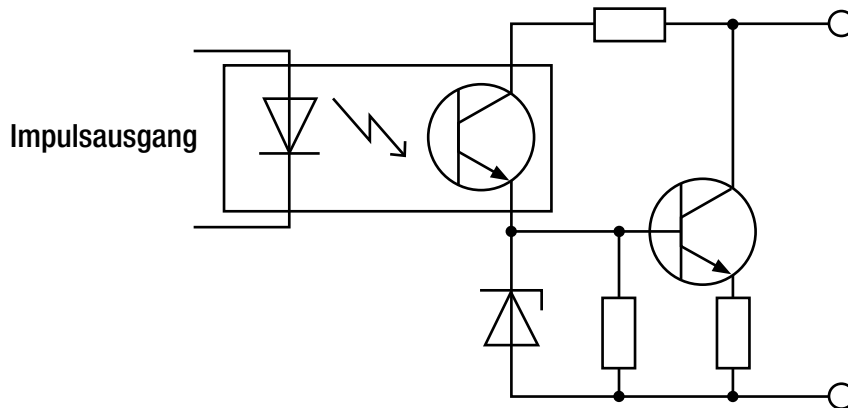
$$K \geq (1,667 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 \cdot 10^3) / (\sqrt{3} \cdot 10^8 \cdot 1,2)$$

$$K \geq 0,802 \cdot 10^{-4} \text{ Imp./Ws}$$

$$K \geq 0,28872 \text{ Imp./1Wh} = 288,72 \text{ Imp./kWh}$$

6 Impulsausgang

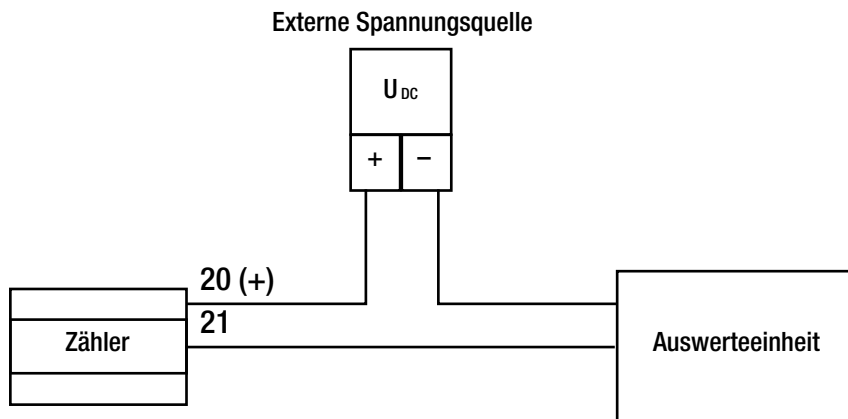
Der Impulsausgang der Zähler ist vom Messkreis über Optokoppler galvanisch getrennt und muss extern gespeist werden.



Schaltschema eines Impulsausgangs

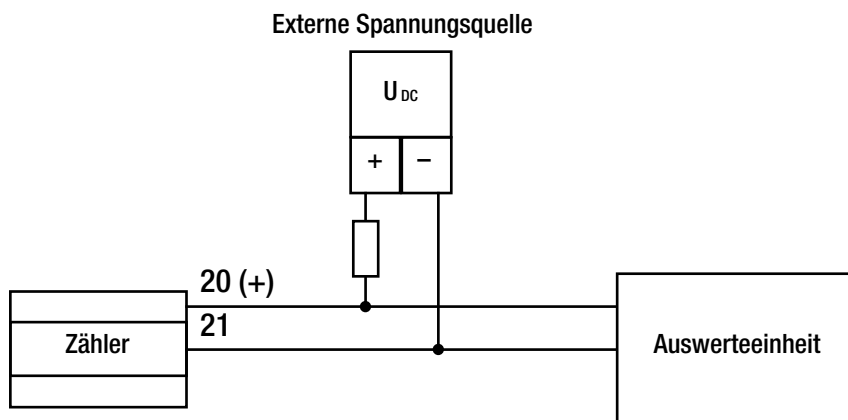
6.1 Positive Logik

Bei der positiven Logik wird der Auswerteeinheit ein Impuls geliefert. Im Ruhezustand ist das Potential des Impulsausgangs gleich „0“.



6.2 Negative Logik

Im Ruhezustand wird der Pegel des Impulsausgangs über einen „Pull up“-Widerstand auf hohes Potential gezogen. Ein generierter Impuls steuert das Potential am Ausgang auf „0“.



6.3 Leitungslängen

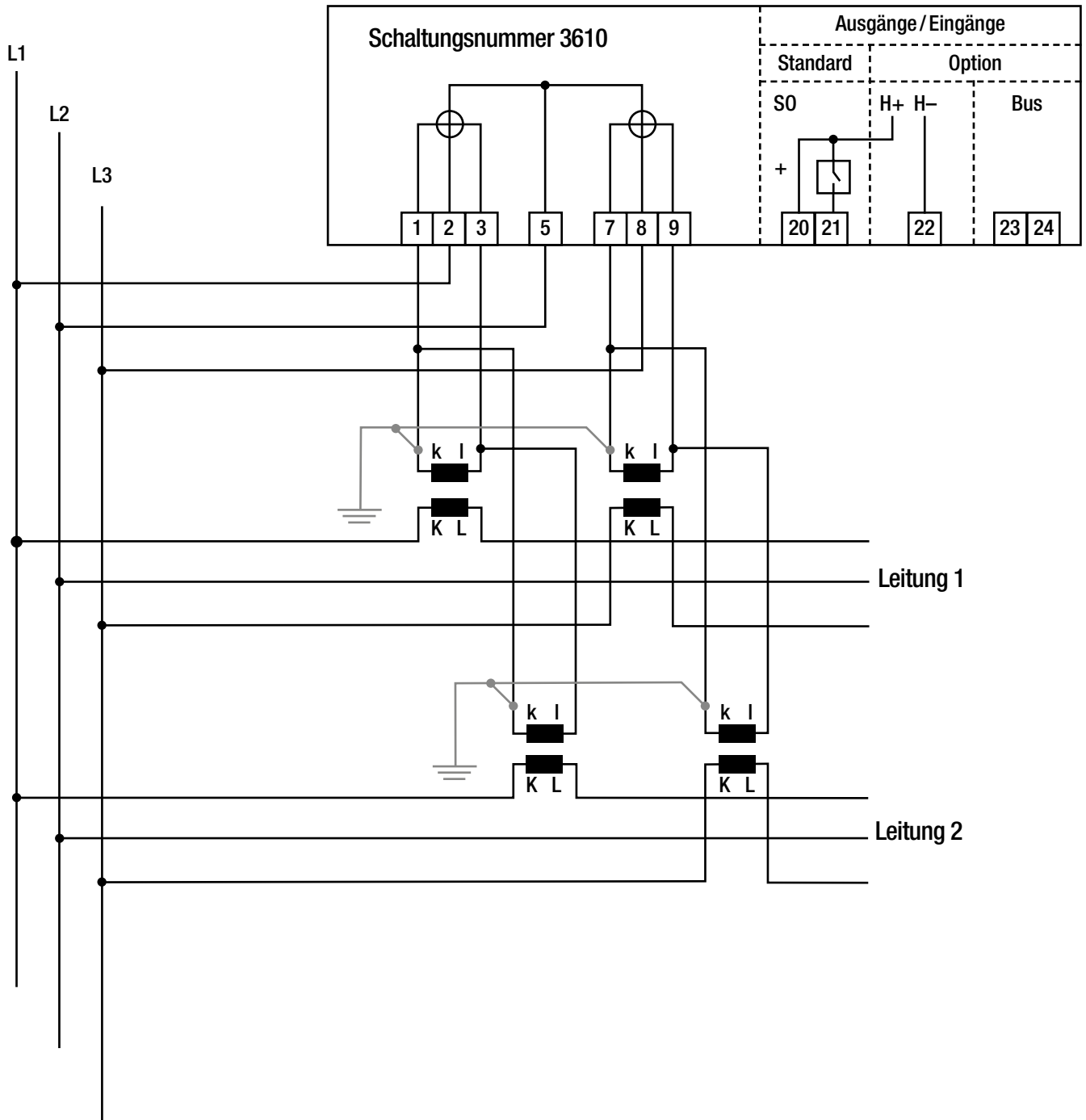
Der Abstand zwischen dem Zähler und der Auswerteeinheit kann bei Verwendung eines $0,5 \text{ mm}^2$ -Kabels bis zu 500 m betragen. Für Entfernungen von 500... 1000 m wird ein Signalkabel mit einem Querschnitt von $1,5 \text{ mm}^2$ eingesetzt. Abschirmte Leitungen sind in der Regel nicht erforderlich.

7 Applikationen

7.1 Energiesummierung mit Wandlerzähler

Soll mit Hilfe eines einzigen Wandlerzählers die Energie mehrerer Verbraucher angezeigt werden, dann sind die den einzelnen Linien zugeordneten Stromwandler parallel zu schalten. Dabei ist zu beachten, dass die Summe aller Ströme 6 A nicht übersteigt.

Der Zähler misst die Summe der Energien der Leitung 1 und Leitung 2. Die Art der Belastung (asymmetrisch oder symmetrisch) ist in diesem Fall ohne Bedeutung.



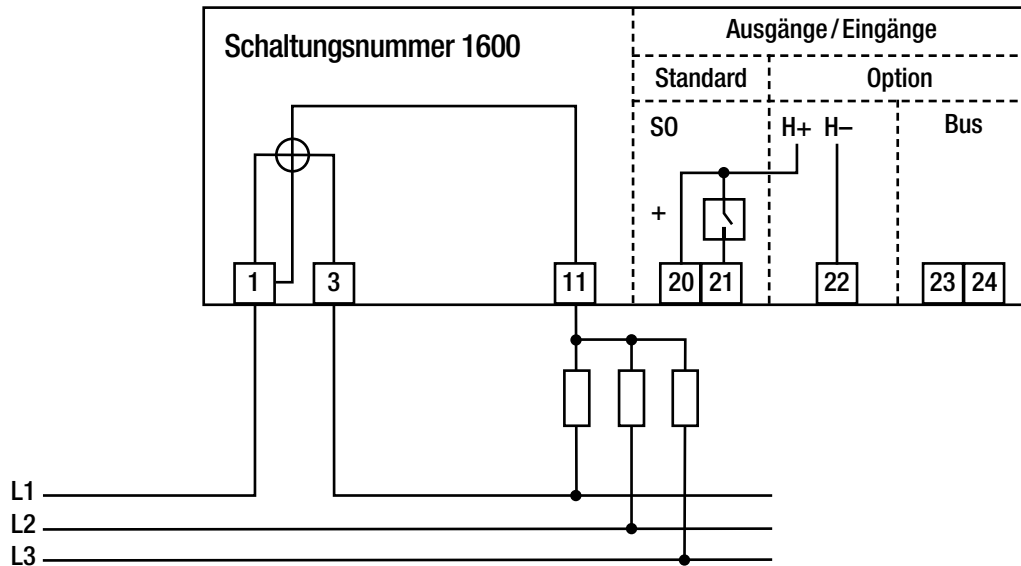
7.2 Messungen mit einem Wechselstromzähler in einem Drehstromsystem

Für Messungen in einem **gleichbelasteten Vierleiternetz** kann mit einem Wechselstromzähler gearbeitet werden.

In einem **gleichbelasteten Dreileiternetz** kann nur dann mit einem Wechselstromzähler gearbeitet werden, wenn man einen künstlichen Sternpunkt schafft (**Isolierung beachten!**).

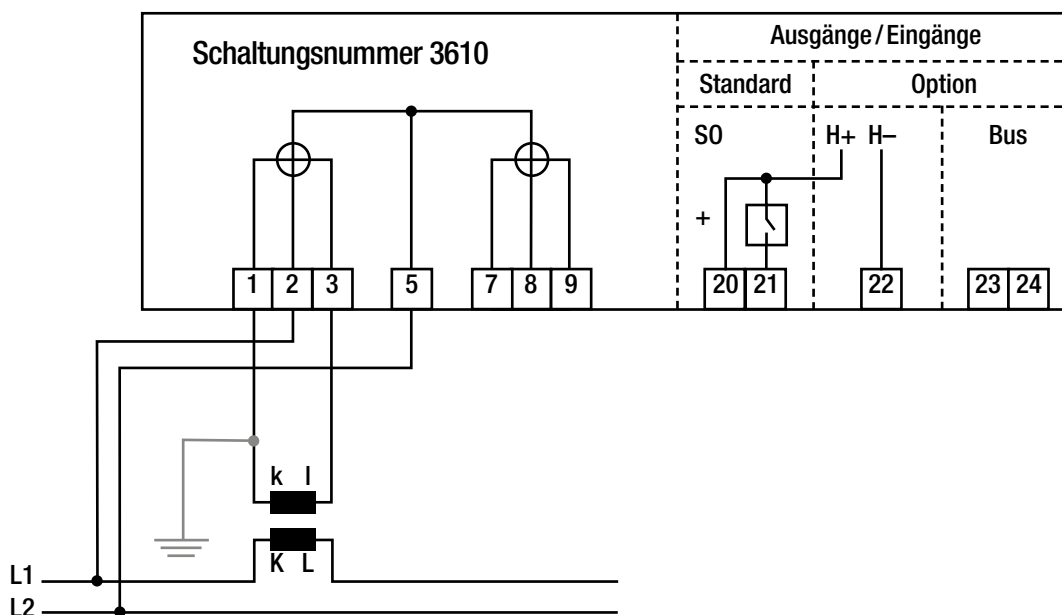
Bei der Dimensionierung der Widerstände ist der Innenwiderstand des Wechselstromzählers zu berücksichtigen!

In beiden Fällen müssen die angezeigten Werte mit 3 multipliziert werden.



7.3 Messung mit einem ARON-Zähler bei 2-phasiger Last

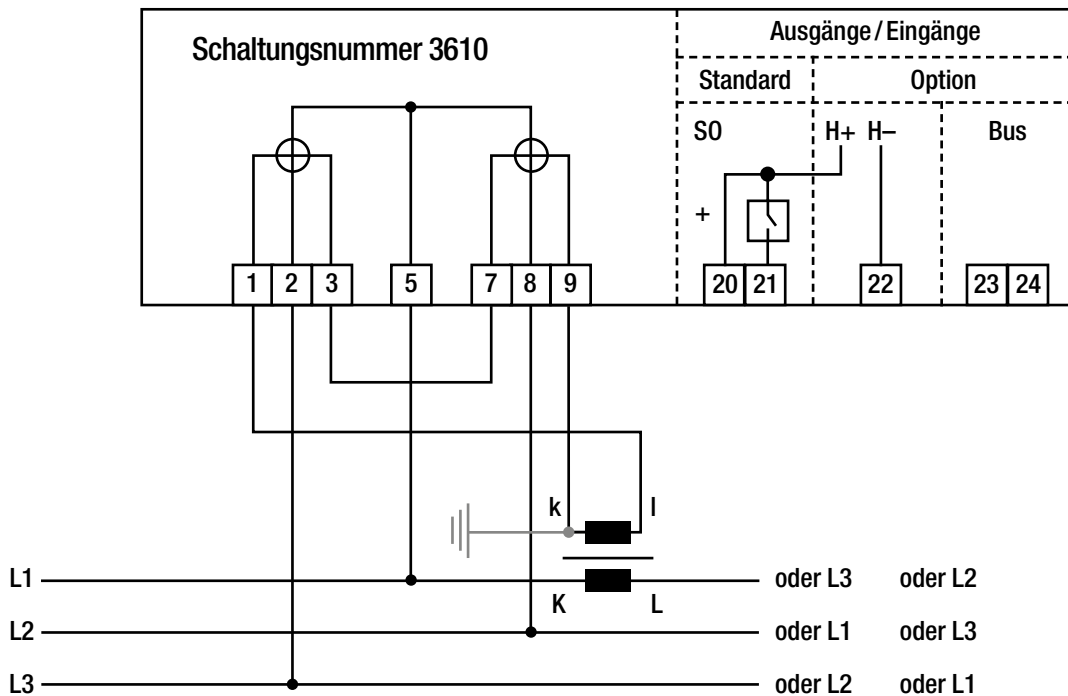
Die Drehstromzähler U1387 sind für den Einsatz zur Messung der Wirkenergie in beliebig belasteten 3-Leiter Drehstromnetzen ausgelegt. Wird ein Verbraucher nur über zwei Phasen betrieben, dann kann der Anschluss des zweiten Stromwandlers und der dritten Phase entfallen. Das Rollenzählwerk zeigt den richtigen Wert an und die Messgenauigkeit wird nicht beeinflusst.



7.4 Messung mit einem ARON-Zähler und einem Stromwandler

Die Drehstromzähler U1387 sind für den Einsatz zur Messung der Wirkenergie in beliebig belasteten 3-Leiter Drehstromnetzen ausgelegt. Für das verwendete ARON-Messprinzip werden zwei Stromwandler benötigt. Unter Einsatz der unten aufgeführten Kunstschtaltung, können diese auch mit nur einem Stromwandler für **gleichbelastete Dreileiternetze** $|I_1| = |I_2| = |I_3|$ verwendet werden. Dabei zeigt das Zählwerk, unabhängig von der Phasenverschiebung ($\cos \varphi$) den richtigen Wert an. Die Messgenauigkeit der Zähler wird nicht beeinflusst.

Soll bei der beschriebenen Schaltung anstelle der bezogenen Energie, die abgegebene Energie auf dem Rollenzählwerk erscheinen, so ist die Stromrichtung durch den Zähler umzukehren ($k = 1, l = 9$).



Diese Beschaltung weicht von der in der Klemmenabdeckung des Zählers angegebenen Beschaltung ab.

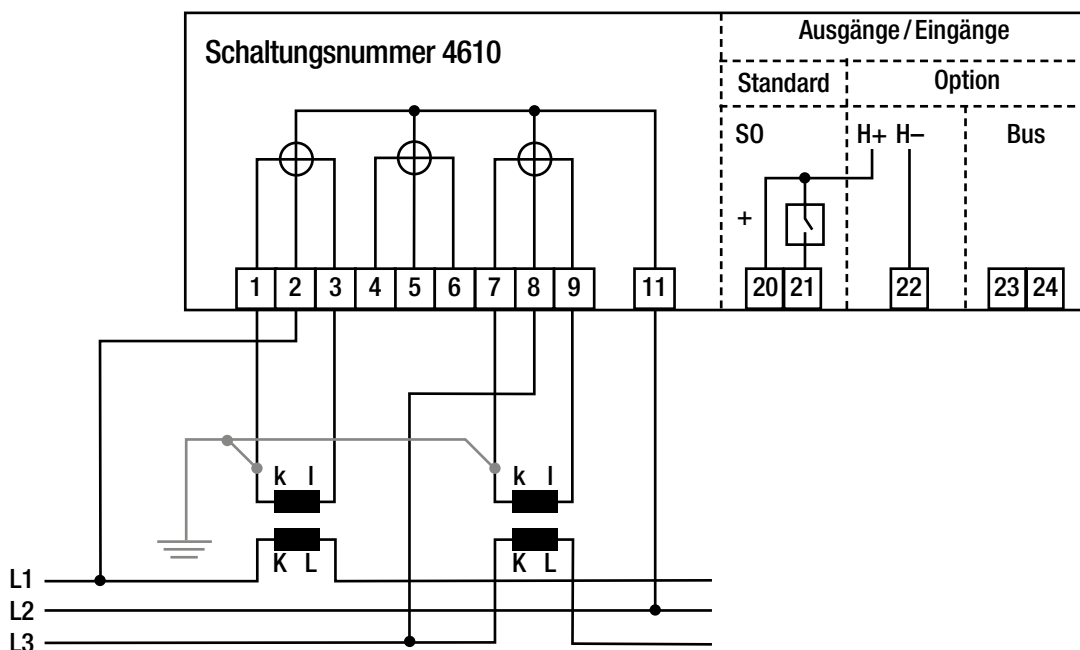
Beim Einsatz dieser Kunstschtaltung sind entsprechende Erläuterungen in die Anlagenpläne aufzunehmen und am Zähler direkt anzubringen.

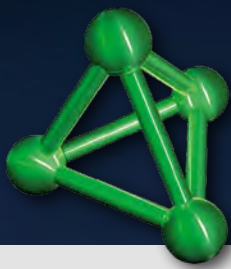
7.5 Messung im 3-Leiter 220 V Netz

Der nicht normgerechte Anschluss des Energiezählers U1389 U6 beeinträchtigt die multifunktionale Anzeige.

Die Messgrößen I_1 , I_3 , P und Q sowie die Energie (kWh) werden richtig angezeigt.

Aus U1 kann die Spannung U_{12} und aus U3 die Spannung U_{32} entnommen werden.





GOSSEN METRAWATT

GMC-I Messtechnik GmbH
Südwestpark 15
D - 90449 Nürnberg
Telefon: +49 911 8602-111
Telefax: +49 911 8602-777
E-Mail: info@gossenmetrawatt.com
www.gossenmetrawatt.com