

## **Digitaler Meßumformer „SIMEAS T“**

7KG6000-8AA/AB bis 7KG6000-8EA/EB

### **Funktionsbeschreibung**

## Inhalt

1 Allgemeines .....	1
2 Schaltungsbeschreibung.....	4
2.1 Eingang der Meßgrößen .....	4
2.1.1 Spannungen .....	4
2.1.2 Ströme .....	5
2.1.3 Frequenz.....	5
2.1.4 Abtastung.....	5
2.2 Anpaßverstärker .....	5
2.2.1 Nennwerte, Meßbereiche .....	5
2.2.2 Ausgabeverstärker .....	6
2.2.3 Impulsausgang .....	6
2.2.4 Serielle Schnittstelle .....	6
3 Funktion der Firmware.....	6
3.1 Erfassung der Meßwerte .....	6
3.1.1 Abtastung.....	6
3.1.2 Berechnung der Resultate .....	7
3.1.3 Anwendung der Korrekturfaktoren.....	9
3.2 Ausgabe der analogen Meßwerte.....	9
3.2.1 Berechnung der Bereiche.....	10
3.2.2 Anwendung der Korrekturwerte .....	10
3.3 Begrenzung der Analogausgänge .....	10
3.4 Grenzwertüberwachung und Energieimpulse .....	10
3.5 Ausgabe in Zahlenform.....	12
3.6 Eingabe der Korrekturwerte .....	12
3.6.1 Korrekturen für eingangsseitige Meßfehler .....	13
3.6.2 Korrekturen für Fehler der Ausgänge .....	14
3.7 Parametrierung .....	14
3.7.1 Antwortverzögerung.....	14
3.7.2 Eingangswerte .....	14
3.7.3 Meßverfahren .....	15
3.7.4 Amplituden der Ausgangswerte.....	16
3.7.5 Abfrage der Parameter .....	17
3.7.6 Abfrage der Meßwerte .....	18
4 Schnittstelle zum PC.....	18
4.1 Parametrierung .....	18
4.1.1 Meßbereiche.....	18
4.1.2 Zuordnung der Ausgänge.....	18
4.1.3 Einstellung der Anzeigebereiche der Ausgänge.....	18
4.1.4 Spannungslupe.....	22
4.1.4.1 Anwendung .....	22
4.1.4.2 Modifizierung der Analogausgabe.....	23
4.1.4.3 Behandlung im Meßumformer .....	27
4.1.5 Meßverfahren .....	27
4.2 Kalibrierung.....	27
4.2.1 Justierung der Eingänge.....	27
4.2.2 Justierung der Ausgänge.....	28
4.3 Telegrammformate .....	28
4.3.1 Datenrichtung PC-Umformer.....	28
4.3.1.1 Betrieb freigeben 'A' .....	28
4.3.1.2 Meßwerte senden 'B' .....	28
4.3.1.3 Betriebsparameter senden 'C' .....	28
4.3.1.4 Korrekturdaten senden 'D' .....	29
4.3.1.5 Verstärkungsstufen 'E' .....	29
4.3.1.6 Meßverfahren 'F' .....	29
4.3.1.7 Zuordnung der Ausgangsgrößen 'G'.....	29
4.3.1.8 Bereich der Ausgangsgrößen 'H' .....	29
4.3.1.9 Kalibrierung durch Referenzspannung 'I' .....	30
4.3.1.10 Kalibrierung durch Referenzstrom 'J'.....	30
4.3.1.11 Ausgangsgrößen vorgeben (zur Prüfung des Gerätes) 'K' .....	30
4.3.1.12 Korrektur des Nullpunktsfehlers eines Ausgangs 'L' .....	31

4.3.1.13 Korrektur des Verstärkungsfehlers eines Ausgangs 'M' .....	31
4.3.1.14 Adresse des Meßumformers einstellen 'N' .....	31
4.3.1.15 Zentralwerte der Frequenz eingeben 'O' .....	32
4.3.1.16 Funktion Binärsignal einstellen 'P' .....	32
4.3.1.17 Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler eingeben 'Q' .....	32
4.3.1.18 Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler senden 'R' .....	33
4.3.1.19 Erweiterte Parameter - Meßbereiche für die Ausgänge eingeben 'S' .....	33
4.3.1.20 Erweiterte Parameter anfordern 'T' .....	33
4.3.1.21 Erweiterte Parameter - Nennbereiche eingeben 'U' .....	33
4.3.1.22 Betriebsart einstellen 'V' .....	35
4.3.1.23 Betriebsart abfragen 'W' .....	35
4.3.1.24 Erweiterte Parameter - Knickpunkte 'X' .....	35
4.3.1.25 Erweiterte Parameter - Ausgangsgrenzen, Binärsignal 'Y' .....	36
4.3.1.26 Erweiterte Parameter - Ausgangsgrenzen, Binärsignal anfordern 'Z' .....	36
4.3.2 Datenrichtung Umformer-PC .....	36
4.3.2.1 Quittungssignal positiv 'a' .....	36
4.3.2.2 Quittungssignal negativ 'b' .....	36
4.3.2.3 Betriebsparameter 'c' .....	36
4.3.2.4 Korrekturen 'd' .....	37
4.3.2.5 Aktuelle Meßwerte 'e' .....	38
4.3.2.6 Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler 'f' .....	39
4.3.2.7 Erweiterte Parameter der Ausgänge 'g' .....	39
4.3.2.8 Betriebsart mitteilen 'h' .....	39
4.3.2.9 Kenngrößen der Ausgänge senden 'j' .....	40
4.3.3 Liste der Telegrammcodes .....	41
4.4 Anschlüsse .....	42
5 Ausführung IEC 870-5-103 .....	44
5.1 Anwendungsbereich .....	44
5.2 Normen .....	44
5.3 Protokollstruktur .....	44
5.3.1 Physikalische Schicht .....	45
5.3.2 Verbindungsschicht .....	45
5.3.2.1 Telegrammformat .....	45
5.3.2.2 Prozeduren der Verbindungsschicht .....	47
5.3.2.3 Initialisierung „STATION INITIALIZATION“ .....	48
5.3.2.4 Generalabfrage „GENERAL INTERROGATION“ .....	49
5.3.2.5 Gattungsfunktionen „GENERIC SERVICES“ .....	49
5.3.3 Anwendungsschicht .....	49
5.3.3.1 Allgemeines .....	49
5.3.3.2 Aufbau der Dienstdateneinheit .....	49
5.3.3.2.1 Typkennung .....	50
5.3.3.2.2 Variable Strukturkennung .....	50
5.3.3.2.3 ÜBERTRAGUNGSURSACHE .....	50
5.3.3.2.4 Gemeinsame Adresse der ASDU .....	50
5.3.3.2.5 Funktionstyp .....	51
5.3.3.2.6 Informationsnummer .....	51
5.3.3.2.7 INFORMATIONSELEMENT Meßwerte .....	51
5.3.3.2.8 Übertragung von Meßwerten .....	52
5.3.3.2.9 Abweisung von Meßwertanforderungen .....	54
5.3.3.2.10 Benutzte ASDU Typen .....	55
5.3.4 Betriebsart BUS/Parametrieren .....	56
5.4 Sonderausführung Einzelphasenleistungen .....	57
5.5 Datenübertragung durch IEC 870-5-103 Filetransfer .....	57
5.5.1 Aufbau der ASDUs .....	59

## 1 Allgemeines

Das Gerät dient als möglichst universeller Meßumformer für Meßgrößen der Energieversorgung. Es wird eingesetzt um Spannungen und Ströme in Einphasen-, Drei- und Vierleiternetzen zu messen und daraus weitere Meßgrößen zu ermitteln. Es hat drei analoge Ausgänge zum Anschluß von Drehspulmeßgeräten oder anderen Systemen, welche für analog abgebildete Meßgrößen vorgesehen sind, z. B. Regler. Die Resultate können auch über eine serielle Schnittstelle V.28 abgeholt werden. Als Option ist auch Betrieb an einem Bus nach IEC 870-5-103 möglich, wobei das Gerät mit einer Schnittstelle nach EAI RS485 versehen sein muß. Anschluß eines externen Umsetzers auf Lichtwellenleiter ist möglich. Die Abgabe analoger Meßgrößen ist durch den Busanschluß nicht beeinträchtigt, allerdings hat einer der Kanäle galvanische Verbindung mit dem Buspotential, wenn der Bus nach Norm EAI RS-485 angeschlossen wird. Die Einschränkung entfällt bei Betrieb mit Lichtwellenleiter.

Zur Kalibrierung des Umformers wird kein einziges Potentiometer oder anderes Stellorgan benutzt, sondern er ermittelt, nach Vorgabe von Referenzwerten durch ein geeignetes Gerät und Sollwerten aus einem Personal Computer, Korrekturwerte und legt sie in einem nichtflüchtigen Speicher ab. Nur für die Wahl der unterschiedlichen Ausgangsgrößen,  $\pm 20$  mA oder  $\pm 10$  V sind mechanische Organe zur Umschaltung vorgesehen.

Die Wahl der Meßbereiche und des Meßverfahrens, die Parametrierung, geschieht ebenfalls mittels eines an der seriellen Schnittstelle angeschlossenen Personal Computers.

## 2 Schaltungsbeschreibung

### 2.1 Eingang der Meßgrößen

Spannungen und Ströme werden über Wandler angeschlossen. Die Wandler sind auf einer eigenen Leiterplatte montiert.

#### 2.1.1 Spannungen

Für die Spannungsmessung werden Stromwandler mit Vorwiderständen von 120 k $\Omega$  benutzt. Die drei Wandler werden in Sternschaltung verbunden, die drei Eingänge (Widerstände) und der Sternpunkt an Klemmen geführt.

Ausgangsseitig schließen Widerstände von 301  $\Omega$ , 1%, DIN 0207, 0,6 W, TK50 die Wandler kurz. Der Spannungsabfall am Abschlußwiderstand soll 0,884 V bei 450 V Eingangsspannung betragen.

Ermittlung des Widerstandswerts:

Bei einer Eingangsspannung von 90 V und einem Vorwiderstand von 120 k $\Omega$  außerhalb und 41 k $\Omega$  innerhalb des Wandlers soll die Spannung am Eingang des ADC  $\pm 2,5$  V Scheitel betragen, das entspricht 1,77 V<sub>eff</sub>. Vor dem umschaltbaren Anpaßverstärker, für den gilt in diesem Falle, niedrigste Eingangsspannung gleich höchste Verstärkung gleich 10. Damit ergibt sich der Sollwert der Spannung zu 0,177 V.

Der Strom durch den Wandler beträgt dann eingangsseitig und wegen der Übersetzung 1:1 auch ausgangsseitig 0,5625 mA (Gleichung 1).

$$\text{Gleichung 1} \quad \frac{90}{(120 + 41) \cdot 10^3} = 0,0005625 \text{ A}$$

Der Widerstand ergibt sich zu 315  $\Omega$  nach Gleichung 2.

$$\text{Gleichung 2} \quad \frac{0,177}{0,0005625} = 315 \text{ } \Omega$$

## 2.1.2 Ströme

Ringkernwandler, Kern 16x10x6 mm VITROPERM F800, 1000 Wdg, 0,1 CuL

Die Primärwicklung muß an den Eingangsklemmen angeklemt werden. Der Spannungsabfall am Abschlußwiderstand soll 0,884 V<sub>eff</sub> bei 10 A Eingangsstrom betragen. Dabei soll der Wandler in genügend Abstand zur Sättigung betrieben werden. Abschlußwiderstand theoretisch 88,4  $\Omega$ , der nächste Normwert von 91  $\Omega$  wird benutzt.

## 2.1.3 Frequenz

Die Frequenz wird aus der Periodendauer der Spannung  $U_{L1-N}$  ermittelt. Das Signal ist über einen Komparator auf einen der HSI-Eingänge des 80C196 geschaltet.

## 2.1.4 Abtastung

Die sechs Eingangssignale werden von je einer Folge-Halteschaltung erfaßt, damit sie alle gleichzeitig gemessen werden können. In einem Zeitraum von 100  $\mu$ s darf das Signal um nicht mehr als 0,4 mV vom Anfangswert abweichen. Die Abtastfrequenz ist nominal 1,6 kHz je Eingang.

Die Tiefpaßwirkung von RC-Gliedern darf insgesamt keine niedrigere 3dB-Grenzfrequenz als 7000 Hz aufweisen.

Die sechs Eingänge werden in der Reihenfolge drei Spannungen ( $U_{L1-N}$ ,  $U_{L2-N}$ ,  $U_{L3-N}$ ), drei Ströme ( $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ ) angeschlossen.

Die Schaltung besteht aus einem Analogschalter mit nachfolgendem Kondensator. Es ist berücksichtigt, daß die Ladungsinjektion beim Schalten des Analogschalters keinen Fehler verursacht, der größer oder gleich 1/10 der Auflösung des ADC ist. Ein Zehntel deshalb, weil der Anpaßverstärker das Eingangssignal bis zu 10fach verstärkt. Ebenso darf in der Haltephase der Eingangsstrom des Impedanzwandlers keinen größeren Fehler verursachen. Die Haltezeit ist etwa 100  $\mu$ s.

## 2.2 Anpaßverstärker

Hinter dem Multiplexer wird ein Anpaßverstärker mit hochohmigem Eingang und umschaltbarer Verstärkung eingesetzt. Er hat drei Verstärkungen: 2.0, 5.0 und 10.0, Toleranz  $\pm 5\%$ . Für die drei Spannungen gilt jeweils ein gemeinsamer Verstärkungsfaktor, ebenso für die drei Ströme.

### 2.2.1 Nennwerte, Meßbereiche

Nennwert V	Endwert V	Verstärkung
57, 63.5	90	10
100, 110, 120	180	5
200, 230	450	2

Tabelle 1: Meßbereiche Spannung

Nennwert A	Endwert A	Verstärkung
1	2	10
2	4	5
5	10	2

Tabelle 2: Meßbereiche Strom

## 2.2.2 Ausgabeverstärker

Die drei Ausgabeverstärker werden mit Impulsen angesteuert, zwei davon sind mittels Übertragern galvanisch vom Meßteil getrennt. Die Ansteuerung erfolgt nach dem Noise-Shaping Prinzip, siehe Abschnitt Firmware. Durch steckbare Brücken wird ausgewählt, ob sie  $\pm 10$  V oder  $\pm 20$  mA abgeben sollen. Im Falle einseitiger oder vorzeichenloser Meßwerte (Effektivwerte) wird nur die positive Richtung benutzt. In beiden Fällen ist die Nennbürde  $750 \Omega$ .

Die Leerlaufspannung des Stromausgangs ist auf 21 V, der maximale Strom auf ca. 26 mA begrenzt. Die Spannung des Spannungsausgangs ist auf 21 V, der Kurzschlußstrom auf 50 mA begrenzt.

## 2.2.3 Impulsausgang

Ein Optokopplerausgang dient optional zur Anzeige der Betriebsbereitschaft oder von Grenzwertverletzungen. Er kann auch benutzt werden, um Arbeitsimpulse abzugeben, z. B. kWh.

## 2.2.4 Serielle Schnittstelle

Es ist eine serielle Schnittstelle V.28 oder optional RS-485 eingerichtet. Sie kann mit 2400, 4800, 9600 oder 19200 Baud betrieben werden. In der Grundbetriebsart werden acht Datenbit, keine Paritätsmarkierung und ein Stoppbit benutzt und alle vier Taktraten sind verfügbar. In der Betriebsart „Bus“ nach IEC 870-5-103 wird gerade Parität verwendet und die Taktraten 4800 bis 19200 sind dafür vorgesehen.

Die Schnittstelle dient zur Kommunikation mit einem PC, der die Parametrierung durchführt und aktuelle Meßwerte auslesen kann oder zum Busbetrieb. Sie ist vom ersten Analogausgang nicht galvanisch getrennt.

## 3 Funktion der Firmware

Bei der Funktion der Firmware bestehen wesentliche Unterschiede zwischen der Grundfunktion, das ist die Art, in welcher die Meßgrößen normalerweise an die analogen Ausgänge abgegeben werden, und der Betriebsart IEC 870-5-103, bei welcher die Abgabe vorwiegend über die serielle Schnittstelle erfolgt. Bei Erfassung der Meßwerte (3.1) und Ausgabe der analogen Meßwerte (3.2) sind die Funktionen identisch, ebenso die Parametrierung und Kalibrierung. Wesentliche Unterschiede bestehen aber bei der Kommunikation und der Art der abgegebenen Meßwerte. Darauf wird in den betreffenden Abschnitten hingewiesen, eine ausführliche Beschreibung der Schnittstelle nach IEC 870-5-103 ist in Kapitel 5 zu finden. Die Version V01... unterstützt nur die Grundfunktion, ab Version V02... ist Betrieb nach IEC 870-5-103 eingeschlossen.

### 3.1 Erfassung der Meßwerte

#### 3.1.1 Abtastung

Der Meßzyklus ist abhängig von der Frequenz der Meßgröße  $U_{L1-N}$ . Sie beträgt bei einer Netzfrequenz von 50 Hz  $625 \mu s$ , das sind 1,6 kHz. Die sechs Meßstellen (Spannungen  $U_{L1-N}$ ,  $U_{L2-N}$ ,  $U_{L3-N}$ , Ströme  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ ) werden gleichzeitig gemessen und die Resultate der drei Spannungen für acht Takte rückwirkend abgelegt. Die um acht Takte zurückliegenden Werte werden für die Berechnung der Blindleistung benötigt, sie sind genau um  $90^\circ$  verschoben. Damit die Verschiebung auch dann stimmt, wenn die Frequenz von 50 Hz abweicht, wird die Frequenz der Meßgröße (Spannung  $U_{L1-N}$ ) laufend bestimmt und die Steuerung des Meßzyklus davon abhängig gemacht. Die Frequenzmessung für die Steuerung der Abtastung ist in einem Bereich von 45 bis 65 Hz und von 11,67 bis 21,67 Hz wirksam.

Die Umschaltung der Verstärkung auf den für Strommessung gültigen Wert erfolgt nach der Erfassung der Spannungen und die Umschaltung für Spannungsmessung nach der Messung der Ströme.

Um eine scheinbar um den Faktor drei höhere Abtastfrequenz zu erhalten, wie es für die Berücksichtigung der Harmonischen nützlich ist, werden drei Perioden gemessen. Der Startpunkt wird je Periode um den Winkel  $3,75^\circ$  verschoben. Für jede Periode muß zunächst ein „Vorlauf“ von  $90^\circ$ , also acht Takten durchgeführt werden, in welchem nur die Spannungswerte für die gespeichert werden, welche für die Phasenverschiebung zur Ermittlung der Blindleistungsmessung benutzt werden.

Über eine Meßperiode werden für jeden der sechs Kanäle alle Meßpunkte aufsummiert. Das Resultat dividiert durch die Anzahl der erfaßten Punkte ist gleich der Nullpunktabweichung. Die Daten werden abgelegt und bei der Abtastung der Meßstellen vor jeder weiteren Bearbeitung von der gemessenen Größe subtrahiert.

### 3.1.2 Berechnung der Resultate

Die umfangreichen Berechnungen der Resultate erfolgen nach der Meßwernerfassung, währenddessen braucht die Abtastung nicht weiter zu laufen oder mindestens die abgetasteten Werte nicht bearbeitet zu werden. Nachstehend die Berechnungsvorschriften. Darin ist als Abtastphase die Zeit bezeichnet, in welcher die Meßstellen in gleichmäßigem Abstand erfaßt werden, das sind grundsätzlich drei Perioden der jeweiligen Frequenz der Spannung  $U_{L1-N}$ . Danach erfolgt die mathematisch umfangreichere Rechenphase zur Ermittlung der Resultate, ein Zeitraum, während dem nicht gemessen wird.

#### Effektivwert von Spannung und Strom

In der Abtastphase werden die Meßwerte für Spannung und Strom, nach Abzug des Nullpunktfehlers, sofort quadriert und die Ergebnisse akkumuliert.

In der Rechenphase werden die Summen der je Meßstelle erfaßten 96 Meßwerte zur Mittelung durch 64 dividiert. Es wird 64 anstelle von 96 als Divisor benutzt, weil es eine Zweierpotenz ist und deshalb die zeitraubende Division durch Rechtsschieben um 6 Stellen ersetzt werden kann. Aus dem Resultat wird die Quadratwurzel gezogen und mit dem zugehörigen Korrekturwert multipliziert.

Resultate:  $U_{L1-N}, U_{L2-N}, U_{L3-N}, U_{L12}, U_{L23}, U_{L31}, I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}$ . Vorzeichenlose Zahlen.

#### Wirkleistung

In der Abtastphase werden, nach Abzug des Nullpunktfehlers, paarweise Strom und Spannung miteinander multipliziert, in der Rechenphase die Summe durch die Anzahl der erfaßten Werte dividiert. Das Resultat wird dann mit einem Korrekturfaktor multipliziert, welcher die Fehler von Spannung und Strom berücksichtigt.

Es sind fünf Fälle zu unterscheiden:

##### a) Einphasensystem

Nur eine Spannung und ein Strom sind zu berücksichtigen. Für die Spannung dient die Spannung  $U_{L1-N}$ , für den Strom  $I_{L1}$ . Die Leistung ist

$$P = \frac{\sum_1^n (U_{L1-N} \cdot I_{L1})}{n} \cdot \sqrt{3}$$

Gleichung 3

##### b) Dreileitersystem beliebiger Belastung

Es sind in der Abtastphase zu berechnen  $(U_{L1-N} - U_{L2-N}) \cdot I_{L1}$ ,  $(U_{L3-N} - U_{L1-N}) \cdot I_{L3}$ . Die beiden Produkte werden in P1 und P2 akkumuliert. Nach der Division werden sie korrigiert, das Resultat ist die Summe der beiden.

$$P = \frac{\sum_1^n ([U_{L1-N} - U_{L2-N}] \cdot I_{L1}) + \sum_1^n ([U_{L3-N} - U_{L1-N}] \cdot I_{L3})}{n}$$

Gleichung 4

##### c) Dreileitersystem gleicher Belastung

Es sind die Spannungen  $U_{L1-2}$  und  $U_{L3-1}$  vorhanden, sowie der Strom  $I_{L1}$ . Die Leistung wird nach Gleichung 5 errechnet.

Gleichung 5

$$P = \frac{\sum_1^n \left( U_{L1-2} - \frac{U_{L3-1}}{2} \right) \cdot I_{L1}}{n} \cdot \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

d) Vierleitersystem beliebiger Belastung

In der Abtastphase werden berechnet  $U_{L1-N} \cdot I_{L1}$ ,  $U_{L2-N} \cdot I_{L2}$  und  $U_{L3-N} \cdot I_{L3}$ . Die drei Produkte getrennt akkumuliert in P1, P2 und P3. Nach der Division werden sie korrigiert, das Resultat ist die Summe der drei.

Gleichung 6

$$P = \frac{\sum_1^n (U_{L1-N} \cdot I_{L1}) + \sum_1^n (U_{L2-N} \cdot I_{L2}) + \sum_1^n (U_{L3-N} \cdot I_{L3})}{n}$$

e) Vierleitersystem gleicher Belastung

Nur der Strom  $I_{L1}$  und die Spannung  $U_{L1-N}$  wird benutzt.

Gleichung 7

$$U = \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n (U_{L1-N} \cdot I_{L1}) \cdot 3$$

Resultat: P Vorzeichenbehaftete Zahlen.

### Blindleistung

Die Ermittlung der Blindleistung erfolgt ebenso wie diejenige der Wirkleistung, aber statt der aktuellen Werte von  $U_{L1-E}$  wird die um  $90^\circ$  früher erfaßte Größe benutzt.

Resultat: Q vorzeichenbehaftete Zahlen.

### Scheinleistung

Die Scheinleistung ist die Summe der Produkte aus  $U_{L1-N}$  und  $I_{L1}$ ,  $U_{L2-N}$  und  $I_{L2}$ ,  $U_{L3-N}$  und  $I_{L3}$ , eine vorzeichenlose Zahl.

### Leistungsfaktor $\cos \varphi$

Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung und wird mit negativem Vorzeichen bei kapazitiver Last und positivem Vorzeichen bei induktiver Last versehen. Der Zahlenwert muß im Bereich  $-0.1 \dots +0$  liegen. Resultate, welche infolge von Rundungsfehlern größer als absolut 1,0 sind, werden auf 1,0 begrenzt.

Bei der Betriebsart IEC 870-5-103 ist das Vorzeichen des über den Bus übergebenen Meßwertes abhängig von der Energierichtung der Wirkleistung.

Bei Scheinleistung kleiner 1 % des Meßbereiches wird der  $\cos \varphi$  auf Eins gesetzt, weil die Meßgenauigkeit zu gering wird und deshalb die Streuung der Meßgröße zu groß wird. Dies gilt ab Programmversion V02.00.07, vorher ist der Grenzwert 5 %.



## Phasenwinkel

Der Phasenwinkel wird aus Blindleistung/Wirkleistung (Tangens) und Wirkleistung/Scheinleistung (Cosinus) errechnet. Zuerst wird der Quadrant ermittelt, dann der Winkel als arctan (bis 45°) oder arccos (zwischen 45 und 90°) aus Tabellen entnommen.

Für die analoge Ausgabe muß berücksichtigt werden, daß der gesamte Meßbereich von -216 bis +216 Grad reicht, also 10% Hysterese enthält, damit Springen zwischen -180 und +180 vermieden wird.

0° entspricht 0 Punkte, 90° entspricht +2048 Punkte. Bei Scheinleistung kleiner 1 % des Meßbereiches wird der Phasenwinkel auf Null gesetzt, weil die Meßgenauigkeit zu gering wird und deshalb die Streuung der Meßgröße zu groß wird. Dies gilt ab Programmversion V02.00.07, vorher ist der Grenzwert 5 %.

## Frequenz

Die Dauer von drei Perioden wird gemessen und daraus die Frequenz mit einer Auflösung von 1,25 mHz errechnet. Als Resultat wird die Abweichung der Frequenz vom Zentralwert in mHz angegeben. Der Zentralwert, 50 oder 60 Hz, wird mit den Parametern eingegeben. Ist die Spannung  $U_{L1-N}$  kleiner als 20% des Meßbereiches, dann wird Frequenzanzeige auf -5Hz gesetzt, die für die Meßwertfassung benützte Abtastfrequenz bleibt aber auf dem Wert stehen, welcher durch die zuletzt gemessene Netzfrequenz bestimmt ist. Ist die Spannung kleiner als 30V, dann bleiben Frequenzanzeige und Abtastfrequenz unverändert.

### 3.1.3 Anwendung der Korrekturfaktoren

Die Meßwerte werden mit den zugehörigen Korrekturfaktoren multipliziert. Die Korrekturfaktoren sind die Reziprokwerte der relativen Fehler der Meßkette vom Eingang bis zum A/D-Umsetzer. Sie werden bei der Kalibrierung ermittelt. Näheres siehe unter 4.2.

## 3.2 Ausgabe der analogen Meßwerte

Das Gerät hat drei Kanäle für die Ausgabe von Analogwerten  $\pm 10$  V oder  $\pm 20$  mA. In regelmäßigen Abständen wird auf die Ausgabeverstärker ein Impuls gegeben oder beendet. Ein gesamter Zyklus hat 2048 Impulse. Der Mittelwerte der Impulse im Verhältnis zur Periodendauer bestimmt den Meßwert. Der Nullpunkt liegt bei 1024. Die Welligkeit des Ausgangssignals ist kleiner als 0,5% des Meßbereichsendwertes. Damit die Filterung keine zu lange Zeitkonstante bekommt, wird anstelle der einfachen Pulsbreitenmodulation das „Noise-Shaping“ Verfahren benutzt.<sup>1</sup> Jeder Impuls hat eine Dauer von 128  $\mu$ s. Für die ganze Periode von 2048 Schritten werden 262 ms benötigt.

#### Zu beachten:

Diese Schnittstelle hat galvanische Verbindung mit dem Analogausgang 1. Bei geerdeter Schnittstelle (im Busbetrieb oder bei Notebooks ohne Batterie), darf Analogausgang 1 nicht geerdet werden. Ein Nichtbeachten kann zur Zerstörung des Meßumformers führen.

<sup>1</sup>Reinhard Fritz, Armin Holz, Eine Alternative zur Pulsweitenmodulation, Elektronik 19/1993

### 3.2.1 Berechnung der Bereiche

Der gesamte Bereich der Ausgangsgröße entspricht 0 bis 2047 Impulsen. Wegen der beiden, möglichen Energierichtungen wird das Signal mit dem Offset 1024 versehen. Das Ausgangssignal wird aber nicht beim Endwert 20 mA bzw. 10 V beschnitten, sondern es ist eine Bereichsüberschreitung von mindestens 20% in jeder Richtung möglich. Die erforderliche Anpassung der Zahlengrößen für die Aussteuerung wird zusammen mit den in der nächsten Ziffer behandelten Korrekturwerten erledigt.

### 3.2.2 Anwendung der Korrekturwerte

Die Ausgabeverstärker haben Nullpunkts- und Verstärkungsfehler. Die entsprechenden Korrekturen sind gespeichert und werden bei der Ausgabe gemäß Gleichung 8 berücksichtigt.

Gleichung 8 
$$A = (M \cdot K) + N + 1024$$

A	Ausgangswert in Punkten
M	Meßergebnis
K	Korrektur Verstärkungsfehler
N	Korrektur Offsetfehler

### 3.3 Begrenzung der Analogausgänge

Überschreitet eine Meßgröße ihren vorgegebenen Bereich, dann kann das zu Überlastung angeschlossener Meßgeräte führen. Es können deshalb Grenzen vorgegeben werden, welche im normalen Betrieb nicht überschritten werden.

### 3.4 Grenzwertüberwachung und Energieimpulse

Mit dem Opto-Relaisausgang kann für eine beliebige aus den verfügbaren Meßstellen, die auf einen analogen Ausgang geschaltet werden können, eine Grenzwertverletzung angezeigt werden. Es sind 26 solcher Meßstellen vorgesehen, hinzu kommen weitere für je zwei Energierichtungen von kWh und kVarh. Es wird die in **Tabelle 3** angegebene Zuordnung benutzt. Bei Grenzwerten mit unipolarem Meßwert (Spannungen, Ströme, Scheinleistung) bestimmt das Vorzeichen des Grenzwertes ob Über- oder Unterschreitung (+ bzw. -) signalisiert werden soll.

Grenzwertüberwachung ist mit einer Hysterese von 2% versehen.

Energie pro Impuls = 14745600 / Anzahl der Impulse je Stunde bei Endwert der Leistung. Zulässiger Bereich ist 256 bis 7200 Impulse je Stunde. Die Parametrierung erfolgt durch SIMEAS PAR.

Dezimalwert ASCII	Zeichen	Bedeutung	Grenzwertrichtung
48	0	kein Signal	-
49	1	Gerät in Betrieb	-
50	2	Impulse Wirkleistung Lieferung gesamt	Impuls
51	3	Impulse Wirkleistung Bezug gesamt	Impuls
52	4	Impulse Blindleistung induktiv gesamt	Impuls
53	5	Impulse Blindleistung kapazitiv gesamt	Impuls
54	6	$\cos \varphi$ unter Grenze	Überschreitung ind.
55	7	$\cos \varphi$ unter Grenze	Überschreitung kap.
56	8	$U_{L1-E}$	Über-, Unterschreitung
57	9	$U_{L2-E}$	Über-, Unterschreitung
58	:	$U_{L3-E}$	Über-, Unterschreitung
59	;	$I_{L1}$	Über-, Unterschreitung
60	<	$I_{L2}$	Über-, Unterschreitung
61	=	$I_{L3}$	Über-, Unterschreitung
62	>	$U_{L1-2}$	Über-, Unterschreitung
63	?	$U_{L2-3}$	Über-, Unterschreitung
64	@	$U_{L3-1}$	Über-, Unterschreitung
65	A	P	Überschreitung
66	B	P	Überschreitung
67	C	Q	Überschreitung
68	D	Q	Überschreitung
69	E	S	Überschreitung
70	F	Frequenzabweichung	Überschreitung
71	G	Frequenzabweichung	Überschreitung
72	H	$U_{E-N}$	Über-, Unterschreitung
73	I	$I_N$	Über-, Unterschreitung
74	J	$P_{L1}$	Überschreitung
75	K	$P_{L1}$	Überschreitung
76	L	$P_{L2}$	Überschreitung
77	M	$P_{L2}$	Überschreitung
78	N	$P_{L3}$	Überschreitung
79	O	$P_{L3}$	Überschreitung
80	P	$Q_{L1}$	Überschreitung
81	Q	$Q_{L1}$	Überschreitung
82	R	$Q_{L2}$	Überschreitung
83	S	$Q_{L2}$	Überschreitung
84	T	$Q_{L3}$	Überschreitung
85	U	$Q_{L3}$	Überschreitung
86	V	$\cos \varphi_{L1}$ unter Grenze	Überschreitung ind.
87	W	$\cos \varphi_{L1}$ unter Grenze	Überschreitung kap.
88	X	$\cos \varphi_{L2}$ unter Grenze	Überschreitung ind.
89	Y	$\cos \varphi_{L2}$ unter Grenze	Überschreitung kap.
90	Z	$\cos \varphi_{L3}$ unter Grenze	Überschreitung ind.
91	[	$\cos \varphi_{L3}$ unter Grenze	Überschreitung kap.
92	\	Impulse Wirkleistung Lieferung L <sub>1</sub>	Impuls
93	]	Impulse Wirkleistung Bezug L <sub>1</sub>	Impuls
94	^	Impulse Blindleistung induktiv L <sub>1</sub>	Impuls
95	_	Impulse Blindleistung kapazitiv L <sub>1</sub>	Impuls
96	'	Impulse Wirkleistung Lieferung L <sub>2</sub>	Impuls
97	a	Impulse Wirkleistung Bezug L <sub>2</sub>	Impuls
98	b	Impulse Blindleistung induktiv L <sub>2</sub>	Impuls
99	c	Impulse Blindleistung kapazitiv L <sub>2</sub>	Impuls
100	d	Impulse Wirkleistung Lieferung L <sub>3</sub>	Impuls
101	e	Impulse Wirkleistung Bezug L <sub>3</sub>	Impuls
102	f	Impulse Blindleistung induktiv L <sub>3</sub>	Impuls
103	g	Impulse Blindleistung kapazitiv L <sub>3</sub>	Impuls
104	h	Impulse Scheinleistung gesamt	Impuls

Tabelle 3: Grenzwertüberwachung und Impulse

### 3.5 Ausgabe in Zahlenform

Über die serielle Schnittstelle können die Meßergebnisse auch in Zahlenform abgegeben werden. Siehe dazu auch „Parametrierung - Abfrage der Meßwerte. Für jedes Resultat sind fünf Stellen vorgesehen, vier Ziffern und negatives Vorzeichen. Die Zahlen stehen immer linksbündig, die fehlenden Stellen sind mit Leerzeichen besetzt. Bei der Programmversion V01... wird der Meßwert Null ebenso behandelt wie nicht vorhandene Meßstellen, nämlich durch Ausgabe von Leerstellen. Ab Programmversion V02.00.07 wird hingegen der Meßwert Null durch eine Null mit vier nachfolgenden Leerstellen markiert. Nachstehende Tabelle zeigt einige Beispiele.

Zahlenwert	Ausgabeformat	Programmversion
1129	1129#	alle
-4096	-4096	alle
7	7####	alle
-2	-2###	alle
0	#####	bis V02.00.03
0	0####	ab V02.00.07

Tabelle 4: Zahlenformat

Das Zeichen # steht für ein Leerzeichen. Der Meßwert Null wird je nach Programmversion unterschiedlich behandelt. Die Zahlenwerte sind dimensionslos und müssen, unter Berücksichtigung der eingestellten Bereiche und der benutzten Wandler, in die dimensionsrichtigen Ergebnisse umgerechnet werden. Die Bereiche sind aus Tabelle 8 und die zugehörigen Zahlenwerte aus Tabelle 9 ersichtlich. Die Berechnung erfolgt nach Gleichung 9.

Gleichung 9

$$M = \frac{Z}{K} \cdot B$$

- M dimensionsrichtiger Meßwert  
 Z ausgegebener Zahlenwert  
 K Bereichskonstante aus Tabelle 9  
 B Meßbereich aus Tabelle 8

Bei Anschluß über Wandler sind zusätzlich deren Übersetzungsverhältnisse zu berücksichtigen.

Beispiel 1:

Voraussetzungen: Z = 1129      B = 90 V  
 aus Tabelle 9:      K = 4096

Nach Gleichung 9:  $M = \frac{1129}{4096} \cdot 90 = 24,8V$

Beispiel 2:

Voraussetzungen: Z = 392      B = 90 V x 2 A x 3 = 540 W  
 aus Tabelle 9:      K = 8192  
 (Faktor 3 wegen Vierleitermessung)

Nach Gleichung 9:  $M = \frac{392}{8192} \cdot 90 \cdot 2 \cdot 3 = 25,84 W$

Beispiel 3:

Voraussetzungen: Z = -2      B = 50 ± 5 Hz  
 aus Tabelle 9:      K = 4096

Nach Gleichung 9:  $M = \frac{-2}{4096} \cdot 5 = -2,44 mHz$

Dieser Wert ist die Abweichung vom Nennwert 50,000 Hz, das Resultat also 49,998 Hz.

### 3.6 Eingabe der Korrekturwerte

Durch Nullpunktsfehler von Verstärkern, Abweichungen der Widerstandswerte von den Nennwerten, Übersetzungsfehler der Wandler und Fehler von Referenzspannungen ergeben sich Meßfehler. Zur

Bestimmung derselben werden Referenzsignale an das Gerät angelegt und die zugehörigen, richtigen Zahlenwerte über die serielle Schnittstelle übergeben. Der Meßumformer errechnet die erforderlichen Korrekturfaktoren und speichert sie in einem EEPROM.

### 3.6.1 Korrekturen für eingangsseitige Meßfehler

Für die Kalibrierung der Geräte ist eine Referenzquelle erforderlich, welche entweder von Hand oder gesteuert von einem Personal Computer, auf bestimmte Signale eingestellt wird. Über die serielle Schnittstelle werden die entsprechenden Sollwerte übertragen. Nach einer Einschwingzeit von einer Sekunde errechnet der Meßumformer die Fehler und Korrekturwerte für Ströme und Spannungen und speichert sie. Die Daten werden für jeden Eingang getrennt und für drei Spannungs- und drei Strombereiche erfaßt, also insgesamt 18 Korrekturwerte, siehe Tabelle 1. Der Rechnungsgang ist in Gleichung 9 angegeben. Das Programm des PC übergibt die „richtigen Werte“ in Punkten der Rechengröße.

$$\text{Gleichung 10} \quad K = \frac{\text{richtigerWert}}{\text{gemessenerWert}} \cdot 1024$$

Meßgröße	Verstärkungsfaktor	Korrekturwert
Spannung $U_{L1}$	2	K11
	5	K12
	10	K13
Spannung $U_{L2}$	2	K21
	5	K22
	10	K23
Spannung $U_{L3}$	2	K31
	5	K32
	10	K33
Strom $I_{L1}$	2	K41
	5	K42
	10	K43
Strom $I_{L2}$	2	K51
	5	K52
	10	K53
Strom $I_{L3}$	2	K61
	5	K62
	10	K63

Tabelle 5: Korrekturfaktoren der Eingänge

### 3.6.2 Korrekturen für Fehler der Ausgänge

Für die Korrektur der Fehler der Ausgabeverstärker müssen die Ausgangssignale 10 V und 20 mA gemessen werden können. Je Ausgangskanal werden nur die Fehler für einen Signaltyp, Strom oder Spannung bestimmt. Die Einstellung der Brücken muß deshalb zuerst richtig sein.

Über die serielle Schnittstelle werden Befehle für die Ausgabe von Nullpunkt und Nennwert der Ausgangsgrößen zum Meßumformer gegeben. Die entsprechenden Größen an den Ausgängen desselben werden gemessen und die Fehler wiederum über die Schnittstelle zum Meßumformer zurückgegeben. Dieser speichert die je drei Offsetwerte und Korrekturfaktoren.

## 3.7 Parametrierung

Mit der Parametrierung wird dem Meßumformer mitgeteilt, welche Meßbereiche für Strom und Spannung gelten, welches Meßverfahren gilt, welche Resultate auf die Ausgänge gegeben werden sollen und welche Bereiche dafür einzurichten sind. Ferner wird die Übertragungsgeschwindigkeit eingestellt und es werden verschiedene Daten gespeichert, welche für den Betrieb des Umformers nicht von Bedeutung sind, aber für die Parametrierung und Kalibrierung durch das Programm SIMEAS PAR benötigt werden. Schließlich kann aus verschiedenen Betriebsarten gewählt werden, Grundbetriebsart und unterschiedliche Betriebsarten des IEC 870-5-103 Busprotokolls.

### 3.7.1 Antwortverzögerung

Bei Parametrierung eines Meßumformers mit Bus-Schnittstelle nach RS-485 mittels des Programms SIMEAS PAR muß die Antwort des Meßumformers verzögert werden. Das ist erforderlich, damit das Programm genügend Zeit hat, die Schnittstelle von Senden auf Empfangen umzuschalten. Diese Verzögerung kann von 0 bis 3 Sekunden in Schritten von 0,1 s eingestellt werden. Zu beachten ist, daß es die Kommunikation bei der Parametrierung verlangsamt. Das Telegramm (siehe 4.3.1 Betriebsart einstellen) enthält die Daten für die Parametrierung.

Eine weitere Antwortverzögerung gilt für den Betrieb nach IEC 870-5-103. Vor der Antwort auf einen Befehl der Zentraleinheit wird grundsätzlich eine Wartezeit von vier Zeichen (44 Schritte) eingehalten. Dies ermöglicht es der Zentraleinheit, die Datenrichtung auf Empfang umzuschalten bevor das erste Zeichen der Antwort ankommt.

### 3.7.2 Eingangswerte

Der Umformer hat je drei Meßbereiche für Strom und Spannung. Damit einerseits die Meßgenauigkeit möglichst hoch wird, andererseits keine Übersteuerung eintritt, muß eine Umschaltung der Meßbereiche entsprechend den Eingangsgrößen durchgeführt werden. Das geschieht durch Umschaltung der Verstärkung. Es sind sowohl für die Stromeingänge als auch für die Spannungseingänge je drei Meßbereiche und damit je drei Verstärkungsfaktoren verfügbar. Die Daten sind in Tabelle 6 enthalten. Die Spannungen gelten für Anschluß zwischen Leiter und Erde (Klemmen  $U_{L1-N}$ ,  $U_{L2-N}$ ,  $U_{L3-N}$  des Umformers), also Sternschaltung im Drehstromsystem. Beim Dreileitersystem wird der Sternpunkt im Umformer gebildet, bei einphasigem Anschluß gilt der Wert zwischen den Klemmen U und N.

Spannungsbereich V	Verstärkung Spannung	Strombereich A	Verstärkung Strom
90	10	2	10
180	5	4	5
450	2	10	2

Tabelle 6: Meßbereiche und Verstärkungen

Das Parametrierprogramm SIMEAS PAR ermittelt aufgrund der vom Anwender angegebenen Nennwerte für Strom und Spannung die beiden Verstärkungsfaktoren automatisch. Beim Strom sind die angegebenen Größen absolute Endwerte, deren Überschreitung zusätzliche Meßfehler verursacht. Bei der Spannung ist für den Bereich 90 V eine Überschreitung bis zum Doppelten zulässig, bei 180 und 450 V keine.

### 3.7.3 Meßverfahren

Es können sechs unterschiedliche Meßverfahren ausgewählt werden:

- M1 Einphasennetz  
Nur der Spannungsanschluß  $U_{L1-N}$  und der Stromanschluß  $I_{L1k}-I_{L1l}$  werden benutzt.  
Es können alle Wandler vorhanden sein. Dann ist zu berücksichtigen, daß die Meßgröße der Spannung andere Bereiche umfaßt.  
Zur Beachtung:  
Wird zur Einsparung von Kosten nur ein Wandler eingesetzt, dann muß der Vorwiderstand verdoppelt werden.
- M2 Dreileiternetz beliebiger Belastung  
Alle drei Außenleiterspannungen (ohne Nullpunkt) müssen vorhanden sein, sowie die Ströme  $I_{L1}$  und  $I_{L3}$ .
- M3 Dreileiternetz gleicher Belastung  
Spannungen wie im Fall 2, Strom nur  $I_{L1}$ .
- M4 Vierleiternetz beliebiger Belastung  
Alle drei Spannungen und alle drei Ströme müssen vorhanden sein.
- M5 Vierleiternetz gleicher Belastung  
Alle drei Spannungen vorhanden, aber nur Strom  $I_{L1}$ .
- M6 Sonderausführung Einzelphasenleistungen  
Vierleiternetz beliebiger Belastung, nur bestimmte Meßgrößen.

Je nach Meßverfahren gibt es bis zu 43 Resultate. Sie werden stets alle errechnet. Aus den ersten 26 können beliebige drei auf die drei Ausgänge aufgeteilt werden, siehe Tabelle 7.

R1 bis R9 und R12 sind vorzeichenlose Größen, welche einseitige Ausgangssignale erzeugen. Alle anderen können am Analogausgang Signale wechselnder Polarität ausgeben.

Die Zuordnung der Meßstellen zu Analogausgängen und Bus ist durch die Parametriersoftware SIMEAS PAR und die einfache DOS-Version so festgelegt.

#### Legende zu Tabelle 7

Bedeutung von „Modus“:

M1	Einphasennetz
M2	Dreileiternetz beliebiger Belastung
M3	Dreileiternetz gleicher Belastung
M4	Vierleiternetz beliebiger Belastung
M5	Vierleiternetz gleicher Belastung
M6	Sonderausführung Einzelphasenleistungen
R Nr. 1...43	Resultate

Bedeutung der Markierungen:

A	nur für Analogausgänge verwendet
B	nur für IEC 870-5-103 verwendet
AB	für Analogausgänge und IEC 870-5-103 verwendet

	Modus	M1	M2	M3	M4	M5	M6
R-Nr.	Meßstelle						
1	$U_{L1-N}$	AB			AB	AB	A
2	$U_{L2-N}$				AB		A
3	$U_{L3-N}$				AB		A
4	$I_{L1}$	AB	AB	AB	AB	AB	A
5	$I_{L2}$		AB		AB		A
6	$I_{L3}$		AB		AB		A
7	$U_{L1-2}$		AB	AB	AB		A
8	$U_{L2-3}$		AB	AB	AB		A
9	$U_{L3-1}$		AB	AB	AB		A
10	$\Sigma P$	AB	AB	AB	AB	AB	A
11	$\Sigma Q$	AB	AB	AB	AB	AB	A
12	$\Sigma S$	AB	AB	AB	AB	AB	A
13	$\cos\varphi$	AB	AB	AB	AB	AB	A
14	$\varphi$	AB	AB	AB	AB	AB	A
15	F	AB	AB	AB	AB	AB	A
16	$U_{E-N}$				AB		
17	$P_{L1}$				AB		B
18	$P_{L2}$				AB		B
19	$P_{L3}$				AB		B
20	$Q_{L1}$				AB		B
21	$Q_{L2}$				AB		B
22	$Q_{L3}$				AB		B
23	$\cos\varphi_{L1}$				AB		B
24	$\cos\varphi_{L2}$				AB		B
25	$\cos\varphi_{L3}$				AB		B
26	$I_N$				AB		B
27	$\Sigma W$ Bezug	B	B	B	B	B	B
28	$\Sigma W$ Lieferung	B	B	B	B	B	B
29	$\Sigma B$ Bezug	B	B	B	B	B	B
30	$\Sigma B$ Lieferung	B	B	B	B	B	B
31	$W_{L1}$ Bezug	B			B		B
32	$W_{L1}$ Lieferung	B			B		B
33	$B_{L1}$ Ind.	B			B		B
34	$B_{L1}$ Kap.	B			B		B
35	$W_{L2}$ Bezug				B		B
36	$W_{L2}$ Lieferung				B		B
37	$B_{L2}$ Bezug				B		B
38	$B_{L2}$ Lieferung				B		B
39	$W_{L3}$ Bezug				B		B
40	$W_{L3}$ Lieferung				B		B
41	$B_{L3}$ Bezug				B		B
42	$B_{L3}$ Lieferung				B		B
43	$\Sigma S$	B	B	B	B	B	B

Tabelle 7 Resultate bei den unterschiedlichen Meßverfahren

### 3.7.4 Amplituden der Ausgangswerte

Zur Bestimmung der Amplituden der Ausgänge werden Faktoren eingegeben, welche die Resultate, die sich aus den Eingangsgrößen ergeben, in die Ausgangsgrößen umwerten. Wegen der aufwendigen Berechnungen, die nur ein einziges Mal bei der Parametrierung nötig sind, werden diese Faktoren vom Programm „SIMEAS PAR“ in einem PC errechnet und zum Umformer übertragen.

Für die Meßstellen Spannung und Strom sind jeweils drei Eingangsbereiche zu berücksichtigen, wie sie sich aus den Verstärkungsfaktoren ergeben. Das ergibt eine bestimmte Anzahl von Volt oder Am-



pere je Punkt. Für den Effektivwert des Endwertes von Strom und Spannung gilt aber immer 4096 Punkte für den Endwert. Für die abgeleiteten Größen Wirk- und Blindleistung gilt -8192 bis +8192 Punkte, Scheinleistung 0-8192 Punkte. Diese größeren Werte berücksichtigen, daß Überspannung und Überstrom zulässig sind und damit bei Nenngrößen nur ein Bruchteil des Zahlenwertes erreicht wird.

Der Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  reicht von -4096 bis +4096 für  $\cos (-90^\circ)\dots\cos (0^\circ)\dots\cos (90^\circ)$ . Für die Wirkleistung wird bei der Berechnung der Absolutbetrag zu Grunde gelegt, so daß die Quadranten drei und vier genauso dargestellt werden, wie die Quadranten eins und zwei. Die Energierichtung kann aber durch den Binärausgang angezeigt werden.

Für den Phasenwinkel ist eine Besonderheit zu berücksichtigen. Beim vorgesehenen Bereich von  $\pm 180^\circ$  kann es passieren, daß in Systemen mit wechselnder Energierichtung nahe der Wirkleistung Null der Meßwert ständig zwischen negativem und positivem Vollausschlag pendelt. Dieses Verhalten ist weder für mechanische Anzeiger noch für Registrierer zulässig, es ist eine Hysterese nötig. Deshalb wurde der Bereich auf  $\pm 216^\circ$  festgelegt. Erst wenn dieser Endwert überschritten wird, erfolgt ein Sprung um  $180^\circ$ .

Endwert Strom	Verstärkung Strom	Endwert Spannung	Verstärkung Spannung	Endwert Leistung pro Leiter (W, VA, Var)
2 A	10	90V	10	180
4 A	5	90 V	10	360
10 A	2	90 V	10	900
2 A	10	180 V	5	360
4 A	5	180 V	5	720
10 A	2	180 V	5	1800
2 A	10	450 V	2	900
4 A	5	450 V	2	1800
10 A	2	450 V	2	4500

Tabelle 8: Endwerte der effektiven Meßgröße für die Punktzahl 4096 (bei Leistungen 8192)

In Tabelle 9 sind die Punkte für den möglichen Bereich aller Meßgrößen aufgeführt.

Meßgröße	Punkte Anfang	Punkte Ende	Bereich phys.
Effektivwerte	0	4096	siehe Tabelle 8
Leistungen	-8192	8192	siehe Tabelle 8
Winkel	-4915	4915	-216 +216°
Leistungsfaktor	-4096	4096	-0...1...+0
Frequenz	-4096	4096	$\pm 5$ Hz

Tabelle 9 : Maschinengröße der Meßwerte

Für die Ansteuerung der Ausgangsverstärker werden die errechneten Punktzahlen in Zahlenwerte umgerechnet, welche eine sinnvolle Ansteuerung mit ausreichender Auflösung ermöglichen, z. B. 2048 Punkte für den Bereich -20 bis +20 mA.

Die Frequenz wird mit einem Bewertungsfaktor multipliziert, welcher die Abweichung vom Zentralwert in den verfügbaren Punkten abbildet. Ein Offsetwert ermöglicht eine Verschiebung des Zentralwertes nach einer Seite. Näheres siehe unter 4.1.3.

### 3.7.5 Abfrage der Parameter

In der Grundfunktion werden sämtliche gespeicherten Betriebsparameter auf Anforderung als Telegramm über die serielle Schnittstelle abgegeben. In den Angaben ist auch die Programmversion und das Datum der letzten Parameteränderung enthalten. Der Telegrammaufbau ist im Abschnitt „Telegrammformate“ beschrieben.

In der Betriebsart IEC 870-5-103 können die Parameter nicht abgefragt werden, es muß zuvor auf Grundfunktion umgeschaltet werden. Näheres unter 5.3.4.

### 3.7.6 Abfrage der Meßwerte

Auf Anforderung werden alle, dem parametrisierten Meßverfahren entsprechenden, aktuellen Meßergebnisse (siehe Tabelle 7) als Telegramm über die serielle Schnittstelle abgegeben. Der Telegrammaufbau für die Grundfunktion ist im Abschnitt Telegrammformate beschrieben. Für die betreffenden Funktionen in der Betriebsart IEC 870-5-103 siehe Kapitel 5.

## 4 Schnittstelle zum PC

Die Schnittstelle zum PC hat drei Aufgaben zu unterstützen, Parametrierung, Kalibrierung und Prüfung des Umformers. Die Kalibrierung erfolgt üblicherweise im Werk und für alle möglichen Meßbereiche. Die Parametrierung kann im Werk oder vom Kunden vorgenommen werden und bestimmt Meßbereiche und Meßverfahren, sowie die Zuordnungen von Meßstellen zu den Ausgängen. Bei der Prüfung werden aktuelle Meßgrößen zum Personal Computer übertragen und damit, durch Vergleich mit angelegten Größen, Meßfehler ermittelt.

In der Betriebsart IEC 870-5-103 sind diese Funktionen außer Betrieb, die Schnittstelle bedient dann ausschließlich den Busverkehr.

### 4.1 Parametrierung

#### 4.1.1 Meßbereiche

Bei der Parametrierung wird dem Meßumformer durch Eingabe der Verstärkungsfaktoren mitgeteilt, welche Meßbereiche für Spannung und Strom gelten. Im Werk wird nacheinander jeder der drei Faktoren für die beiden Größen eingestellt und danach eine Kalibrierung durchgeführt. Vor dem Versand oder beim Kunden wird dann der benötigte Bereich durch erneute Parametrierung ausgewählt.

#### 4.1.2 Zuordnung der Ausgänge

Die Meßresultate sind im Umformer in einer Tabelle abgelegt. Bis zu drei dieser Größen (siehe Tabelle 7) können den drei Ausgängen zugeordnet werden. Damit sind Resultatwerte mit Ausgängen verbunden. Es muß aber noch für jeden Ausgang der Anzeigebereich eingestellt werden, der nicht mit dem Nennwert des Resultates übereinzustimmen braucht (siehe 4.1.3).

#### 4.1.3 Einstellung der Anzeigebereiche der Ausgänge

Das Gerät hat verschiedene Eingangsbereiche für Strom, Spannung, Leistung etc. Ebenso gibt es unterschiedliche Ausgangsbereiche, z.B. 0 bis 20 mA, 0 bis 10 V etc. Um die Einstellung der Ausgangsbereiche und ihre Zuordnung zu Eingangsbereichen einfach darzustellen, werden sowohl für die Eingänge als auch für die Ausgänge normierte Größen verwendet. Jeder Eingangsbereich, gleichgültig ob Strom oder Spannung, Leistung oder Frequenz, hat den Bereich

$$-1..0..+1.$$

Das gleiche gilt für die Ausgänge, die unabhängig von der Art, Strom oder Spannung, und vom Bereich ( $\pm 20$  mA,  $\pm 10$  V) ebenfalls auf

$$-1..0..+1$$

normiert sind. Nun sind aber manche Meßgrößen Absolutwerte, die niemals negativ werden können, wie etwa die Effektivwerte von Spannungen und Strömen. Meistens werden auch die Ausgänge nur einseitig benutzt (0..20 mA). In solchen Fällen bleibt der negative Anteil einfach unberücksichtigt.

Selten wird es vorkommen, daß der ganze Eingangsbereich 1:1 auf dem Ausgangsbereich abgebildet wird, sondern es wird ein Teil des möglichen Eingangsbereiches durch einen Teil des Ausgangsbereiches abgebildet, wobei beide unterschiedliche Bruchteile von eins sein können. Es muß dazu ein Faktor eingegeben werden, welcher die Anpassung bewirkt. Dies sei an einem Beispiel erläutert. Bei der Einstellung auf 2 A und 180 V ergibt sich für den eingangsseitigen Meßbereich eine Leistung 360 W je Phase, also ein Bereich von  $\pm 1080$  W. Vorausgesetzt, der Ausgang soll  $\pm 20$  mA sein, dann bildet dieser Strom bei Faktor 1 genau diese Leistung ab. Wünscht der Kunde aber einen anderen Zusammenhang, etwa  $\pm 1000$  W für  $\pm 20$  mA, dann muß der Faktor größer als eins werden, weil ein kleinerer Eingangsbereich bereits zum Vollausschlag führen soll. Der Faktor wird:

Gleichung 11 
$$Faktor = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich}}{\text{normierter Eingangsbereich}}$$

Es gilt:

Gleichung 12 
$$\text{normierter Ausgangsbereich} = \frac{\text{Nennwert}}{\text{Bereich}} = \frac{20\text{mA}}{20\text{mA}} = 1$$

und

Gleichung 13 
$$\text{normierter Eingangsbereich} = \frac{\text{Nennwert}}{\text{Bereich}} = \frac{1000\text{W}}{1080\text{W}} = 0,926$$

Der Faktor wird also nach Gleichung 11:

Gleichung 14 
$$F = \frac{1}{0,926} = 1,08.$$

Der Nullpunkt der Eingangsgröße fällt hier auf den Nullpunkt des Ausgangssignals, es ist also keine Verschiebung durch Eingabe eines Offsetwertes erforderlich, er wird damit Null.

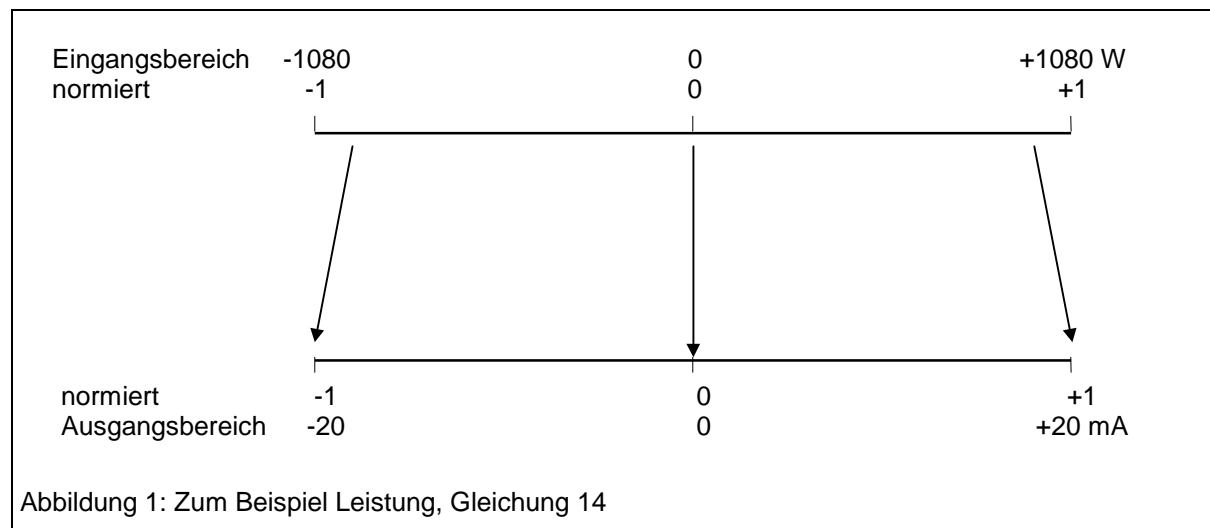


Abbildung 1 zeigt schematisch, wie der Bereich von  $\pm 1000\text{ W}$  durch den in Gleichung 14 errechneten Faktor auf dem Ausgang abgebildet wird.

Zum Meßumformer wird der Faktor nicht als Dezimalbruch übertragen, sondern Zähler und Nenner eines echten Bruchs, wobei der Nenner eine Potenz von zwei ist und möglichst nicht kleiner als 4096 sein soll und nicht mehr als 4 Stellen haben darf.

Wenn der abzubildende Meßwert auf die Primärseite der Meßwandler bezogen ist, müssen vor Anwendung der Gleichung 14 Spannung, Strom und Leistung auf Sekundärwerte umgerechnet werden, für obiges Beispiel also Gleichung 19 angewandt werden.

Gleichung 15: Spannung 
$$U_{\text{sekundär}} = U_{\text{primär}} \cdot \frac{\text{Wandler}_{\text{sekundär}}}{\text{Wandler}_{\text{primär}}}$$

$U_{\text{sekundär}}$	Spannung am Meßumformer
$U_{\text{primär}}$	Primärspannung
$\text{Wandler}_{\text{sekundär}}$	Nennwert der Spannung des Wandlers der Sekundärseite
$\text{Wandler}_{\text{primär}}$	Nennwert der Spannung des Wandlers der Primärseite

Gleichung 16: Strom 
$$I_{\text{sekundär}} = I_{\text{primär}} \frac{\text{Wandler}_{\text{sekundär}}}{\text{Wandler}_{\text{primär}}}$$

$I_{\text{sekundär}}$  Strom am Meßumformer  
 $I_{\text{primär}}$  Primärstrom  
 $\text{Wandler}_{\text{sekundär}}$  Nennwert des Stroms des Wandlers der Sekundärseite  
 $\text{Wandler}_{\text{primär}}$  Nennwert des Stroms des Wandlers der Primärseite

Gleichung 17: Leistung 
$$P_{\text{sekundär}} = P_{\text{primär}} \frac{U_{\text{sekundär}}}{U_{\text{primär}}} \cdot \frac{I_{\text{sekundär}}}{I_{\text{primär}}}$$

$P_{\text{sekundär}}$  Leistung am Meßumformer  
 $P_{\text{primär}}$  Primärleistung  
 $U_{\text{sekundär}}$  Nennwert der Spannung des Wandlers der Sekundärseite  
 $U_{\text{primär}}$  Nennwert der Spannung des Wandlers der Primärseite  
 $I_{\text{sekundär}}$  Nennwert des Stroms des Wandlers der Sekundärseite  
 $I_{\text{primär}}$  Nennwert des Stroms des Wandlers der Primärseite

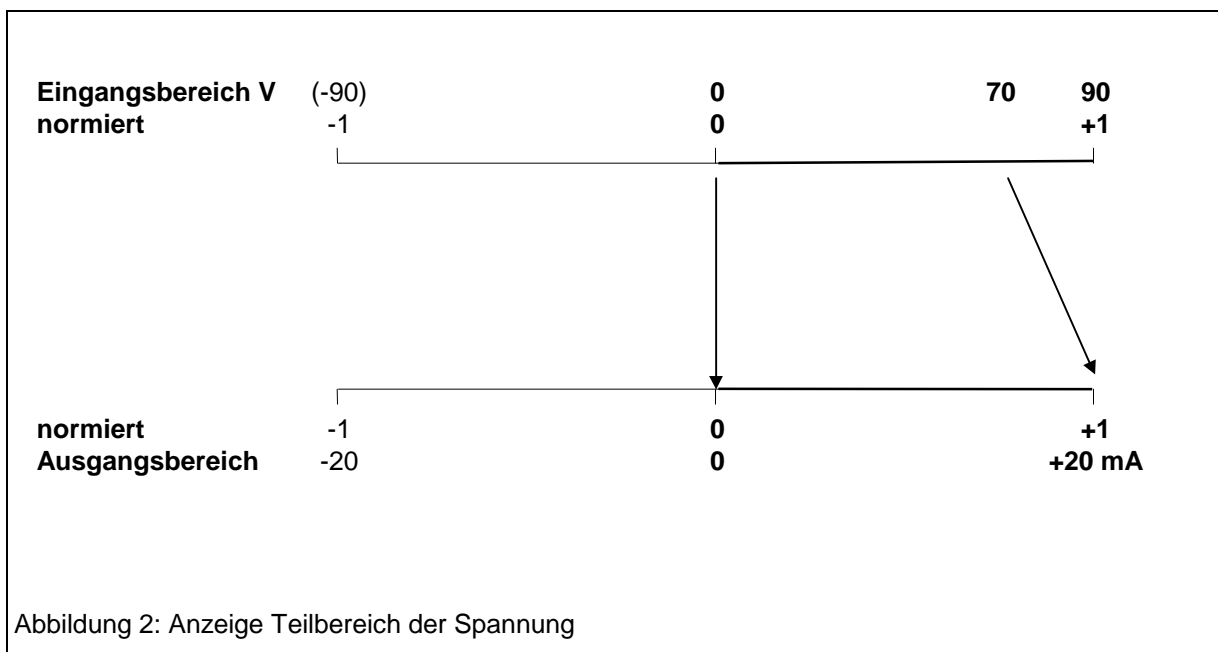


Abbildung 2: Anzeige Teilbereich der Spannung

Die Abbildung 2 zeigt als ein weiteres Beispiel, wie der Teilbereich von 0 bis 70 V aus dem Meßbereich 0 bis 90 V auf den Ausgang von 0 bis 20 mA projiziert wird.

Im Beispiel ist **0**=0 V und **+1**=90 V.

Für die Ausgangsgröße wird nur positives Ausgangssignal benutzt, **0**=0 mA und **+1**=20 mA.

Der normierte Ausgangsbereich nach Gleichung 12 ist 1.

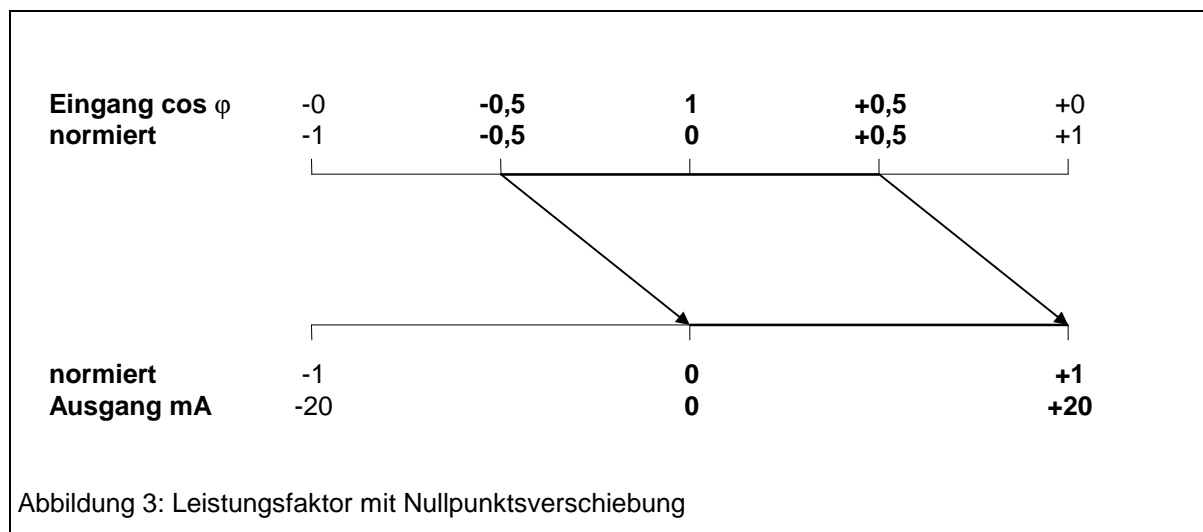
Der normierte Eingangsbereich nach Gleichung 13 ist 70/90.

Der Faktor ist damit 1,2857. Er wird nach Multiplikation mit 4096 zum Zähler des zu übergebenden Bruchs, der Nenner ist 4096.

Für das Beispiel nach Abbildung 2 gilt für den Faktor:

Gleichung 18 
$$F = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich}}{\text{normierter Eingangsbereich}} = \frac{1}{\frac{70}{90}} = \frac{1}{0,7777} = 1,2857 = \frac{5266}{4096}$$

Der Nullpunkt des Ausgangsstroms bildet auch den Nullpunkt der Eingangsspannung ab, es gibt keine Verschiebung und damit ist der Wert für den Offset Null.



Am Beispiel des Leistungsfaktors seien Faktor und Offset für eine Meßgröße wechselnder Polarität demonstriert. Abbildung 3 zeigt, wie der Bereich des Leistungsfaktors von  $\pm 0,5$  auf dem Strom von 0 bis 20 mA abgebildet wird.

Der Faktor errechnet sich hier nach folgender Formel:

$$\text{Gleichung 19} \quad F = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich}}{\text{normierter Eingangsbereich}} = \frac{1}{+0,5 - (-0,5)} = 1 = \frac{4096}{4096}$$

Der Faktor 1 wird übertragen als die Zahl 4096, ebenso groß ist der zugehörige Nenner.

Der Offset ist +0,5, denn der normierte Meßwert -0,5 soll auf dem normierten Ausgangswert 0 abgebildet werden. Die Formel dazu:

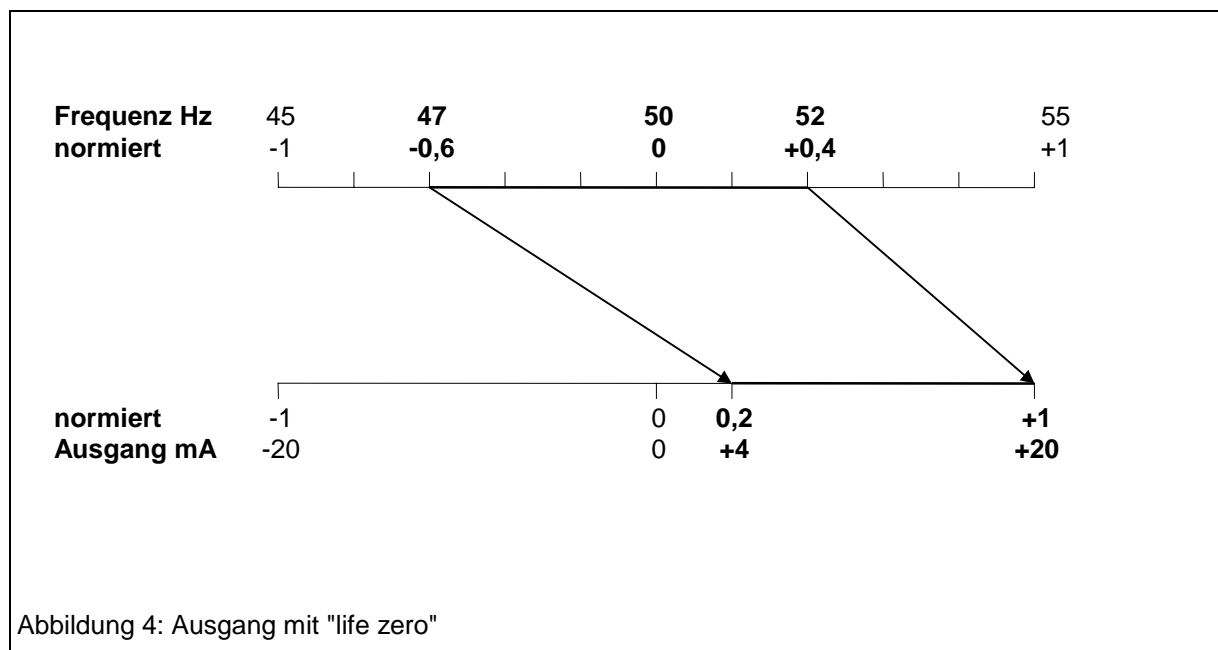
$$\text{Gleichung 20} \quad O = A_N - M_N \cdot F = 0 - (-0,5 \cdot 1) = 0,5 = \frac{2048}{4096}$$

- O     Offset
- $A_N$    normierter Ausgangswert für Null
- $M_N$    normierter Meßwert, welcher der Nullpunkt sein soll
- F     Faktor aus Gleichung 19

Der Offset wird übertragen als Zahl 2048 (Zähler), der zugehörige Nenner ist 4096, der gleiche wie für den Faktor.

Dieses Beispiel kann gilt auch sinngemäß für andere Meßgrößen wechselnder Polarität, wie Leistung, Frequenz und Winkel, wenn sie durch unipolares Ausgangssignal wiedergegeben werden sollen.

Die Berücksichtigung von „life zero“ ist im folgenden Beispiel mit der Abbildung 4 gezeigt. Es wird dort der Teilbereich 47 bis 52 Hz des gesamten Meßbereichs 45 bis 55 Hz auf einen Ausgang von 4 bis 20 mA projiziert.



Der Faktor errechnet sich nach Gleichung 11 zu:

Gleichung 21 
$$F = \frac{1 - 0,2}{0,4 - (-0,6)} = \frac{0,8}{1,0} = 0,8$$

Zähler und Nenner des zu übergebenden Bruchs wären damit  $0,8 \cdot 4096 = 3276,8$  und 4096. Die Stelle nach dem Komma wird nach kaufmännischer Rundung zu Null und entfällt, die letzte Stelle vor dem Komma um eins erhöht wird 3277. Der dadurch entstehende Fehler ist vernachlässigbar.

Der Offset ist die Differenz zwischen dem normierten Ausgangswert für den Nullpunkt und dem normierten Eingangswert für den Nullpunkt:

Gleichung 22 
$$O = A_N - M_N \cdot F$$

O Offset normiert  
 $A_N$  Nullpunkt normierter Ausgang  
 $M_N$  normierter Eingangswert für den Ausgangsnulldpunkt  
 F Faktor aus Gleichung 21

Mit den Werten der Abbildung 4 eingesetzt in Gleichung 22 erhält man dann:

Gleichung 23 
$$O = 0,2 - (-0,6) \cdot 0,8 = 0,64$$

Es ist nur der Zähler zu errechnen, denn der Nenner ist bereits zu 4096 festgelegt. Der Zähler wird:

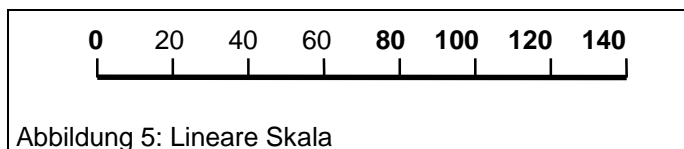
Gleichung 24 
$$Z = 0,6 \cdot 4096 = 2621$$

Nach Rundung ergibt sich die Ganzzahl 2785.

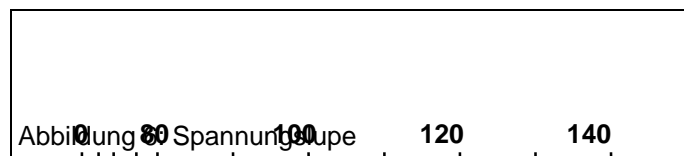
## 4.1.4 Spannungslupe

### 4.1.4.1 Anwendung

Versorgungsspannungen haben einen Nennwert und einen Toleranzbereich. Normalerweise bewegt sich die Meßgröße innerhalb dieses Bereiches oder sie ist Null. Meßgeräte, welche den gesamten Meßbereich linear anzeigen verschwenden deshalb den großen Teil ihrer Skala zwischen Null und der unteren Toleranzgrenze.



der Skala zusammengedrängt, der interessierende Toleranzbereich aber von drei auf sechs Teile gedehnt wird. Das Resultat zeigt die Abbildung 6. Es ist hier der gesamte Meßbereich auf zwei Bereiche unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt. Der interessierende Spannungsbereich ist gedehnt.



Aufteilung in zwei Bereiche unterschiedlicher Steilheit ist aber nicht nur auf die Anwendung für eine Spannungslupe beschränkt, sondern kann auch so konfiguriert werden, daß der obere Bereich gedrängt wird. Das ist sinnvoll bei Strommessung, wenn ein nur selten benutzter Überstrombereich dargestellt werden soll.

Die obere der Abbildung 5 zeigt am Beispiel der Spannung 110 V mit dem Toleranzbereich von 80 bis 140 V, daß nur drei der sieben Skalenteile benutzt werden. Die Ablesegenauigkeit kann hier verdoppelt werden, wenn der Bereich zwischen 0 und 80 V auf ein Siebentel der Skala zusammengedrängt, der interessierende Toleranzbereich aber von drei auf sechs Teile gedehnt wird. Das Resultat zeigt die Abbildung 6. Es ist hier der gesamte Meßbereich auf zwei Bereiche unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt. Der interessierende Spannungsbereich ist gedehnt.

Letzteres ist für alle drei Analogausgänge des Meßumformers eingerichtet. Die

#### 4.1.4.2 Modifizierung der Analogausgabe

Für die Abbildung der Meßgröße auf dem analogen Ausgang wird ein Faktor und ein Offsetwert benutzt und dem Umformer mit dem Telegramm „H“ übergeben. Mit dem Faktor wird der Meßwert multipliziert, dazu der Offset addiert und das Resultat auf den Ausgang gegeben. Für die Darstellung mit Knick ist ein zweiter Faktor erforderlich und die Angabe des Knickpunkts. Für geknickte Kennlinie enthält das Telegramm die folgenden Größen:

Faktor 1	Steilheit für Bereich über dem Knickpunkt
Nenner 1	Nenner, weil Faktor = Zähler/Nenner
Faktor 2	Steilheit für den Bereich unter dem Knickpunkt
Knickpunkt.	in Punkten der Meßgröße ( $\pm 4096 =$ Bereichsende)
Offset	in Punkten der Meßgröße ( $\pm 4096 =$ Bereichsende)

— Meßbereich —

Von:	Bis:	Einheit:
<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="140,00"/>	<input type="text" value="V"/> <input type="text" value="V"/>

— Knick —

Meßwert:	Ausgang
<input type="text" value="80,00"/>	<input type="text" value="14,29"/>

In SIMEAS PAR ist das Fenster „Meßgerät: Grundparameter/Ausgang n“ durch den Bereich „Knick“ erweitert, der die Felder „Meßwert“ und „Ausgang“ enthält. Diese beiden Felder geben den Knickpunkt an, sie sind mit den Werten Null vorbelegt, das heißt, der Knickpunkt ist zunächst der Nullpunkt selbst, die Anzeige ist linear.

Abbildung 7 Eingabe der Parameter

Werden aber Zahlenwerte eingesetzt, dann wird der Ausgang in zwei Bereiche unterschiedlicher Steigung aufgeteilt. Es kann damit sowohl eine Spannungslupe gebildet werden, als auch eine gedrängte Anzeige für einen Überstrombereich. SIMEAS PAR errechnet die an den Umformer zu übergebenden Parameter wie am Beispiel der Abbildung 2 im folgenden beschrieben.

### Beispiel 1: Spannungslupe für Ausgang 0 bis 20 mA

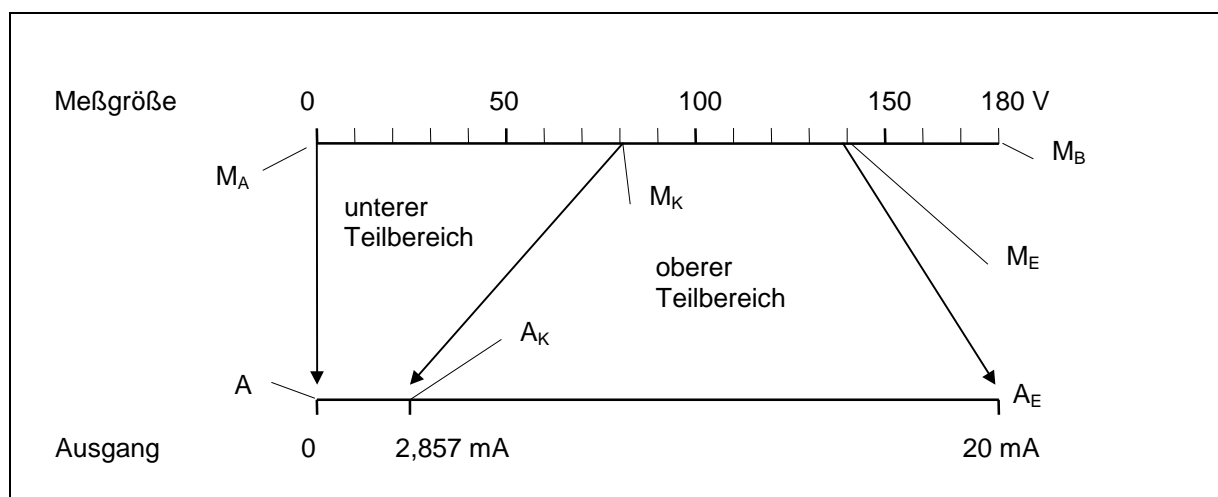


Abbildung 8 Zuordnung der Kennlinienbereiche

Von dem gesamten Meßbereich 0-180 V ( $M_B$ ) ist der Bereich zwischen 0 V und dem gewünschten Endwert von 140 V ( $M_E$ ) darzustellen. Dabei soll der Bereich oberhalb des Knickpunktes 80 V ( $M_K$ ) auf 6/7 des Bereichs von 0-20 mA gedehnt werden.

Der Anwender gibt ein (siehe Abbildung 3):

1. Meßbereich: von 0,00 bis 140,00 V, der gesamte Bereich
2. Knick: Meßwert 80,00 (V), der Knickpunkt  
Ausgang 2,857 mA = 1/7 von 20 mA für den ersten Bereich
3. Ausgangssignal: 0-20 mA

SIMEAS PAR errechnet:

$$1. \text{ Faktor 1: } F1 = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich}}{\text{normierter Eingangsbereich}} = \frac{\frac{A_E - A_K}{M_E - M_A}}{\frac{M_B - M_A}{M_E - M_K}} \quad \text{der obere Teilbereich}$$

2. Nenner: Faktor 1 und Faktor 2 werden als echte Brüche übergeben, der Nenner ist eine Zweierpotenz, so daß Zähler und Nenner möglichst große Werte annehmen, aber nicht mehr als vier Stellen haben.

$$3. \text{ Faktor 2: } F2 = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich 2}}{\text{normierter Eingangsbereich 2}} = \frac{\frac{A_K - A_A}{M_K - M_A}}{\frac{M_B - M_A}{M_E - M_A}} \quad \text{der untere Teilbereich}$$

4. Offset: Null

$$5. \text{ Knickpunkt: } K = \frac{M_K}{M_B - M_A} \cdot 4096$$

Die Variablen sind:

$M_A$	Meßbereichsanfang
$M_B$	Meßbereichsende
$M_E$	Endwert für Anzeige
$M_K$	Meßwert am Knickpunkt
$A_A$	Anfang des Ausgangsbereichs
$A_K$	Knickpunkt des Ausgangsbereichs
$A_E$	Ende des Ausgangsbereichs



Für das Beispiel 1 ergeben sich die Werte:

$$\text{Faktor 1} = F1 = \frac{20 - 2,857}{\frac{140 - 80}{180}} = 2,5714$$

nach Multiplikation von 2,5714 mit dem Nenner 2048 erhält man den Zähler **5266**

$$\text{Faktor 2} = F2 = \frac{180}{80} \cdot \frac{14,286}{100} = 0,321$$

nach Multiplikation von 0,321 mit dem Nenner 2048 erhält man den Zähler **658**

Nenner = wird zu **2048** gewählt, weil F1 bei 4096 als Nenner eine fünfstellige Zahl ergäbe

$$\text{Knickpunkt} = K = \frac{80}{180} \cdot 4096 = 1820$$

Für das Beispiel ergeben sich die Werte:

Offset = **0**, übergebener Zahlenwert **0**

### Beispiel 2: Spannungslupe für Ausgang 4 bis 20 mA

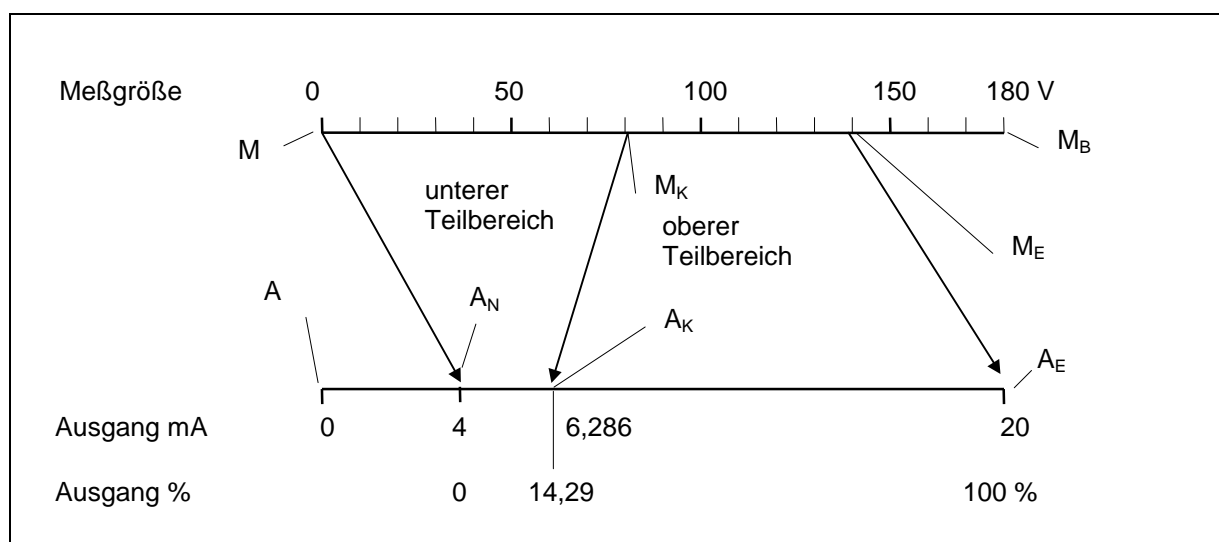


Abbildung 9 Zuordnung der Kennlinienbereiche bei „life zero“

Von dem gesamten Meßbereich 0-180 V (M<sub>B</sub>) ist der Bereich zwischen 0 V und dem gewünschten Endwert von 140 V (M<sub>E</sub>) darzustellen. Dabei soll der Bereich oberhalb des Knickpunktes 80 V (M<sub>K</sub>) auf 6/7 des Bereichs von 4-20 mA gedehnt werden.

Der Anwender gibt ein (siehe Abbildung 9):

1. Meßbereich: von 0,00 bis 140,00 V, der gesamte Bereich
2. Knick: Meßwert 80,00 (V), der Knickpunkt  
Ausgang 6,286 mA = 1/7 von 16 mA + 4 mA für den ersten Bereich
3. Ausgangssignal: 4-20 mA

SIMEAS PAR errechnet:

1. Faktor 1: 
$$F1 = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich}}{\text{normierter Eingangsbereich}} = \frac{\frac{A_E - A_K}{M_B - M_A}}{\frac{A_E - A_A}{M_E - M_K}}$$
 der obere Teilbereich

$$F1 = 2,571$$

2. Nenner: Offset, Faktor 1 und Faktor 2 werden als echte Brüche übergeben, der Nenner ist eine Zweierpotenz, so daß Zähler und Nenner möglichst große Werte annehmen, aber nicht mehr als vier Stellen haben.

3. Faktor 2: 
$$F2 = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich 2}}{\text{normierter Eingangsbereich 2}} = \frac{\frac{A_K - A_N}{M_B - M_A}}{\frac{A_E - A_A}{M_K - M_A}}$$
 der untere Teilbereich

$$F2 = 0,2571$$

4. Offset: 
$$O = \frac{A_N}{A_E}$$

$$O = 0,2$$

weil Nullpunkt der Meßgröße bei 4 mA (20%) des vollen Ausgangssignals liegt. Die Übergabe erfolgt als Ganzzahl, welche der Zähler eines Bruchs ist. Dessen Nenner gilt auch für die beiden Faktoren.

5. Knickpunkt: 
$$K = \frac{M_K}{M_B - M_A} \cdot 4096$$
  

$$K = 1820$$

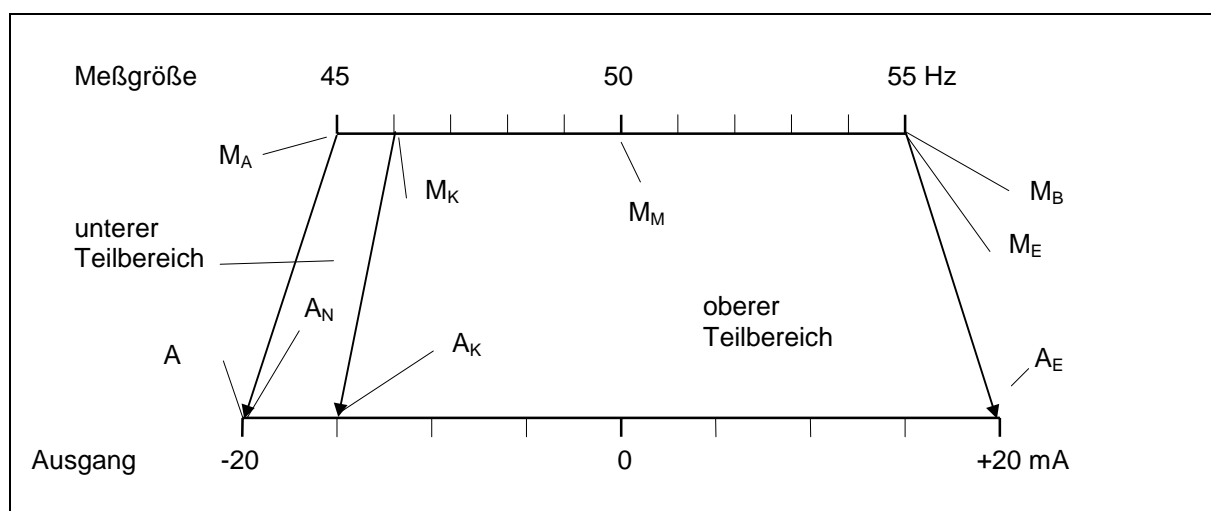


Abbildung 10 Zuordnung bei bipolarem Ausgang

Der Anwender gibt ein (siehe Abbildung 10):

1. Meßbereich: von 45 bis 55 Hz, der gesamte Bereich
2. Knick: Meßwert 44 Hz, der Knickpunkt  
Ausgang -15 mA = 1/8 von 40 mA für den ersten Bereich
3. Ausgangssignal:  $\pm 20$  mA

SIMEAS PAR errechnet:

1. Faktor 1: 
$$F1 = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich}}{\text{normierter Eingangsbereich}} = \frac{\frac{A_E - A_K}{M_E - M_K}}{\frac{A_E - A_A}{M_B - M_A}}$$
 der obere Teilbereich

$$F1 = 0,97222$$

2. Nenner: Offset, Faktor 1 und Faktor 2 werden als echte Brüche übergeben, der Nenner ist eine Zweierpotenz, so daß Zähler und Nenner möglichst große Werte annehmen, aber nicht mehr als vier Stellen haben.

3. Faktor 2: 
$$F2 = \frac{\text{normierter Ausgangsbereich 2}}{\text{normierter Eingangsbereich 2}} = \frac{\frac{A_K - A_N}{M_K - M_A}}{\frac{A_E - A_A}{M_B - M_A}}$$
 der untere Teilbereich

$$F2 = 1,25$$

4. Offset: 0, weil der gesamte Ausgangsbereich ohne Verschiebung genutzt wird.  
 5. Knickpunkt: Der Knickpunkt liegt im negativen Bereich der Eingangsgröße, nämlich bei -80%

$$K = \frac{M_K - M_M}{M_M - M_A} \cdot 4096$$

$$K = 3277$$

#### 4.1.4.3 Behandlung im Meßumformer

- Das Meßergebnis wird mit dem Knickpunkt verglichen. Ist es kleiner als dieser, dann wird Faktor 2 benutzt. Andernfalls ergibt sich der Ausgangswert aus Faktor 2 mal den Punkten für den Knickpunkt plus Faktor 1 mal der über den Knickpunkt hinausgehenden Punktezahl des Ergebnisses.
- Hat das Parametertelegramm mit der Kennung 'H' die Länge 15, dann werden die Variablen Knickpunkt und Faktor 2 gleich Null gesetzt.
- Hat das Parametertelegramm mit der Kennung 'H' die Länge 35, dann werden Faktor 2 und Knickpunkt übernommen und ausgewertet.

#### 4.1.5 Meßverfahren

Die Netzkonstellation, vorhandene Meßwandler oder die Anforderungen des Kunden bestimmen, welches Meßverfahren zu wählen ist. Für die Kalibrierung ist immer das Meßverfahren „Vierleiternetz“ anzuwenden.

### 4.2 Kalibrierung

Der Umformer wird im Werk für alle möglichen Meßbereiche kalibriert, die Korrekturwerte intern abgespeichert.

#### 4.2.1 Justierung der Eingänge

Das Gerät wird auf Meßverfahren Vierleiternetz geschaltet. Zur Kalibrierung der Spannungskanäle werden alle drei Spannungseingänge parallel an eine Referenzspannung gelegt und dem Umformer dann vom PC die Größe dieser Spannung mitgeteilt. Sie muß während mindestens zwei Sekunden konstant sein und sollte zwischen 50 und 75% des Vollausschlags liegen. Für die Ströme werden die entsprechenden Kanäle in Reihe geschaltet und sinngemäß verfahren. Die Kalibrierung muß in beiden Fällen für alle drei Meßbereiche erfolgen.

## 4.2.2 Justierung der Ausgänge

Dem Umformer wird vom PC nacheinander Nullpunkt und Vollausschlag für alle drei Ausgänge mittels des Telegramms „K“ vorgegeben. Die tatsächliche Ausgangsgröße wird gemessen, der Fehler ermittelt und der Korrekturwert in Punkten je Kanal übergeben. Wenn als Endwert 2048 eingegeben wird, muß die Korrektur normalerweise auf 22 mA oder 11 V erfolgen, es sei denn, daß keine Überbersteuerung benötigt wird.

## 4.3 Telegrammformate

Die Übertragung erfolgt im ASCII Code, 2400 Baud, 8N1. Die wird durch Bildung einer dreistelligen Prüfsumme verifiziert. Der grundsätzliche Telegrammaufbau in Richtung Umformer ist:

STX A1 A2 BK1 BK2 Z1 Z2 Z3 Daten... PS1 PS2 PS3 ETX

Bedeutung:

STX	02H	Startzeichen
A1, A2		Adresse des Gerätes 00 bis 99, dezimal bis Programmversion V02.00.03 00 bis 0FFH, hexadezimal, ab Programmversion V02.00.07
BK1, BK2		Befehlskennungen
Z1, Z2, Z3		Anzahl der Zeichen im Datenfeld, Hunderter, Zehner, Einer
Daten		Datensatz, unten beschrieben
PS1, 2, 3		arithmetische Prüfsumme von A1 bis zum letzten Zeichen der Daten, modulo 256, Hunderter, Zehner, Einer
ETX	03H	Endezeichen

Tag, Monat und Jahr werden im Umformer immer dann gespeichert, wenn Parameter oder Korrekturwerte gespeichert werden. Um den Empfangsspeicher des Prozessors nicht unnötig auszudehnen, werden die Parameter nicht insgesamt, sondern einzeln übertragen.

In der Programmversion V01 werden andere Adressen als 1 bis 99 ignoriert, in Version V02 ff alle anderen als 0 bis 254. Die Adresse 0 in Version V01 und Adresse 255 in Version V02 dienen für „Rundsendung“. Unabhängig von der eingestellten Adresse akzeptieren alle Geräte Telegramme mit dieser Adresse. Bei V01 dient diese Eigenschaft dazu, den Umformer bei Parametrierung und Kalibrierung ansprechen zu können, auch wenn seine Adresse unbekannt ist. Bei der Betriebsart für IEC 870-5-103 ist dies zusätzlich für den Ablauf der Kommunikation von Bedeutung.

### 4.3.1 Datenrichtung PC-Umformer

#### 4.3.1.1 Betrieb freigeben 'A'

STX '0' '0' 'A' '0' '0' '0' '0' PS1 PS2 PS3 ETX

Der Befehl schaltet die festen, für die Kalibrierung vorgesehenen Ausgangswerte ab und dafür die Meßwerte auf die Ausgänge, falls bis dahin die ersteren ausgegeben worden. Die Übertragung von Meßwerten über die seriellen Schnittstelle wird abgeschaltet, falls sie in Betrieb war.

#### 4.3.1.2 Meßwerte senden 'B'

STX '0' '0' 'B' '0' '0' '0' '0' PS1 PS2 PS3 ETX

Der Meßumformer wird aufgefordert, einmal sämtliche aktuellen Meßwerte über die serielle Schnittstelle (Antworttelegramm 'e') zu senden.

#### 4.3.1.3 Betriebsparameter senden 'C'

STX '0' '0' 'C' '0' '0' '0' '0' PS1 PS2 PS3 ETX

Der Meßumformer wird aufgefordert, einmal sämtliche gespeicherten Betriebsparameter über die serielle Schnittstelle zu senden (Telegramm 'c'). Inhalt des Telegramms siehe 4.3.2.3.

Meßverfahren (Netzkonfiguration)  
 Verstärkungsfaktoren  
 Zuordnung der Ausgänge  
 Steuergrößen der Ausgänge (Verstärkung, Offset)  
 Programmversion  
 Datum der letzten Kalibrierung

#### 4.3.1.4 Korrekturdaten senden 'D'

STX '0' '0' 'D' '0' '0' '0' '0' PS1 PS2 PS3 ETX

Der Meßumformer wird aufgefordert, einmal sämtliche gespeicherten Korrekturen über die serielle Schnittstelle zu senden (Telegramm 'd', siehe 4.3.2.4).

#### 4.3.1.5 Verstärkungsstufen 'E'

STX '0' '0' 'E' '0' '0' '0' '2' D1 D2 PS1 PS2 PS3 ETX

D1 '0', '1', '2' für die Faktoren 2, 5, 10 der Spannungskanäle

D2 '0', '1', '2' für die Faktoren 2, 5, 10 der Stromkanäle

Die Verstärkung für die drei Spannungseingänge und die drei Stromeingänge wird auf die vorgegebenen Werte gestellt.

#### 4.3.1.6 Meßverfahren 'F'

STX '0' '0' 'F' '0' '0' '0' '1' D1 PS1 PS2 PS3 ETX

D1 Meßverfahren der Leistungsmessung nach folgendem Schema

'0' Einphasennetz  
 '1' Dreileiternetz beliebiger Belastung  
 '2' Dreileiternetz gleicher Belastung  
 '3' Vierleiternetz beliebiger Belastung  
 '4' Vierleiternetz gleicher Belastung  
 '5' Sonderausführung Einzelphasenleistungen

#### 4.3.1.7 Zuordnung der Ausgangsgrößen 'G'

STX '0' '0' 'G' '0' '0' '0' '6' D1 D2 D3 D4 D5 D6 PS1  
 PS2 PS3 ETX

D1 Nummer des Resultatwertes, welcher dem Ausgang 1 zugeordnet ist, zweistellig

D2 Nummer des Resultatwertes, welcher dem Ausgang 2 zugeordnet ist, zweistellig

D3 Nummer des Resultatwertes, welcher dem Ausgang 3 zugeordnet ist, zweistellig

D4 Nullbegrenzungsmarken für Ausgang 1, einstellig.

Bit 0: 0 - 0mA , 1- 4mA

Bit 1: 0 - keine Begrenzung, 1 - Begrenzung aktiv.

D5 Nullbegrenzungsmarken für Ausgang 2.

D6 Nullbegrenzungsmarken für Ausgang 3.

Die Numerierung erfolgt durch die Zahlen 1 bis 26 für die Resultate R1 bis R26 aus Tabelle 7.

#### 4.3.1.8 Bereich der Ausgangsgrößen 'H'

STX '0' '0' 'H' n '0' '3' '5' D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7  
 PS1 PS2 PS3 ETX

n	'0'...'2', die Nummer des Ausgangs
D1	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Zähler des Offsetwertes für den Nullpunkt (T, H, Z, E)
D2	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Zähler des Faktors 1 (T, H, Z, E)
D3	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Nenner (T, H, Z, E)
D4	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Zähler des Faktors 2
D5	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Knickpunkt
D6	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Untergrenze des Ausgangssignals
D7	vierstellige Zahl und Vorzeichen, Obergrenze des Ausgangssignals
D2/D3	ergibt einen Faktor, mit welchem das Resultat multipliziert werden muß, damit es als Ausgangssignal benutzt werden kann.
D1/D3	Ist der Nullpunktoffset.
<b>D4</b>	Faktor für den oberen Bereich bei geknickter Kennlinie
<b>D5</b>	Knickpunkt für geknickte Kennlinie
<b>D6 und D7</b>	sind die beiden Grenzen, welche die Ausgangsgröße nicht überschreiten darf. Es gilt für sie der gleiche Nenner, wie für die anderen Größen.

Fett gedruckte Parameter gelten ab Version V02.02.00.

#### 4.3.1.9 Kalibrierung durch Referenzspannung 'I'

STX	'0'	'0'	'I'	'0'	'0'	'1'	'0'	D1t	D1h	D1z	D1e
	Tz	Te	Mz	Me	Jz	Je	PS1	PS2	PS3	ETX	

D1n vierstelliger Zahlenwert (Tausender, Hunderter, Zehner, Einer), welcher sich aufgrund der an den Eingängen R-0, S-0 und T-0 angelegten Referenzspannung ergeben muß. Normiert auf 2048 Punkte.

T, M, J 6 Stellen, Datum der Kalibrierung.

Die einzelnen Zahlenwerte haben immer die gleiche Anzahl von Stellen und sind nicht durch Komma getrennt. Dieser Befehl wird dem Umformer übergeben, nachdem die Referenzgrößen mindestens eine Sekunde lang unverändert anliegen. Der Meßumformer vergleicht diese Sollwerte mit den tatsächlichen Meßwerten, errechnet Korrekturfaktoren und speichert sie, zusammen mit dem Datum, wenn die Abweichung kleiner als etwa 10% ist. Erfolgreiche Korrektur oder Fehler (wenn Abweichung zu groß) wird zurückgemeldet.

#### 4.3.1.10 Kalibrierung durch Referenzstrom 'J'

STX	'0'	'0'	'J'	'0'	'0'	'1'	'0'	D1t	D1h	D1z	D1e
	Tz	Te	Mz	Me	Jz	Je	PS1	PS2	PS3	ETX	

D1n vierstelliger Zahlenwert (Tausender, Hunderter, Zehner, Einer), welcher sich aufgrund des durch die Stromkreise  $I_R$ ,  $I_S$  und  $I_T$  fließenden Referenzstromes ergeben muß. Normiert auf 2048 Punkte.

T, M, J 6 Stellen, Datum der Kalibrierung.

Siehe auch „Kalibrierung durch Referenzspannung“.

#### 4.3.1.11 Ausgangsgrößen vorgeben (zur Prüfung des Gerätes) 'K'

STX	'0'	'0'	'K'	'0'	'0'	'0'	'4'
	D1t	D1h	D1z	D1e			
	PS1	PS2	PS3	ETX			

D1 vierstelliger Zahlenwert für beliebigen Ausschlag z.B. 0000 für minimalen Wert oder 2048 für maximalen Wert.

#### 4.3.1.12 Korrektur des Nullpunktsfehlers eines Ausgangs 'L'

STX	'0'	'0'	'L'	n	'0'	'1'	'1'				
	D1v	D1t	D1h	D1z	D1e	Tz	Te	Mz	Me	Jz	Je
	PS1	PS2	PS3	ETX							

n '0'...'2', die Nummer des Ausgangs

D1 vierstelliger Zahlenwert mit Vorzeichen (5 Zeichen, -4096 bis +4096)

T, M, J Datum

D1 muß zum Ausgangssignal addiert werden um den Nullpunktsfehler zu beheben.

#### 4.3.1.13 Korrektur des Verstärkungsfehlers eines Ausgangs 'M'

STX	'0'	'0'	'M'	n	'0'	'1'	'5'				
	D1v	D1t	D1h	D1z	D1e	D2t	D2h	D2z	D2e		
	Tz	Te	Mz	Me	Jz	Je	PS1	PS2	PS3	ETX	

n '0'...'2', die Nummer des Ausgangs

D1 Zähler, vierstelliger Zahlenwert mit Vorzeichen (5 Zeichen)

D2 Nenner, vierstelliger Zahlenwert ohne Vorzeichen (4 Zeichen) = 4096

T, M, J Datum

Das Ausgangssignal muß mit D1/D2 multipliziert werden um den Verstärkungsfehler zu beheben.

#### 4.3.1.14 Adresse des Meßumformers einstellen 'N'

STX	'0'	'0'	'N'	'0'	'0'	'0'	'4'	
	D1z	D1e	D2	D3	PS1	PS2	PS3	ETX

D1 Zweistellige Zahl

bis Programmversion V02.00.03 dezimal 00 bis 99

ab Programmversion V02.00.07 hexadezimal 00 bis 0FFH

Adresse 00 ist die Rundsendeadresse für die Grundbetriebsart, Telegramme mit dieser werden von jedem Umformer in Grundbetriebsart immer erkannt,

Adresse 255 ist die Rundsendeadresse für die Betriebsart IEC 870-5-103, Telegramme mit dieser werden von jedem Umformer in Betriebsart IEC 870-5-103 immer erkannt.

D2 Eingepprägter Strom oder eingepprägte Spannung je Ausgang als Bitmuster,

0 = eingepprägter Strom, 1 = eingepprägte Spannung

A1	A2	A3	D2
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	2
1	1	0	3
0	0	1	4
1	0	1	5
0	1	1	6
1	1	1	7

D3 Bereich der Ausgänge

'0' = 20 mA oder 10 V

'1' = 10 mA oder 5 V

'2' = 5 mA oder 1 V

Fett gedruckte Parameter gelten ab Version V02.02.00.

#### 4.3.1.15 Zentralwerte der Frequenz eingeben 'O'

STX '0' '0' 'O' '0' '0' '0' '1'  
D1 PS1 PS2 PS3 ETX

D1 einstellige Zahl, 0=16 2/3 Hz, 1= 50 Hz, 2=60 Hz

#### 4.3.1.16 Funktion Binärsignal einstellen 'P'

STX '0' '0' 'P' '0' '0' '0' '7'  
D1 D2 PS1 PS2 PS3 ETX

D1 einstellige Zahl, Bedeutung wie in der Tabelle 3 aufgeführt

D2 fünfstellige Zahl mit Vorzeichen. Entweder Energieimpuls oder Grenzwert für  $\cos \varphi$ , abhängig von D1.

**Energie pro Impuls** = 14745600/Anzahl der Impulse je Stunde bei Endwert der Leistung.  
Zulässiger Bereich ist 256 bis 7200

**Grenzwert  $\cos \varphi$ :**  $D2 = G \cdot 4096$

G: Gewünschter Grenzwert, Bereich  $\pm 1.0$

**Grenzwert Spannung, Strom:**  $D2 = \frac{M_G}{M_E} \cdot 4096$

$M_G$ : Gewünschter Grenzwert der Meßgröße

$M_E$ : Endwert der Meßgröße nach Tabelle 8

**Grenzwert Leistung:**  $D2 = \frac{P_G}{P_E} \cdot 8192$

$P_G$ : Gewünschter Grenzwert der Leistung

$P_E$ : Endwert der Leistung nach Tabelle 8

**Grenzwert Frequenz:**  $D2 = \frac{f_G}{5000} \cdot 4096$

$f_G$ : Gewünschter Grenzwert der Frequenz in Millihertz als Abweichung vom Zentralwert

Beispiele:

47,5 Hz  $f_G = -2500$

51 Hz  $f_G = +1000$

#### 4.3.1.17 Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler eingeben 'Q'

STX '0' '0' 'Q' '0' '0' '2' '8'  
D1 D2 D3 D4  
**E1 E2 E3 E4**  
PS1 PS2 PS3 ETX

D1 fünfstellige Zahl (bis 32767), Primärspannung in kV

D2 fünfstellige Zahl (bis 32767), Sekundärspannung in V

D3 fünfstellige Zahl (bis 32767), Primärstrom in A

D4 fünfstellige Zahl (bis 32767), Sekundärstrom in A

**E1** zwei Stellen, Vorzeichen und eine Ziffer, Zehnerpotenz zu D1

**E2** zwei Stellen, Vorzeichen und eine Ziffer, Zehnerpotenz zu D2

**E3** zwei Stellen, Vorzeichen und eine Ziffer, Zehnerpotenz zu D3

**E4** zwei Stellen, Vorzeichen und eine Ziffer, Zehnerpotenz zu D4

Fett gedruckte Parameter gelten ab Version V02.02.00.

Beispiele:



Parameter	Wert	Parameter	Wert	Resultat
D1	01375	E1	-02	13,75 kV
D2	1005	E2	-01	100,5 V

Die Angabe der Länge der Daten, hier 28 gegenüber 20 im Telegramm früherer Versionen als V02.02.00 ist der Schlüssel zur Unterscheidung durch den Umformer. Umformer mit alter Firmware können das neue Telegramm richtig empfangen, werten aber nur die 20 Zeichen für D1 bis D4 aus. Erhält ein Umformer mit neuer Firmware ein Telegramm der alten Art, bei welchem die Exponenten fehlen, dann empfängt er es auch ordnungsgemäß, wertet nur die Zeichen bis D4 und setzt für die Zehnerpotenzen Null ein, also wie gehabt. Die Zehnerpotenz hat den Bereich  $\pm 9$ .

#### 4.3.1.18 Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler senden 'R'

STX '0' '0' 'R' '0' '0' '0' '0' PS1 PS2 PS3 ETX

Der Meßumformer wird aufgefordert, einmal das Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler über die serielle Schnittstelle zu senden (Telegramm 'f', siehe 4.3.2.6).

#### 4.3.1.19 Erweiterte Parameter - Meßbereiche für die Ausgänge eingeben 'S'

STX	'0'	'0'	'S'	'0'	'0'	'4'	'2'						
D1v	D1t	D1h	D1z	D1e									
D2v	D2t	D2h	D2z	D2e									
D3v	D3t	D3h	D3z	D3e									
D4v	D4t	D4h	D4z	D4e									
D5v	D5t	D5h	D5z	D5e									
D6v	D6t	D6h	D6z	D6e									
<b>E1v</b>	<b>E1e</b>	<b>E2v</b>	<b>E2e</b>	<b>E3v</b>	<b>E3e</b>	<b>E4v</b>	<b>E4e</b>	<b>E5v</b>	<b>E5e</b>	<b>E6v</b>	<b>E6e</b>		
PS1	PS2	PS3	ETX										

D1, D2 eingangsseitiger Meßbereich Anfang und Ende für Ausgang 1  
D3, D4 eingangsseitiger Meßbereich Anfang und Ende für Ausgang 2  
D5, D6 eingangsseitiger Meßbereich Anfang und Ende für Ausgang 3  
**E1..E6** Zehnerexponent zu D1..D6

Fett gedruckte Parameter gelten ab Version V02.02.00.

#### 4.3.1.20 Erweiterte Parameter anfordern 'T'

STX '0' '0' 'T' '0' '0' '0' '0'  
PS1 PS2 PS3 ETX

Der Meßumformer wird aufgefordert die Daten „erweiterte Parameter der Ausgänge“ zu senden (Telegramm 'g', siehe 4.3.2.7).

#### 4.3.1.21 Erweiterte Parameter - Nennbereiche eingeben 'U'

a) vor Version V02.02.00:

STX	'0'	'0'	'U'	'0'	'0'	'1'	'3'
D1e							
D2z	D2e						
D3z	D3e						
D4z	D4e						
D5h	D5z	D5e					

D6h D6z D6e  
PS1 PS2 PS3 ETX

D1 Betriebsart der analogen Ausgänge, 0 = Strom, 1 = Spannung  
D2, D3, D4 Codierte Meßbereiche der Anzeigergeräte, Code siehe unten  
D5, D6 Nenneingangsbereich für Spannung und Strom

Tabelle 10 Code der Meßbereiche

Bereich	Code
0 - 1 mA	1
0 - 2 mA	2
0 - 5 mA	3
0 - 10 mA	4
0 - 20 mA	5
0 - 1 V	6
0 - 10 V	7
± 1 mA	8
± 2 mA	9
± 5 mA	10
± 10 mA	11
± 20 mA	12
± 1 V	13
± 10 V	14
4 - 20 mA	15

b) ab Version V02.02.00.

STX '0' '0' 'U' '0' '0' '4' '3'  
D1e  
D2z D2e  
D3z D3e  
D4z D4e  
D5h D5z D5e  
D6h D6z D6e  
D7v D7z D7e E7v E7e  
D8v D8z D8e E8v E8e  
D9v D9z D9e E9v E9e  
D10v D10z D10e E10v E10e  
D11v D11z D11e E11v E11e  
D12v D12z D12e E12v E12e  
PS1 PS2 PS3 ETX

D1 Betriebsart der analogen Ausgänge, 0 = Strom, 1 = Spannung  
D2, D3, D4 Codierte Meßbereiche der Anzeigergeräte, Code siehe oben  
D5, D6 Nenneingangsbereich für Spannung und Strom  
D7 Meßbereichsanfang des am Ausgang 1 angeschlossenen Meßmittels  
D8 Meßbereichsanfang des am Ausgang 2 angeschlossenen Meßmittels  
D9 Meßbereichsanfang des am Ausgang 3 angeschlossenen Meßmittels  
D10 Meßbereichsende des am Ausgang 1 angeschlossenen Meßmittels  
D11 Meßbereichsende des am Ausgang 2 angeschlossenen Meßmittels  
D12 Meßbereichsende des am Ausgang 3 angeschlossenen Meßmittels

#### 4.3.1.22 Betriebsart einstellen 'V'

STX	'0'	'0'	'V'	'0'	'0'	'1'	'0'
	D1	D2	D3				
	D4h	D4z	D4e				
	D5h	D5z	D5e				
	D6	PS1	PS2	PS3	ETX		

D1, D2 Betriebsart nach folgendem Schema:

D1: Betriebsart

'0' Grundbetriebsart mit analogen Ausgängen  
 '1' Bus IEC 870-5-103  
 '2' Reserve

D2: Version

Bei D1 = '0' bisher nur '0', D2 wird nicht beachtet

Bei D1 = '1' gilt für D2:

'0' Bus IEC 870-5-103, Standard, 9 Meßwerte, ASDU 9  
 '1' Bus IEC 870-5-103, Standard, 16 Meßwerte, ASDU 140  
 '2' Bus IEC 870-5-103, Einzelphasenleistungen, 9 Meßwerte, ASDU 140

D3: Baudrate

'0' 2400  
 '1' 4800  
 '2' 9600  
 '3' 19200

D4: Antwortverzögerung in 1/10 Sekunden, 0 bis 30, dreistellig

D5: „Schwellwert“, 0...255, Anzahl der Meßwertabfragen, welche mit „Daten nicht vorhanden“ beantwortet werden, bis wieder ein Meßwert gesendet wird.

D6: Bereich für Meßwerte im IEC 870-5-103 Telegrammen. '0'-120%, '1'-240%

#### 4.3.1.23 Betriebsart abfragen 'W'

STX	'0'	'0'	'W'	'0'	'0'	'0'	'0'
	PS1	PS2	PS3	ETX			

Der Meßumformer wird aufgefordert die eingestellte Betriebsart mitzuteilen.

#### 4.3.1.24 Erweiterte Parameter - Knickpunkte 'X'

STX	'0'	'0'	'X'	'0'	'0'	'3'	'6'
D1v	D1t	D1h	D1z	D1e	E1v	E1e	
D2v	D2t	D2h	D2z	D2e	E2v	E2e	
D3v	D3t	D3h	D3z	D3e	E3v	E3e	
D4v	D4z	D4e	E4v	E4e			
D5v	D5z	D5e	E5v	E5e			
D6v	D6z	D6e	E6v	E6e			
PS1	PS2	PS3	ETX				

D1, E1 Knickpunkt der Eingangsgröße für Ausgang 1, Zahl und Exponent  
 D2, E2 Knickpunkt der Eingangsgröße für Ausgang 2, Zahl und Exponent  
 D3, E3 Knickpunkt der Eingangsgröße für Ausgang 3, Zahl und Exponent  
 D4, E4 Knickpunkt der Ausgangsgröße für Ausgang 1, Zahl und Exponent  
 D5, E5 Knickpunkt der Ausgangsgröße für Ausgang 2, Zahl und Exponent

D6, E6 Knickpunkt der Ausgangsgröße für Ausgang 3, Zahl und Exponent

Gilt ab Version V02.02.00.

#### 4.3.1.25 Erweiterte Parameter - Ausgangsgrenzen, Binärsignal 'Y'

STX	'0'	'0'	'Y'	'0'	'0'	'3'	'7'				
D1v	D1z	D1e	E1v	E1e							
D2v	D2z	D2e	E2v	E2e							
D3v	D3z	D3e	E3v	E3e							
D4v	D4z	D4e	E4v	E4e							
D5v	D5z	D5e	E5v	E5e							
D6v	D6z	D6e	E6v	E6e							
D7v	D7t	D7h	D7z	D7e	E7v	E7e					
PS1	PS2	PS3	ETX								

D1/E1	untere Grenze des Ausgangs 1, Zahl und Exponent
D2/E2	untere Grenze des Ausgangs 2, Zahl und Exponent
D3/E3	untere Grenze des Ausgangs 3, Zahl und Exponent
D4/E4	obere Grenze des Ausgangs 1, Zahl und Exponent
D5/E5	obere Grenze des Ausgangs 2, Zahl und Exponent
D6/E6	obere Grenze des Ausgangs 3, Zahl und Exponent
D7	erweiterte Parameter Binärausgang

Gilt ab Version V02.02.00.

#### 4.3.1.26 Erweiterte Parameter - Ausgangsgrenzen, Binärsignal anfordern 'Z'

STX	'0'	'0'	'Z'	'0'	'0'	'0'	'0'				
	PS1	PS2	PS3	ETX							

Der Meßumformer wird aufgefordert, erweiterte Parameter (Telegramm 'j', siehe 4.3.2.9) mitzuteilen.

### 4.3.2 Datenrichtung Umformer-PC

In dieser Richtung sendet der Umformer immer seine eigene Adresse.

#### 4.3.2.1 Quittungssignal positiv 'a'

STX	A1	A2	'a'	'0'	'0'	'0'	'0'	PS1	PS2	PS3	ETX
-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Der zuletzt empfangene Befehl ist erfolgreich ausgeführt worden.

#### 4.3.2.2 Quittungssignal negativ 'b'

STX	A1	A2	'b'	'0'	'0'	'0'	'0'	PS1	PS2	PS3	ETX
-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Der zuletzt empfangene Befehl konnte nicht ausgeführt werden.

#### 4.3.2.3 Betriebsparameter 'c'

STX	A1	A2	'c'	'0'	'1'	'0'	'7'				
	D1	D2u	D2i								
	D3 <sub>1z</sub>	D3 <sub>1e</sub>	D3 <sub>2z</sub>	D3 <sub>2e</sub>	D3 <sub>3z</sub>	D3 <sub>3e</sub>					
	D4v	D4t	D4h	D4z	D4e						
	D5v	D5t	D5h	D5z	D5e						
	D6v	D6t	D6h	D6z	D6e						
	D7v	D7t	D7h	D7z	D7e						

D8v	D8t	D8h	D8z	D8e	
D9v	D9t	D9h	D9z	D9e	
D10v	D10t	D10h	D10z	D10e	
D11v	D11t	D11h	D11z	D11e	
D12v	D12t	D12h	D12z	D12e	
D13					
D14					
D15					
D16					
D17v	D17zt	D17t	D17h	D17z	D17e
D18					
D19 <sub>1</sub>	D19 <sub>2</sub>	D19 <sub>3</sub>	D19 <sub>4</sub>	D19 <sub>5</sub>	D19 <sub>6</sub>
D20 <sub>1</sub>	D20 <sub>2</sub>	D20 <sub>3</sub>	D20 <sub>4</sub>	D20 <sub>5</sub>	D20 <sub>6</sub>
D21 <sub>1</sub>	D21 <sub>2</sub>	D21 <sub>3</sub>	D21 <sub>4</sub>	D21 <sub>5</sub>	D21 <sub>6</sub>
D22 <sub>1</sub>	D22 <sub>2</sub>	D22 <sub>3</sub>	D22 <sub>4</sub>	D22 <sub>5</sub>	D22 <sub>6</sub>
D23 <sub>1</sub>	D23 <sub>2</sub>	D23 <sub>3</sub>	D23 <sub>4</sub>	D23 <sub>5</sub>	D23 <sub>6</sub>
D24 <sub>1</sub>	D24 <sub>2</sub>	D24 <sub>3</sub>	D24 <sub>4</sub>	D24 <sub>5</sub>	D24 <sub>6</sub>
D25 <sub>1</sub>	D25 <sub>2</sub>	D25 <sub>3</sub>	D25 <sub>4</sub>	D25 <sub>5</sub>	D25 <sub>6</sub>
D26 <sub>1</sub>	D26 <sub>2</sub>	D26 <sub>3</sub>	D26 <sub>4</sub>	D26 <sub>5</sub>	D26 <sub>6</sub>
PS1	PS2	PS3	ETX		

'1 0 7'	3 Zeichen	Anzahl der nachfolgenden Zeichen im Datenfeld, Hunderter, Zehner, Einer	
D1	1 Zeichen	Meßverfahren von '0' aufwärts, wie eingegeben	(D1 in 'F')
D2	2 Zeichen	Verstärkungsstufen für Spannung und für Strom, wie eingegeben	
D3	6 Zeichen	Zuordnung der Ausgänge, wie eingegeben	
D4-6	3 Zahlen	Ganzzahlen mit den Offsetwerten der Ausgänge	(D1 in 'H')
D7-9	3 Zahlen	Ganzzahlen mit den Ausgangsfaktoren 1, 3 Zähler	(D2 in 'H')
D10-12	3 Zahlen	Ganzzahlen mit den Nennern zu allen als Zähler übergebenen Werten	(D3 in 'H')
D13-15	3 Zeichen	Bitmarken für Nullbegrenzung der Ausgänge	(D4...6 in 'G')
D16	1 Zeichen	Funktion Binärausgang.	(D1 in 'P')
D17	1 Zahl	Energie pro Impuls oder Grenzwert	(D2 in 'P')
D18	1 Zeichen	0=16 2/3 Hz, 1=50 Hz, 2=60 Hz	(D1 in 'O')
D19	6 Zeichen	Programmversion, z.B.: 020103 entspricht Version V02.01.03	
D20	6 Zeichen	Tag, Monat, Jahr der letzten Kalibrierung	
D21	4 Stellen + Vz	Zähler der Untergrenze für Analogausgang 1	(D6 in 'H')
D22	4 Stellen + Vz	Zähler der Obergrenze für Analogausgang 1	(D7 in 'H')
D23	4 Stellen + Vz	Zähler der Untergrenze für Analogausgang 2	(D6 in 'H')
D24	4 Stellen + Vz	Zähler der Obergrenze für Analogausgang 2	(D7 in 'H')
D25	4 Stellen + Vz	Zähler der Untergrenze für Analogausgang 3	(D6 in 'H')
D26	4 Stellen + Vz	Zähler der Obergrenze für Analogausgang 3	(D7 in 'H')
D27	4 Stellen + Vz	Zähler für Faktor 2 Ausgang 1	(D4 in 'H')
D28	4 Stellen + Vz	Knickpunkt für Ausgang 1 in Punkten	(D5 in 'H')
D29	4 Stellen + Vz	Zähler für Faktor 2 Ausgang 2	(D4 in 'H')
D30	4 Stellen + Vz	Knickpunkt für Ausgang 2 in Punkten	(D5 in 'H')
D31	4 Stellen + Vz	Zähler für Faktor 2 Ausgang 3	(D4 in 'H')
D32	4 Stellen + Vz	Knickpunkt für Ausgang 3 in Punkten	(D5 in 'H')

#### 4.3.2.4 Korrekturen 'd'

STX	A1	A2	'd'	'0'	'0'	'6'	'0'	D1	...	D12	PS1	PS2
	PS3	ETX										
D1	1 Zahl							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrektur U <sub>L1-N</sub>				
D2	1 Zahl							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrektur U <sub>L2-N</sub>				
D3	1 Zahl							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrektur U <sub>L3-N</sub>				
D4	1 Zahl							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrektur I <sub>L1</sub>				
D5	1 Zahl							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrektur I <sub>L2</sub>				
D6	1 Zahl							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrektur I <sub>L3</sub>				
D7	2 Zahlen							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrekturfaktor Ausgang 1, Zähler, Nenner				
D8	2 Zahlen							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrekturfaktor Ausgang 2, Zähler, Nenner				
D9	2 Zahlen							Ganzzahl, normiert auf 0-2048, Korrekturfaktor Ausgang 3, Zähler, Nenner				

D10	1 Zahl	Ganzzahl, normiert auf 0-4096, Korrektur Nullpunkt Ausgang 1
D11	1 Zahl	Ganzzahl, normiert auf 0-4096, Korrektur Nullpunkt Ausgang 2
D12	1 Zahl	Ganzzahl, normiert auf 0-4096, Korrektur Nullpunkt Ausgang 3

#### 4.3.2.5 Aktuelle Meßwerte 'e'

STX	A1	A2	'e'	'0'	'2'	'1'	'5'
	D1v	D1t	D1h	D1z	D1e		
	D2v	D2t	D2h	D2z	D2e		
	D3v	D3t	D3h	D3z	D3e		
	D4v	D4t	D4h	D4z	D4e		
	D5v	D5t	D5h	D5z	D5e		
	D6v	D6t	D6h	D6z	D6e		
	D7v	D7t	D7h	D7z	D7e		
	D8v	D8t	D8h	D8z	D8e		
	D9v	D9t	D9h	D9z	D9e		
	D10v	D10t	D10h	D10z	D10e		
	D11v	D11t	D11h	D11z	D11e		
	D12v	D12t	D12h	D12z	D12e		
	D13v	D13t	D13h	D13z	D13e		
	D14v	D14t	D14h	D14z	D14e		
	D15v	D15t	D15h	D15z	D15e		
	D16v	D16t	D16h	D16z	D16e		
	D17v	D17t	D17h	D17z	D17e		
	D18v	D18t	D18h	D18z	D18e		
	D19v	D19t	D19h	D19z	D19e		
	D20v	D20t	D20h	D20z	D20e		
	D21v	D21t	D21h	D21z	D21e		
	D22v	D22t	D22h	D22z	D22e		
	D23v	D23t	D23h	D23z	D23e		
	D24v	D24t	D24h	D24z	D24e		
	D25v	D25t	D25h	D25z	D25e		
	D26v	D26t	D26h	D26z	D26e		
	D27v	D27t	D27h	D27z	D27e		
	D28v	D28t	D28h	D28z	D28e		
	D29v	D29t	D29h	D29z	D29e		
	D30v	D30t	D30h	D30z	D30e		
	D31v	D31t	D31h	D31z	D31e		
	D32v	D32t	D32h	D32z	D32e		
	D33v	D33t	D33h	D33z	D33e		
	D34v	D34t	D34h	D34z	D34e		
	D35v	D35t	D35h	D35z	D35e		
	D36v	D36t	D36h	D36z	D36e		
	D37v	D37t	D37h	D37z	D37e		
	D38v	D38t	D38h	D38z	D38e		
	D39v	D39t	D39h	D39z	D39e		
	D40v	D40t	D40h	D40z	D40e		
	D41v	D41t	D41h	D41z	D41e		
	D42v	D42t	D42h	D42z	D42e		
	D43v	D43t	D43h	D43z	D43e		
	PS1	PS2	PS3	ETX			

D1 bis D43 sind Ganzzahlen mit den Resultaten R1 bis R43 (siehe Tabelle 7), vier Stellen mit Vorzeichen). Die Zahlen sind die Werte vor der Umwertung in die Größen für die analoge Ausgabe. Resultatwerte, welche gemäß dem gewählten Meßverfahren nicht vorhanden sind, werden nur durch Leerzeichen als Platzhalter gekennzeichnet.

#### 4.3.2.6 Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler 'f'

STX	A1	A2	'f'	'0'	'0'	'2'	'8'
	D1zt	D1t	D1h	D1z	D1e		
	D2zt	D2t	D2h	D2z	D2e		
	D3zt	D3t	D3h	D3z	D3e		
	D4zt	D4t	D4h	D4z	D4e		
	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>			
	PS1	PS2	PS3	ETX			

D1 1 Zahl Primärspannung in kV

D2 1 Zahl Sekundärspannung in V

D3 1 Zahl Primärstrom in A in A

D4 1 Zahl Sekundärstrom in A

**E1..E4** zwei Zeichen, Vorzeichen und 1 Ziffer, Zehnerpotenz zu D1..D4

Fett gedruckte Parameter gelten ab Version V02.02.00.

#### 4.3.2.7 Erweiterte Parameter der Ausgänge 'g'

STX	A1	A2	'g'	'0'	'0'	'6'	'5'
	D1v	D1t	D1h	D1z	D1e		
	D2v	D2t	D2h	D2z	D2e		
	D3v	D3t	D3h	D3z	D3e		
	D4v	D4t	D4h	D4z	D4e		
	D5v	D5t	D5h	D5z	D5e		
	D6v	D6t	D6h	D6z	D6e		
	D7e						
	D8z	D8e					
	D9z	D9e					
	D10z	D10e					
	D11h	D11z	D11e				
	D12h	D12z	D12e				
	<b>E1, E2, E3, E4, E5, E6,</b>			<b>E8, E9, E10, E11, E12,</b>			
	PS1	PS2	PS3	ETX			

D1, D2 Meßbereich Anfang/Ende für Ausgang 1

D3, D4 Meßbereich Anfang/Ende für Ausgang 2

D5, D6 Meßbereich Anfang/Ende für Ausgang 3

D7 Betriebsart

D8, D9, D10 Meßbereiche der Anzeigegeräte

D11, D12 Nenneingangsbereich der Spannung und des Stroms.

**E1 bis E12** zwei Zeichen, Vorzeichen und 1 Ziffer, Zehnerpotenz

Fett gedruckte Parameter gelten ab Version V02.02.00.

#### 4.3.2.8 Betriebsart mitteilen 'h'

STX	A1	A2	'h'	'0'	'0'	'1'	'2'
	D1	D2	D3				
	D4h	D4z	D4e				
	D5h	D5z	D5e				
	D6	D7	D8	PS1	PS2	PS3	ETX

D1, D2 Betriebsart nach folgendem Schema:

- D1: Betriebsart  
 '0' Grundbetriebsart mit analogen Ausgängen  
 '1' Bus IEC 870-5-103  
 '2' Reserve
- D2: Version  
 Bei D1 = '0' bisher nur '0', D2 wird nicht beachtet  
 Bei D1 = '1' gilt für D2:  
 '0' Bus IEC 870-5-103, Standard, 9 Meßwerte, ASDU 9  
 '1' Bus IEC 870-5-103, Standard, 16 Meßwerte, ASDU 140  
 '2' Bus IEC 870-5-103, Einzelphasenleistungen, 9 Meßwerte, ASDU 140
- D3: Baudrate  
 '0' 2400  
 '1' 4800  
 '2' 9600  
 '3' 19200
- D4: Antwortverzögerung in 1/10 Sekunden, 0 bis 30, dreistellig
- D5: „Schwellwert“, 0...255, Anzahl der Meßwertabfragen, welche mit „Daten nicht vorhanden“ beantwortet werden, bis wieder ein Meßwert gesendet wird.
- D6: Einstellige Zahl, '0' - eingepprägter Strom, '1'-eingepprägte Spannung.
- D7: Bereich der Ausgänge.
- D8: Bereich der IEC870-5-103 Messwerte. '0'-120%, '1'-240%

#### 4.3.2.9 Kenngrößen der Ausgänge senden 'j'

STX	A1	A2	'j'	'0'	'1'	'0'	'3'
D1v	D1t	D1h	D1z	D1e	E1v	E1e	
D2v	D2t	D2h	D2z	D2e	E2v	E2e	
D3v	D3t	D3h	D3z	D3e	E3v	E3e	
D4v	D4z	D4e	E4v	E4e			
D5v	D5z	D5e	E5v	E5e			
D6v	D6z	D6e	E6v	E6e			
D7v	D7z	D7e	E7v	E7e			
D8v	D8z	D8e	E8v	E8e			
D9v	D9z	D9e	E9v	E9e			
D10v	D10z	D10e	E10v	E10e			
D11v	D11z	D11e	E11v	E11e			
D12v	D12z	D12e	E12v	E12e			
D13v	D13z	D13e	E13v	E13e			
D14v	D14z	D14e	E14v	E14e			
D15v	D15z	D15e	E15v	E15e			
D16v	D16z	D16e	E16v	E16e			
D17v	D17z	D17e	E17v	E17e			
D18v	D18z	D18e	E18v	E18e			
D19v	D19t	D19h	D19z	D19e	E19v	E19e	
PS1	PS2	PS3	ETX				

D1, E1	Knickpunkt der Eingangsgröße für Ausgang 1, Zahl und Exponent	(D1, E1 in 'X')
D2, E2	Knickpunkt der Eingangsgröße für Ausgang 2, Zahl und Exponent	(D2, E2 in 'X')
D3, E3	Knickpunkt der Eingangsgröße für Ausgang 3, Zahl und Exponent	(D3, E3 in 'X')
D4, E4	Knickpunkt der Ausgangsgröße für Ausgang 1, Zahl und Exponent	(D4, E4 in 'X')
D5, E5	Knickpunkt der Ausgangsgröße für Ausgang 2, Zahl und Exponent	(D5, E5 in 'X')
D6, E6	Knickpunkt der Ausgangsgröße für Ausgang 3, Zahl und Exponent	(D6, E6 in 'X')
D7, E7	untere Grenze des Ausgangs 1, Zahl und Exponent	(D1, E1 in 'Y')
D8, E8	untere Grenze des Ausgangs 2, Zahl und Exponent	(D2, E2 in 'Y')
D9, E9	untere Grenze des Ausgangs 3, Zahl und Exponent	(D3, E3 in 'Y')
D10, E10	obere Grenze des Ausgangs 1, Zahl und Exponent	(D4, E4 in 'Y')
D11, E11	obere Grenze des Ausgangs 2, Zahl und Exponent	(D5, E5 in 'Y')
D12, E12	obere Grenze des Ausgangs 3, Zahl und Exponent	(D6, E6 in 'Y')



D13	Meßbereichsanfang des am Ausgang 1 angeschlossenen Meßmittels
D14	Meßbereichsanfang des am Ausgang 2 angeschlossenen Meßmittels
D15	Meßbereichsanfang des am Ausgang 3 angeschlossenen Meßmittels
D16	Meßbereichsende des am Ausgang 1 angeschlossenen Meßmittels
D17	Meßbereichsende des am Ausgang 2 angeschlossenen Meßmittels
D18	Meßbereichsende des am Ausgang 3 angeschlossenen Meßmittels
D19, E19	erweiterte Parameter Binärsignal

Gilt ab Version V02.02.00.

### 4.3.3 Liste der Telegrammcodes

zum Umformer	
Code	Bedeutung
A	Freigabe des Betriebs
B	Meßwerte senden
C	Betriebsparameter senden
D	Korrekturen senden
E	Verstärkungsstufen einstellen
F	Meßverfahren einstellen
G	Zuordnung der Ausgänge einstellen
H	Bereich der Ausgänge einstellen
I	Kalibrierung durch Referenzspannung
J	Kalibrierung durch Referenzstrom
K	Vorgabe fester Ausgangswerte
L	Korrektur Nullpunkt eines Ausgangs
M	Korrektur der Verstärkung eines Ausgangs
N	Adresse des Meßumformers einstellen
O	Frequenz parametrieren
P	Relaisfunktion parametrieren
Q	Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler eingeben
R	Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler senden
S	Erweiterte Parameter - Meßbereiche
T	Erweiterte Parameter anfordern
U	Erweiterte Parameter - Ausgangsbereiche
V	Betriebsart einstellen
W	Betriebsart anfordern
X	Erweiterte Parameter, Knickpunkte
Y	Erweiterte Parameter, Ausgangsbegrenzung
Z	Erweiterte Parameter - Ausgangsgrenzen, Binärsignal anfordern

Tabelle 11: Telegrammcodes in Richtung Umformer

zum PC	
Code	Bedeutung
a	Quittungssignal positiv
b	Quittungssignal negativ
c	Betriebsparameter zum PC senden
d	Korrekturwerte zum PC senden
e	aktuelle Meßwerte senden
f	Primär- und Sekundärparameter senden
g	Erweiterte Parameter senden
h	Betriebsart senden
j	Kenngößen der Ausgänge senden

Tabelle 12: Telegrammcodes in Richtung PC

### 4.4 Anschlüsse

Nach der Parametrierung der Betriebsart eines Umformers werden die zu benutzenden Anschlüsse angezeigt und können gedruckt werden. Es gilt:

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
<b>SIEMENS</b>																
<b>Meßumformer MUSTER</b>																
Seriennummer Hilfsspannung Meßgröße Ausgang																
I1			I2			I3			N		L <sub>1</sub>		L <sub>2</sub>		L <sub>3</sub>	
k	l		k	l		k	l									
1	2		3	4		5	6		7		8	9	10			

Abbildung 11: Klemmen des Umformers

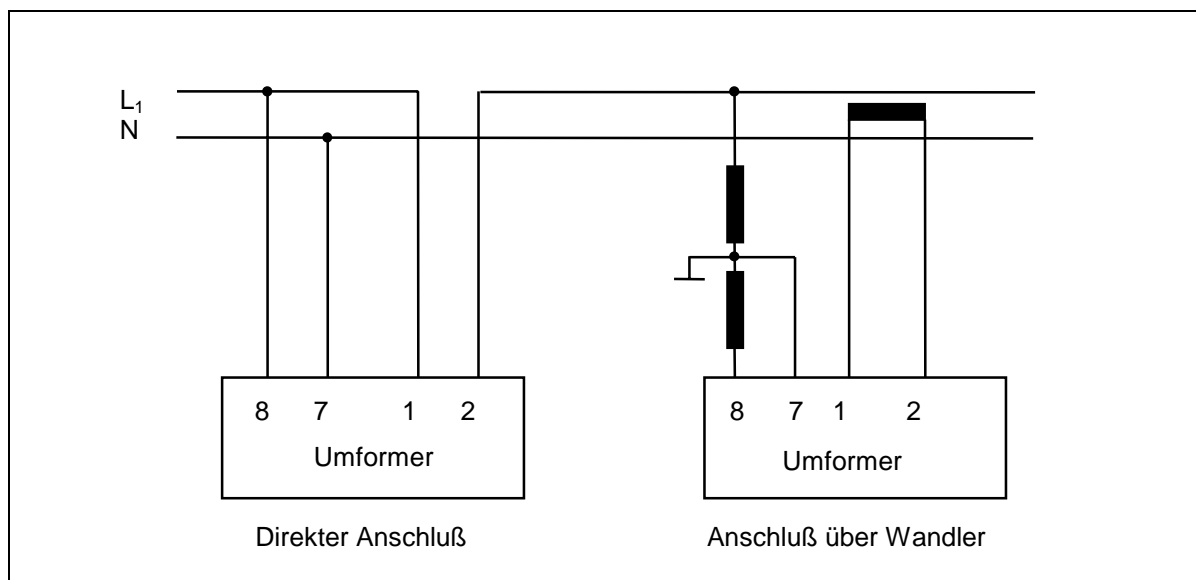


Abbildung 12: Einphasennetz

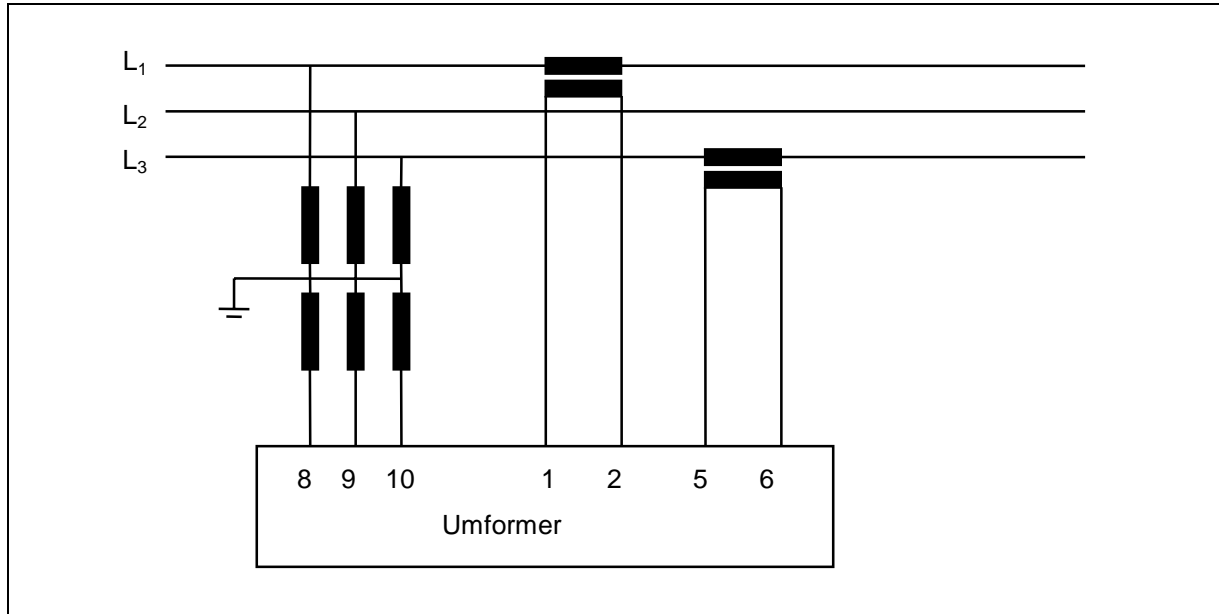


Abbildung 13: Dreileiternetz, Wandleranschluß

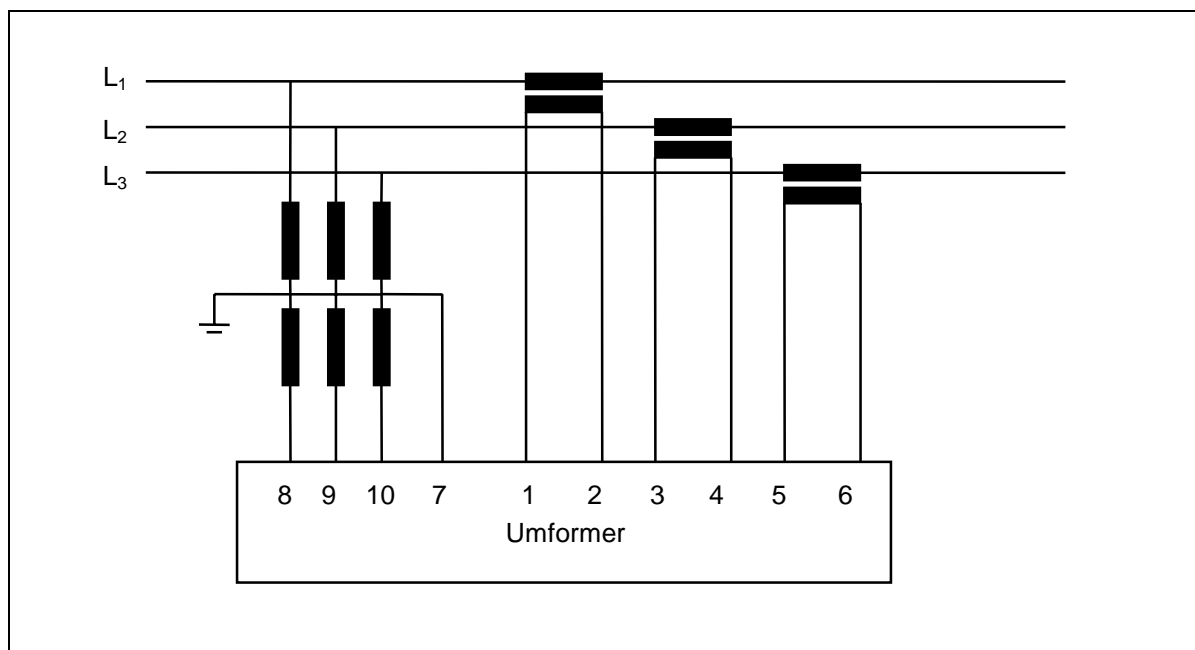


Abbildung 14: Vierleiternetz, Wandleranschluß

## 5 Ausführung IEC 870-5-103

Die Ausführung für den Betrieb an IEC 870-5-103 hat einen Prozessor mit größerem Arbeitsspeicher als die Grundversion, ebenso hat das EEPROM doppelte Kapazität. Die serielle Schnittstelle ist nach der Norm EIA RS-485 bestückt.

### 5.1 Anwendungsbereich

Der Meßumformer kann auch an Bussysteme angeschlossen werden, welche nach IEC 870-5-103 ausgelegt sind. Es können, abhängig von der eingestellten Betriebsart, bis zu sechzehn Meßwerte abgeholt werden. Ihre Darstellung entspricht DIN 19244 und VDEW.

Die Abgabe analoger Meßgrößen ist durch den Busanschluß nicht beeinträchtigt, allerdings hat einer der Kanäle galvanische Verbindung mit dem Buspotential, wenn der Bus nach Norm EAI RS-485 angeschlossen wird. Die Einschränkung entfällt bei Betrieb mit Lichtwellenleiter. Ein externer Umsetzer RS485/LWL kann benutzt werden, um Anschluß eines Lichtwellenleiters zu ermöglichen.

### 5.2 Normen

Folgende Normen sind berücksichtigt:

IEC 870-5-1	TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS, PART 5: Transmission protocols, Section 1: Transmission frame formats.
IEC 870-5-2	TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS, PART 5: Transmission protocols, Section 2: Link transmission procedures.
IEC 870-5-3	TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS, PART 5: Transmission protocols, Section 3: General structure of application data.
IEC 870-5-4	TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS, PART 5: Transmission protocols, Section 4: Definition and coding of application information elements.
IEC 870-5-5	TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS, PART 5: Transmission protocols, Section 5: Basic application functions.
IEC 870-5-103	TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS, PART 5: Transmission protocols, Section 103: Protection communication companion standard.
EAI RS-485	Standard for electrical characteristics of generators and receivers for use in balanced digital multipoint systems.

### 5.3 Protokollstruktur

Das Protokoll nach IEC 870-5 fußt auf dem Dreischichtenmodell „Architektur zur Leistungssteigerung“ (EPA). Dieses ist in IEC 870-5-3, Abschnitt 4 festgelegt. Die „Physikalische Schicht“ nutzt CCITT Empfehlungen, welche binär-symmetrische und gedächtnisfreie Übertragung mit den nötigen Mitteln bereitstellen. Die Verbindungsschicht stellt die Steuerfunktionen bereit, welche den Ablauf der Übertragung von Informationen steuert und sicherstellt. Die Anwendungsschicht schließlich beschreibt die Anwendungsfunktionen, welche die Übertragung von „Dienstdateneinheiten“ (ASDU), also Telegrammen mit Befehlen, Meldungen, Meßwerten zwischen Quelle und Ziel enthalten.

### 5.3.1 Physikalische Schicht

Die physikalische Schnittstelle des Gerätes ist nach der Norm EIA RS-485 eingerichtet. An eine Leitung können bis zu 32 Teilnehmer angeschlossen werden.

**Zu beachten:**

Diese Schnittstelle hat galvanische Verbindung mit dem Analogausgang 1. Bei geerdeter Schnittstelle (im Busbetrieb oder bei Notebooks ohne Batterie), darf Analogausgang 1 nicht geerdet werden. Ein Nichtbeachten kann zur Zerstörung des Meßumformers führen.

Die Übertragungsgeschwindigkeit ist nach der Begleitnorm zu 19,2 kBit/s oder 9,6 kBit/s festgelegt. Es sind aber auch für Testzwecke und für Betrieb ohne Bus die Frequenzen 2400 und 4800 einstellbar.

### 5.3.2 Verbindungsschicht

Grundsätzlich gelten die Normen

IEC-870-5-1: Übertragungstelegrammformate,  
IEC 870-5-2: Übertragungsprozeduren der Verbindungsschicht.

#### 5.3.2.1 Telegrammformat

Es wird das Format FT1.2 benutzt, welches in IEC 870-5-1 ausführlich beschrieben ist. Die für den Busbetrieb des Umformers wesentlichen Eigenschaften sind nachstehend aufgeführt.

Das Format eines Zeichens ist 8E1, die Anzahl der Bits also 11, davon enthalten 8 Bit die eigentliche Information.

0	X X X X X X X X	P	1
Startbit	Oktett von Datenbits	Paritätsbit	Stoppbit

Das Startbit ist immer 0, die Datenbits haben die Wertigkeit  $2^0$  bis  $2^7$ , das Paritätsbit ergänzt die Anzahl der Eins-Bits auf eine gerade Zahl, das Stoppbit ist immer 1. Ebenso ist die Leitung im Ruhezustand auf Pegel 1.

Zwischen den einzelnen Zeichen eines Telegramms sind keine Pausen zulässig.

Nach Erkennen eines Übertragungsfehlers (siehe unten) muß eine Pause von mindestens 33 Schritten des Pegels 1 eingehalten werden.

Ein Telegramm (LDPU=Link Protocol Data Unit) hat  $i$  Zeichen, maximal 255. Über diese wird die arithmetische Quersumme Modulo 256 gebildet und als Zeichen Nummer  $i+1$  an das Ende angehängt, ebenfalls ergänzt durch ein Paritätsbit.

Die Verbindungsschicht prüft empfangene Telegramme wie folgt:

Je Zeichen

Startbit, Stoppbit und Paritätsbit (ergänzt das Zeichen auf eine gerade Anzahl von Einsen im Informationsteil).

Je Telegramm

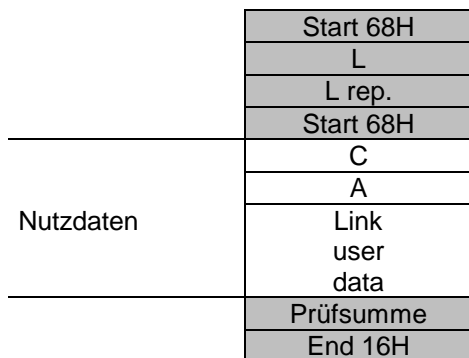
das Startzeichen, die Prüfsumme und das Endezeichen und bei Erkennen eines Fehlers die Einhaltung der Übertragungspause von mindestens 33 Schritten.

Es sind zwei Arten von Telegrammen zulässig, solche mit variabler und andere mit fester Länge. Die letztere enthält keine Nutzdaten und wird auch als Kurzmeldung bezeichnet. Beide unterscheiden sich durch ihre Startzeichen, wie in Abbildung 1 erläutert.

Beim Telegramm mit variabler Länge wird auch geprüft, ob die beiden Startzeichen identisch sind und ob die beiden Oktette mit der Angabe der Länge übereinstimmen. Nur der Inhalt fehlerfrei erkannter

Telegramme wird an die Anwendungsschicht weitergegeben. Fehlerhaft empfangene Telegramme werden nicht beantwortet.

Telegramm mit variabler Länge



Telegramm mit fester Länge

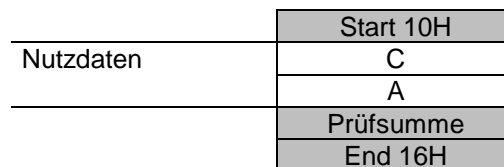


Abbildung 15: Telegrammformat der Verbindungsschicht

Erläuterungen:

- L Länge, Anzahl der Oktette der Nutzdaten, 0 bis 255
- L rep. Wiederholung von L
- Prüfsumme Summe der Inhalte aller Nutzdatenoktette vor der Prüfsumme selbst, modulo 256
- C Steuerfeld, nachstehend beschrieben
- A Adresse des Gerätes (0..254, für Rundsendung 255), Ziel der Dateneinheit

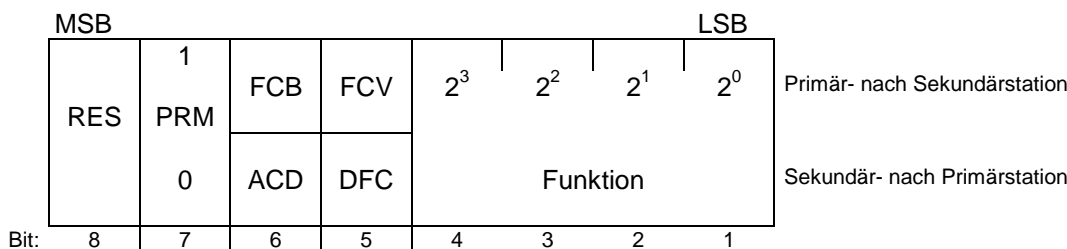


Abbildung 16: Steuerfeld

Erläuterung:

- RES reserviert
- FCB frame count bit. Bei den Elementarfunktionen SEND/CONFIRM und REQUEST/RESPOND wird bei jedem Telegramm zwischen 0 und 1 gewechselt. Wenn ein Telegramm wiederholt wird, weil es nicht beantwortet oder die Antwort verstümmelt worden ist, bleibt es gleich.
- FCV frame count bit valid. 0 = Wechsel des FCB ist ohne Bedeutung; 1 = Wechsel des FCB ist zu beachten.  
  
SEND/NO REPLY Dienste, Rundsendungen und andere Übertragungen, welche Verlust von Information ignorieren, ändern das FCB nicht und zeigen diesen Zustand durch FCV=1 an.
- DFC Datenflußkontrolle. 0 = weitere Nachrichten können akzeptiert werden; 1 = weitere Nachrichten können Datenüberlauf bewirken.
- ACD Zugriffsanforderung. 0 = keine Zugriffsanforderung Klasse 1, 1 = Zugriffsanforderung Klasse 1.
- PRM Primärnachricht. 0 = Nachricht kommt von Sekundärstation (Antwort); 1 = Nachricht von Primärstation (Anforderung).

Von den in IEC-870-5-2 festgelegten Funktionscodes werden nur die in Tabelle 1 und Tabelle 14 aufgeführten benutzt.

Code	Typ des Telegramms	Dienstfunktion	FCV
0	SEND/CONFIRM erwartet	Reset Verbindung	0
3	SEND/CONFIRM erwartet	Nutzdaten	1
4	SEND/NO REPLY erwartet	Nutzdaten	0
7	alle	FCB und FCV auf 0 setzen	0
9	REQUEST/RESPOND erwartet	Anforderung Verbindungsstatus	0
10	REQUEST/RESPOND erwartet	Anforderung Klasse 1	1
11	REQUEST/RESPOND erwartet	Anforderung Klasse 2	1

Tabelle 13: Funktionscodes des Steuerfelds bei Sendung von Primärstation (PRM=1)

Code	Typ des Telegramms	Dienstfunktion
0	CONFIRM	ACK
1	CONFIRM	NACK, Nachricht nicht empfangen
8	RESPOND	Nutzdaten
9	RESPOND	NACK, Daten nicht verfügbar
11	RESPOND	Status der Verbindung

Tabelle 14: Funktionscodes des Steuerfelds bei Sendung von Sekundärstation (PRM=0)

### 5.3.2.2 Prozeduren der Verbindungsschicht

#### Unsymmetrische Übertragung

Der Meßumformer ist eine „Unterstation“. Es ist eine zentrale „Steuerstelle“ vorhanden, diese leitet jegliche Übertragung ein, indem sie Befehle zur Unterstation sendet oder Daten abrufen. Der Umformer sendet nur nach einer solchen Aufforderung, nie von sich aus.

#### Maximal erlaubte Antwortzeit

Eine angesprochene Unterstation muß innerhalb 50 ms antworten, sonst wird sie als nicht vorhanden oder außer Betrieb registriert. Sie muß dann neu initialisiert werden. Die Zeit gilt vom Ende des Stoppschritts des Anfragetelegramms bis zum Beginn des Startschritts des Antworttelegramms.

Das Gerät wird normalerweise laufend Telegramme empfangen, von diesen werden aber nur diejenigen berücksichtigt, welche die spezifische Geräteadresse enthalten oder an alle Busteilnehmer gerichtet sind.

#### Elementarfunktionen

Alle drei Übertragungsprozeduren SEND/NO REPLY, SEND/CONFIRM und REQUEST/RESPOND werden benutzt.

SEND/NO REPLY	Die LDPU wird gesendet, eine Rückmeldung wird nicht erwartet.
SEND/CONFIRM	Nach dem Senden der LDPU wird innerhalb der Wartezeit von 50 ms auf Bestätigung gewartet.
REQUEST/RESPOND	Die Sendung einer Information wird von der Primärstation angefordert und mit der entsprechenden LDPU von der Sekundärstation beantwortet.

#### Adresse der Unterstation

Jede Unterstation hat eine eindeutige Adresse. Der Bereich liegt zwischen 0 und 254. Die Adresse 255 wird benutzt um alle Unterstationen gleichzeitig anzusprechen.

#### Grundsätzliche Anwendungsfunktionen

In der begleitenden Norm IEC-870-5-103 „Protection Communication Companion Standard“ ist festgelegt, daß die folgenden, in IEC 870-5-5 definierten „Grundlegenden Anwendungsfunktionen“ benutzt werden:

- STATION INITIALIZATION
- GENERAL INTERROGATION
- CLOCK SYNCHRONIZATION
- COMMAND TRANSMISSION

Die begleitende Norm definiert vier weitere Funktionen:

- TEST MODE
- BLOCKING OF MONITORING DIRECTION
- TRANSMISSION OF DISTURBANCE DATA
- GENERIC SERVICES

Für den Meßumformer nicht anwendbar sind:

**CLOCK SYNCHRONIZATION**

Eine ASDU 6 (Zeitsynchronisierung mit Adresse) wird mit ACK beantwortet, aber sie hat keine Auswirkungen, denn der Umformer enthält kein Zeitsystem. Eine Zeitsynchronisierung, welche an alle gerichtet ist, wird ignoriert. Ein „REQUEST class 1“ wird mit der ASDU Zeitsynchronisierung beantwortet, wobei die Zeit mit 0 angegeben ist. Dabei ist die Typkennung 6, COT ist 8.

**TRANSMISSION OF DISTURBANCE DATA**

Der Umformer sendet niemals die ASDU 23 und erhält demnach auch nicht die Aufforderung spezielle Störungsdaten abzugeben. Anforderung wird mit einer Kurzmeldung mit Funktionscode 9, Daten nicht verfügbar, beantwortet.

**COMMAND TRANSMISSION**

Der Umformer kann keine Befehle ausführen. Der Befehl wird mit einer Kurzmeldung mit Funktionscode 9, Daten nicht verfügbar, beantwortet.

**TEST MODE**

Der Umformer kann nicht in Testmodus geschaltet werden, die Funktion entfällt.

**BLOCKING OF MONITORING DIRECTION**

Wie bei Testmode ist das eine lokal einzustellende Funktion, welche vom Umformer nicht unterstützt wird.

**5.3.2.3 Initialisierung „STATION INITIALIZATION“**

Eine Initialisierungsprozedur wird vom Zentralsystem ausgelöst. Das geschieht, wenn das Zentralsystem selbst initialisiert wird und auch, wenn der Umformer für die Zeit  $t_{wz}$  nicht antwortet, also entweder abgeschaltet oder die Verbindung unterbrochen war.

War das Gerät außer Betrieb, dann reagiert es nur auf einen Reset-Befehl und keinerlei andere Anfragen oder Befehle werden beantwortet. Es gibt zwei unterschiedliche Reset-Befehle, RESET-CU (Funktionscode 0 im Steuerfeld) und RESET-FCB (Funktionscode 7 im Steuerfeld). Jeder dieser Befehle bewirkt im Umformer, daß das interne FCB-Bit auf Null gesetzt und die Resetprozedur begonnen wird.

Als Antwort auf den RESET-Befehl sendet der Umformer zur Bestätigung eine Kurzmeldung mit dem Funktionscode 0 (=ACK) im Telegramm. Das Steuerfeld C (siehe Abbildung 15) sieht dann wie folgt aus.

MSB				LSB			
RES	PRM	ACD	DFC	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
0	0	1	0	0	0	0	0
Bit: 8	7	6	5	4	3	2	1

Abbildung 17: Steuerfeld "ACK"



Das gesamte Telegramm ist:

10H 20H XX CS 16H

XX Adresse  
CS Prüfsumme

Auf eine nachfolgende Anforderung der Primärstation mit „REQUEST class 1“ (Funktionscode 10) antwortet der Umformer mit dem Identifikationstelegramm (ASDU 5). COT enthält RESET CU (4), wenn zuvor RESET CU (Funktionscode 0) oder RESET FCB (3), wenn zuvor RESET FCB (Funktionscode 7) empfangen worden ist.

Eine weitere Anforderung „REQUEST class 1“ ist als nächster Schritt erforderlich und wird mit „keine Daten“ vorhanden beantwortet. Erst dann ist die Verbindung eingerichtet und weitere Anforderungen „REQUEST class 2“ werden mit Meßwert-ASDUs beantwortet. Anforderungen „REQUEST class 1“ werden mit Telegramm „NACK, Daten nicht verfügbar“ (siehe Tabelle 14) beantwortet.

#### 5.3.2.4 Generalabfrage „GENERAL INTERROGATION“

Generalabfrage wird von der Primärstation durch ACK mit ACD=1 beantwortet. Auch in Meßwerttelegrammen ist dann ACD=1. Die erste Abfrage danach mit „Request class 1“ erhält als Antwort „Gehende Störungsmeldung“. Die nächste Abfrage „Request class 1“ erhält als Antwort die ASDU 8. Von da an enthält das Bit ACD wieder Null.

#### 5.3.2.5 Gattungsfunktionen „GENERIC SERVICES“

Diese Funktionen werden nicht benutzt.

### 5.3.3 Anwendungsschicht

#### 5.3.3.1 Allgemeines

Für diese Schicht gelten die internationalen Normen

IEC 870-5-3: Allgemeine Struktur der Anwendungsdaten  
IEC 870-5-4 Definition und Codierung von Informationselementen der Anwendungsschicht.  
IEC 870-5-5 Grundlegende Anwendungsfunktionen.

Zwischen Unterstation und Zentralstation werden Protokolldateneinheiten LDPU ausgetauscht. Jede solche enthält hier nicht mehr als eine Dienstdateneinheit ASDU.

#### 5.3.3.2 Aufbau der Dienstdateneinheit

Die Dienstdateneinheit besteht aus einem „Identifikationsfeld der Dateneinheit“ und einem oder mehreren Informationsobjekten. Das erstere hat immer die gleiche Struktur und besteht aus vier Oktetten:

- 1 Oktett TYPKENNUNG
- 1 Oktett VARIABLE STRUKTURKENNUNG
- 1 Oktett ÜBERTRAGUNGSURSACHE
- 1 Oktett GEMEINSAME ADRESSE DER ASDU

DIENSTDATEN- EINHEIT DER ANWENDUNGS- SCHICHT	IDENTIFIKATIONSFELD DER DATENEINHEIT	TYPKENNUNG	TYP DER DATENEINHEIT
		VARIABLE STRUKTURKENNUNG	
	INFORMATIONSOBJEK T	ÜBERTRAGUNGSURSACHE (COT)	IDENTIFIKATIONSFEL D DES INFORMATIONSOBJEKTS
		GEMEINSAME ADRESSE DER ASDU	
		FUNKTIONSTYP	
		INFORMATIONSNUMMER	
		SATZ VON INFORMATIONSELEMENTEN	

Bild 1: Struktur der DIENSTDATENEINHEIT DER ANWENDUNGSSCHICHT

### 5.3.3.2.1 Typkennung

Das Oktett Typkennung definiert Struktur, Typ und Format des nachfolgenden Informationsobjektes oder der Informationsobjekte. Für den Meßumformer ist 140 als Typkennung festgelegt und damit sind die weiter unten beschriebenen Informationsobjekte gekennzeichnet. Die Standard ASDU 9, MEASURANDS II ist ebenfalls verfügbar.

### 5.3.3.2.2 Variable Strukturkennung

Sie legt mit SQ=0 fest, daß der „Satz von Informationselementen“ eine Folge von gleichen Informationselementen enthält. Das gilt für eine Liste von Meßwerten. Die Anzahl der Werte in der Standard ASDU ist 16.

SQ	2 <sup>6</sup>		Anzahl		2 <sup>0</sup>
----	----------------	--	--------	--	----------------

Bild 2: Variable Strukturkennung

Für die Übertragung einer Liste mit 16 Meßwerten gilt z. B. 00010000.

### 5.3.3.2.3 ÜBERTRAGUNGSURSACHE

Die Übertragungsursache wird durch eine Zahl zwischen 1 und 255 dargestellt. Für den Umformer kommt in Betracht:

#### Gebrauch der ÜBERTRAGUNGSURSACHE Richtung Zentralstation

- 2 Antwort auf zyklische Abfrage der Meßgrößen
- 5 mit ASDU 5 nach Neustart
- 10 mit ASDU Meßwerte als Antwort auf Generalabfrage

#### Gebrauch der ÜBERTRAGUNGSURSACHE Richtung Umformer

- 20 allgemeiner Befehl
- 9 Generalabfrage

### 5.3.3.2.4 Gemeinsame Adresse der ASDU

Die „Gemeinsame Adresse der ASDU“ ist immer gleich der Adresse, welche in der Verbindungsschicht angegeben ist. Sie liegt zwischen 1 und 254. Die Adresse 255 ist für das gleichzeitige Ansprechen aller Geräte vorgesehen und wird im Umformer nicht benutzt.

### 5.3.3.2.5 Funktionstyp

Der Funktionstyp für Meßwerte kann 9 sein (kompatibel, hat dann 9 Meßstellen) oder der nicht kompatible Wert 134, wobei in Normalausführung 16 Meßstellen, in Sonderausführung „Einzelphasenleistungen“ 9 Meßstellen berücksichtigt werden. Näheres siehe 5.4. Der Typ wird mittels SIMEAS PAR eingegeben.

### 5.3.3.2.6 Informationsnummer

Die Informationsnummer ist ein Oktett. Bei ASDUs mit Meßwerten ist sie abhängig vom Meßverfahren, das mit SIMEAS PAR eingegeben wird.

Meßverfahren Nr.	Meßverfahren Art	Informationsnummer
1	Einphasig	80
2	Dreileiter beliebiger Belastung	81
3	Dreileiter gleicher Belastung	82
4	Vierleiter beliebiger Belastung	83
5	Vierleiter gleicher Belastung	84
6	Sonderausführung Einzelphasenleistungen	85

Tabelle 15: Informationsnummern bei ASDU mit Meßwerten

In Richtung zur Zentralstation werden noch folgende Nummern benutzt:

- 0 Ende Generalabfrage
- 4 Neustart

In Richtung zum Umformer werden folgende Nummern benutzt:

- 0 Einleitung der Generalabfrage

### 5.3.3.2.7 INFORMATIONSELEMENT Meßwerte

Jeder Meßwert wird mit zwei Oktetten als normalisierter Wert übertragen, welche den Wert mit 12 Bit und Vorzeichen, zusammen mit Fehler- und Überlaufmarkierung enthalten.

	8							1
Oktett 1	$2^{-8}$				$2^{-12}$	0	ER	OV
Oktett 2	S	$2^{-1}$						$2^{-7}$

Bild 3: Normalisierter Wert mit Vorzeichen, Überlauf- und Fehlermarkierung

OV ist die Überlaufmarkierung, der Meßwert bleibt dabei auf dem höchsten Wert stehen.

ER steht auf 1, wenn der Wert nicht gültig ist. Das ist der Fall, wenn der betreffende Meßpunkt in der vorgesehenen Betriebsart nicht vorkommt, z.B. IL2 bei Dreiwattmetermethode.

Der Wertebereich ist  $\pm 1$  (genauer  $\pm 0,99976$ ), es sind 8193 Quantisierungsstufen (-4096 bis +4095). Das sind zugleich  $\pm 120\%$  der jeweiligen Nennwerte. Dem Wert 100% entspricht:

#### Siehe Anhang „Übertragung von Meßwerten“

Beim Leistungsfaktor gilt der in Tabelle 16 angegebene Zusammenhang. Für das Vorzeichen wird, als Ausnahme vom üblichen Verfahren, die Richtung der Wirkleistung benutzt, Bezug positiv, Lieferung negativ.

Leistungsfaktor	-0	-0,5	1,0	+0,5	+0
übertragener Wert	-200%	-100%	0	+100%	+200%

Tabelle 16: Meßwert Leistungsfaktor

### 5.3.3.2.8 Übertragung von Meßwerten

Die vom Umformer erfaßten und mit der ASDU übergebenen Meßstellen hängen von der gewählten Betriebsart ab. Sie sind in nachstehenden Tabellen aufgelistet. In der Spalte Bezeichnung steht X für jede ungültige Meßstelle, bei welcher das Bit ER auf 1 gesetzt wird.

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$I_{L1}$	A
2	$U_{L1-N}$	V
3	FREQ	Hz
4	cos phi	
5	phi	°
6	S	VA
7	P	W
8	Q	Var
9	X	
10	X	
11	X	
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	

Tabelle 17: Meßstellen bei Meßverfahren 1, Einphasennetz, ASDU 140

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$I_{L1}$	A
2	$I_{L3}$	A
3	FREQ	Hz
4	$U_{L1-2}$	V
5	$U_{L2-3}$	V
6	$U_{L3-1}$	V
7	cos phi	
8	phi	°
9	S	VA
10	P	W
11	Q	Var
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	

Tabelle 18: Meßstellen bei Meßverfahren 2, Dreileiternetz beliebiger Belastung, ASDU 140

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$I_{L1}$	A
2	FREQ	Hz
3	$U_{L1-2}$	V
4	$U_{L2-3}$	V
5	$U_{L3-1}$	V
6	cos phi	
7	phi	°
8	S	VA
9	P	W
10	Q	Var
11	X	
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	

Tabelle 19: Meßstellen bei Meßverfahren 3, Dreileiternetz gleicher Belastung, ASDU 140

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$I_{L1}$	A
2	$I_{L2}$	A
3	$I_{L3}$	A
4	$U_{L1-N}$	V
5	$U_{L2-N}$	V
6	$U_{L3-N}$	V
7	U0	V
8	FREQ	Hz
9	$U_{L1-2}$	V
10	$U_{L2-3}$	V
11	$U_{L3-1}$	V
12	cos phi	
13	phi	°
14	S	VA
15	P	W
16	Q	Var

Tabelle 20: Meßstellen bei Meßverfahren 4, Vierleiternetz beliebiger Belastung, ASDU 140

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$I_{L1}$	A
2	$U_{L1-N}$	V
3	FREQ	Hz
4	cos phi	
5	phi	°
6	S	VA
7	P	W
8	Q	Var
9	X	
10	X	
11	X	
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	

Tabelle 21: Meßstellen bei Meßverfahren 5, Vierleiternetz gleicher Belastung, ASDU 140

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$P_{L1-N}$	W
2	$P_{L2-N}$	W
3	$P_{L3-N}$	W
4	$Q_{L1-N}$	Var
5	$Q_{L2-N}$	Var
6	$Q_{L3-N}$	Var
7	$\cos \varphi_{L1-N}$	
8	$\cos \varphi_{L2-N}$	
9	$\cos \varphi_{L3-N}$	

Tabelle 22: Meßstellen bei Meßverfahren 6, Sonderausführung Einzelphasenleistungen, ASDU 140

Nr.	Bezeichnung	Dimension
1	$I_{L1}$	A
2	$I_{L2}$	A
3	$I_{L3}$	A
4	$U_{L1-N}$	V
5	$U_{L2-N}$	V
6	$U_{L3-N}$	V
7	P	W
8	Q	Var
9	FREQ	Hz

Tabelle 23: Meßstellen ASDU 9, MESURANDS II

### 5.3.3.2.9 Abweisung von Meßwertanforderungen

Bei jeder Anfrage der LSA-Zentrale hat der Meßumformer einen vollständigen Meßwertsatz verfügbar. Es ist aber nicht wünschenswert, diesen immer zu senden, weil unter bestimmten Voraussetzungen der Speicher der Zentrale überlastet wird. Deshalb kann ein Parameter eingegeben werden, der mehrere Anfragen abweist. Dazu wird anstelle des Meßwertdatensatzes der Kurzsatz „NACK, abgefragte Daten nicht verfügbar“ gesendet:

Telegrammtyp    Respond  
 Funktionscode    9  
 ACD x            DFC 0            PRM 0

Bedeutung des Zeichens	dezimal	hexadezimal
Startzeichen 2	16	0x10
Steuerfeld	41 oder 9	0x29 oder 0x09
Adreßfeld		
Prüfsumme		
Stoppzeichen	22	0x16

Tabelle 24: Kurzsatz "Abgefragte Daten nicht verfügbar"

Die Anzahl der NACK-Sätze zwischen zwei Meßwertdatensätzen kann zwischen 0 und 255 eingestellt werden.

**5.3.3.2.10 Benutzte ASDU Typen**

**ASDU 5 - Identification Message**

Diese ASDU enthält im Informationsobjekt 12 ASCII Zeichen. Acht für den Namen des Herstellers, weitere vier für die Identifikation der Software. Der Name ist im vorliegenden Fall „SIEMENS“ gefolgt von einem Leerzeichen (20H), um die achte Stelle aufzufüllen. Für die Kennung der Software stehen vier Zeichen zur Verfügung. Es ist folgender Code vorgesehen:

- 1. Zeichen: Buchstabe für Programmtyp
- 2. Zeichen: Version
- 3. und 4. Zeichen: Ausgabestand 00..99

Beispiel: A0100

7.3.1.5 TYPE IDENTIFICATION 5: Identification Message									
0	0	0	0	0	1	0	1	TYPE IDENTIFICATION	DATA UNIT
1	0	0	0	0	0	0	1	VARIABLE STRUCTURE QUALIFIER	IDENTIFIER
defined in 7.2.3								CAUSE OF TRANSMISSION	defined in 7.2
defined in 7.2.4								COMMON ADDRESS OF ASDU	
defined in 7.2.5.1								FUNCTION TYPE	INFORMATION
defined in 7.2.5.2								INFORMATION NUMBER	OBJECT
defined in 7.2.6.3								COL	defined in 7.2
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 1	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 2	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 3	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 4	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 5	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 6	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 7	
defined in 7.2.6.2								ASC := CHARACTER 8	
free assignment									
free assignment									
free assignment								MANUFACTURER'S INTERNAL SOFTWARE IDENTIFICATION	
free assignment									

**Note:** The ASCII characters are used for the name of the manufacturer. For „empty“ fields ASCII blanks, i.e. 20H, must be used. The last four octets are for free assignment by the manufacturer.

Abbildung 18: ASDU 5 aus IEC 870-5-103

Erläuterung:

- CAUSE OF TRANSMISSION: 9 (Antwort auf Generalabfrage)
- COMMON ADDRESS OF ASDU: gespeicherte Adresse
- FUNCTION TYPE: 134
- INFORMATION NUMBER: 0

## ASDU 9 - MEASURANDS II

7.3.1.8 TYPE IDENTIFICATION 9: Measurands II								TYPE IDENTIFICATION	DATA UNIT
0	0	0	0	1	0	0	1	VARIABLE STRUCTURE QUALIFIER	IDENTIFIER
0 number i of information elements								CAUSE OF TRANSMISSION	defined in 7.2
defined in 7.2.3								COMMON ADDRESS OF ASDU	
defined in 7.2.4								FUNCTION TYPE	INFORMATION
defined in 7.2.5.1								INFORMATION NUMBER	OBJECT
defined in 7.2.5.2								MEA := CURRENT L <sub>1</sub>	defined in 7.2
defined in 7.2.6.8								MEA := CURRENT L <sub>2</sub>	
defined in 7.2.6.8								MEA := CURRENT L <sub>3</sub>	
defined in 7.2.6.8								MEA := VOLTAGE L <sub>1</sub> -E	
defined in 7.2.6.8								MEA := VOLTAGE L <sub>2</sub> -E	
defined in 7.2.6.8								MEA := VOLTAGE L <sub>3</sub> -E	
defined in 7.2.6.8								MEA := ACTIVE POWER P	
defined in 7.2.6.8								MEA := REACTIVE POWER Q	
defined in 7.2.6.8								MEA := FREQUENCY f	

**Note:** P and Q are the 3-phase active and reactive powers

**Note:** It is possible to transmit only a part of the measurands indicating the number in the VARIABLE STRUCTURE QUALIFIER starting always with the Current L<sub>1</sub>.

Abbildung 19: ASDU 9 aus IEC 870-5-103

**ASDU 140 - Meßwerte, nicht kompatibel**

Die ASDU entspricht derjenigen der ASDU 9, die Anzahl der Informationselemente (Meßstellen) beträgt 16, ihre Belegung ist in Tabelle 17 bis Tabelle 21 angegeben. Bei den unterschiedlichen Meßverfahren sind nicht immer alle Meßstellen vorhanden. Fehlende sind durch das Bit ER im Informationselement Meßwerte (siehe 5.3.3.2.7) als ungültig markiert.

In der Sonderausführung Einzelphasenleistungen hat die ASDU nur 9 Informationselemente.

Erläuterungen:

CAUSE OF TRANSMISSION:	2 (zyklisch)
FUNCTION TYPE	134
INFORMATION NUMBER	80 bis 84, Eletropaulo 85

Darstellung der Meßwerte jeweils in zwei Oktetten wie oben in „INFORMATIONSELEMENT Meßwerte“ angegeben.

**5.3.4 Betriebsart BUS/Parametrieren**

Es ist nicht vorgesehen, den Umformer über LSA zu parametrieren, sondern über seine Schnittstelle mittels eines PC mit dem Programm SIMEAS PAR oder dem DOS-Programm P473 (V02.00.03). Um Kommunikation mit dem Umformer aufnehmen zu können, muß PC-seitig zuerst die Konfiguration der Schnittstelle (siehe 2.2.4) und die eingestellte Betriebsart, Grundbetriebsart oder IEC 870-5-103, festgestellt werden. Dazu wird nach dem Programmstart das Telegramm „R“ beginnend mit 2400 Baud aufwärts, zum Umformer geschickt und auf richtige Antwort gewartet. Trifft eine solche ein, dann ist



damit erkannt, daß der angeschlossene Umformer in der Grundbetriebsart arbeitet, die Baudrate ist ebenfalls bekannt und seine Adresse kann der Antwort entnommen werden. Kommt keine auswertbare Antwort, dann wird, ebenfalls mit unterschiedlichen Baudraten, die nachstehend beschriebenen LDPU zum Umformer geschickt, welche ihn in den Parametriermodus schaltet, sobald die richtige Baudrate erreicht ist. Vorher schickt er das Telegramm „ACK“ ab, welches das PC-Programm veranlaßt, die augenblicklich eingestellte Übertragungsgeschwindigkeit beizubehalten. Die weitere Behandlung, Parametrieren, Kalibrieren, Meßwerte auslesen, kann dann so durchgeführt werden, wie in Kapitel 4 beschrieben.

Zeichen	hexadezimal	dezimal
Startzeichen	68H	104
Länge	09H	9
Länge wiederholt	09H	9
Startzeichen wiederholt	68H	104
Steuerfeld	47H	71
Adresse ASDU	FFH	255
Typidentifikation	06H	6
Variable structure qualifier	81H	129
Übertragungsursache	00H	0
Adresse ASDU	FFH	255
Funktionstyp	86H	134
Informationsnummer	00H	0
Informationselement	FFH	255
Prüfsumme	51H	81
Endezeichen	16H	22

Abbildung 20: LDPU zur Umschaltung in Parametriermodus (Grundbetriebsart)

## 5.4 Sonderausführung Einzelphasenleistungen

Im Gegensatz zur Normalausführung erfaßt das Gerät in der Sonderausführung mit dem Code '5' die folgenden Meßgrößen:

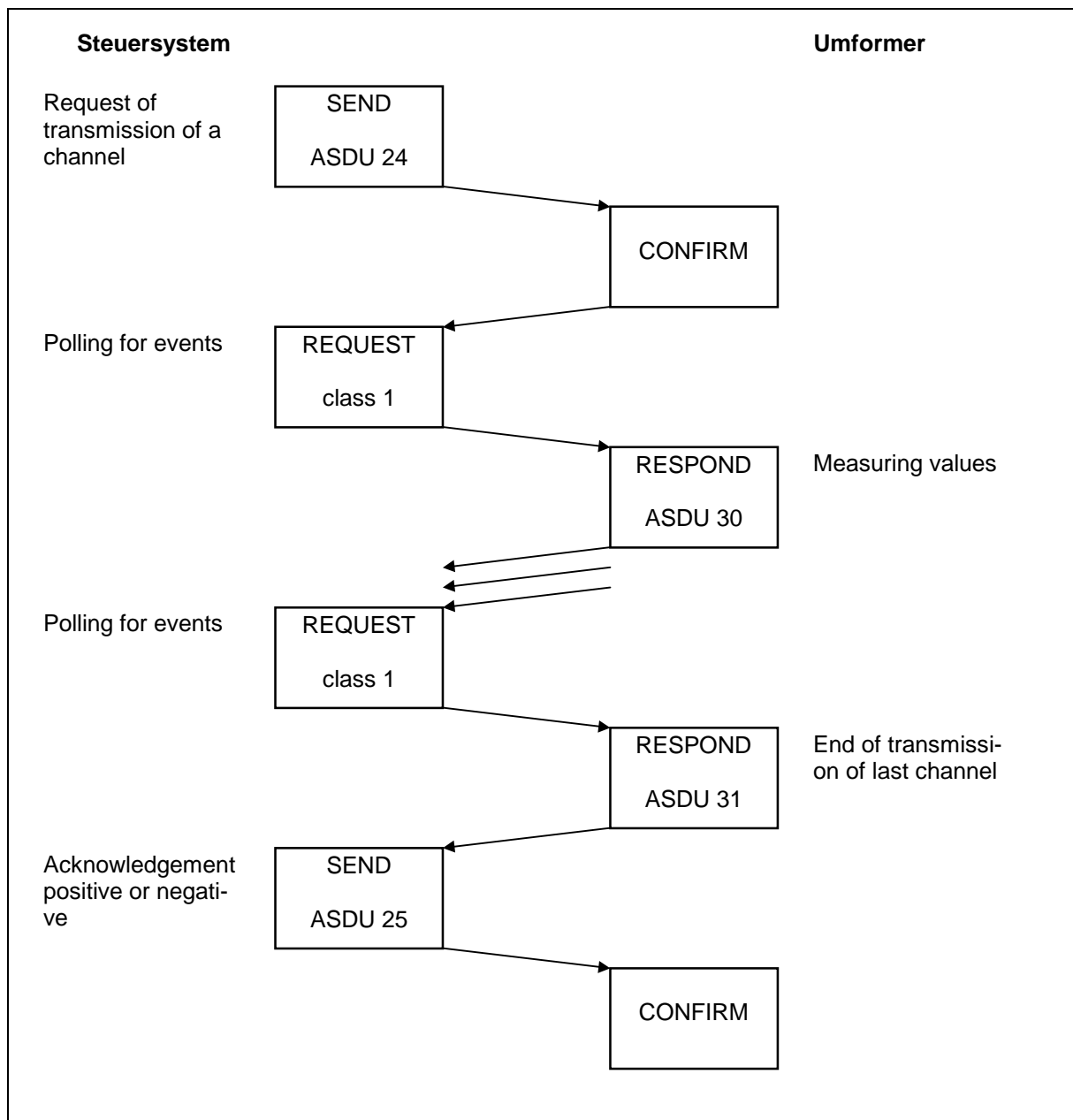
$P_{L1}$	Wirkleistung L1
$P_{L2}$	Wirkleistung L2
$P_{L3}$	Wirkleistung L3
$Q_{L1}$	Blindleistung L1
$Q_{L2}$	Blindleistung L2
$Q_{L3}$	Blindleistung L3
$\cos \varphi_{L1}$	Leistungsfaktor L1
$\cos \varphi_{L2}$	Leistungsfaktor L2
$\cos \varphi_{L3}$	Leistungsfaktor L3

Diese Daten werden mittels der ASDU 9 in der angegebene Reihenfolge anstelle der Standarddaten übertragen.

## 5.5 Datenübertragung durch IEC 870-5-103 Filetransfer

Die Verwendung des Umformers für andere Zentralgeräte als LSA, welche also nicht das VDEW-Protokoll benutzen, wird immer durch die starre Vorgabe der verfügbaren ASDUs behindert. Völlig transparent für IEC 870-5-103 ist aber der Inhalt von Filetransfer Telegrammen. Deshalb können sämtliche vorhandenen Meßwerte in einem solchen eingebunden werden. Dem jeweiligen Anwenderprogramm bleibt es dann überlassen, die gewünschten Daten zu entnehmen.

Sämtliche Meßstellen, welche in Tabelle 7 angeführt sind, können in einer einzigen Datei übertragen werden. Die Norm sieht grundsätzlich vor, daß eine Datei für die Übertragung in mehrere Abschnitte aufgeteilt wird, welche jeweils mehrere Segmente enthalten. In IEC 870-5-103 ist aber diese Art der Datenübertragung sehr spezifisch für Störungsdaten der Schutzeinrichtungen definiert. Der Aufbau der einzelnen ASDUs weiter unten angegeben.



**Abbildung 6: Ablauf des vereinfachten Filetransfers**

Weil der Inhalt einer Dateneinheit nach der Norm auf 50 Oktette begrenzt ist, müssen die Meßwerte in mehreren ASDUs 30 übertragen werden.

Der jeweils gewählte Zählwert (z.B. kWh) wird beim Filetransfer als letzter übertragen. Es ist der aktuelle Stand des Zählers. Der Bereich ist 0 bis 4095, das Vorzeichen hat hier keine Bedeutung. Überlauf muß von der Steuerzentrale berücksichtigt werden.

### 5.5.1 Aufbau der ASDUs

#### ASDU 24 - Request of transmission of a channel

0	0	0	1	1	0	0	0	24	TYPE IDENTIFICATION
1	0	0	0	0	0	0	1	129	VARIABLE STRUCTURE QUALIFIER
0	0	0	1	1	1	1	1	31	CAUSE OF TRANSMISSION
x	x	x	x	x	x	x	x	x	COMMON ADDRESS OF ASDU
0	0	0	0	0	0	0	0	0	FUNCTION TYPE
0	0	0	0	0	0	0	0	0	not used
0	0	0	0	1	0	0	0	8	TOO Type of Order (request of channel)
0	0	0	0	0	0	0	1	1	TOV Type of Disturbance Values (instantaneous)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	FAN Fault Number
0	1	0	0	0	0	0	0	64	ACC Actual channel (private)

#### ASDU 30 - Transmission of Measuring values

0	0	0	1	1	1	1	0	30	TYPE IDENTIFICATION
0	number i of information elements							x	VARIABLE STRUCTURE QUALIFIER
0	0	0	1	1	1	1	1	31	CAUSE OF TRANSMISSION
x	x	x	x	x	x	x	x	x	COMMON ADDRESS OF ASDU
0	0	0	0	0	0	0	0	0	FUNCTION TYPE
0	0	0	0	0	0	0	0	0	not used
0	0	0	0	1	0	0	0	8	not used
0	0	0	0	0	0	0	1	1	TOV Type of Disturbance Values (instantaneous)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	FAN Fault Number
0	1	0	0	0	0	0	0	64	ACC Actual channel (private)
			1)					x	NDV Anzahl Meßwerte je ASDU, max. 25
			2)					x	NFE Ordnungsnummer der ASDU, 1...
			3)					x	SDV 1
			3)					x	SDV 2
			3)					x	SDV i

#### ASDU 31 - End of Transmission

0	0	0	1	1	1	1	1	31	TYPE IDENTIFICATION
1	0	0	0	0	0	0	1	129	VARIABLE STRUCTURE QUALIFIER
0	0	0	1	1	1	1	1	31	CAUSE OF TRANSMISSION
x	x	x	x	x	x	x	x	x	COMMON ADDRESS OF ASDU
0	0	0	0	0	0	0	0	0	FUNCTION TYPE
0	0	0	0	0	0	0	0	0	not used
0	0	0	0	1	0	0	0	8	TOO Type of Order (request of channel)
0	0	0	0	0	0	0	1	1	TOV Type of Disturbance Values (instantaneous)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	FAN Fault Number
0	1	0	0	0	0	0	0	64	ACC Actual channel (private)

- 1) Je ASDU sind max. 25 Meßwerte zulässig. Nach IEC 870-5-103 sollen die ASDUs alle gleichartig aufgebaut sein.
- 2) Wenn mehrere ASDUs benötigt werden, um alle Daten zu übertragen, werden sie fortlaufend nummeriert, 1 bis n.
- 3) Datenelement I16[1..16]  $<-1..+1-2^{-15}$

**Versionsliste**

Version	Datum	Änderung
V06	02.08.96	Korrektur Tabellen 6 und 13
V07	03.09.96	Firmware V02.00.09: Sendeverzögerung 4 Zeichen bei IEC 870-5-103, Firmware V02.00.10: Antwortverzögerung im Parametrierbetrieb 0-3s, Firmware V02.00.10: Meßwertschwelle 0 bis 255 Abfragen
V08	17.01.97	Korrektur der Initialisierungssequenz 5.3.2.3, Textkorrekturen
V09		Begrenzung der analogen Ausgänge File transfer Geknickte Kennlinie erweiterte Zahlenwerte für Wandler und Meßbereiche
V09	21.08.97	Tabellen 3 und 7 ergänzt
V10	28.10.97	Telegramme U, e, c ergänzt, X, Y, Z, j neu.

---

# SIMEAS T

---

© SIEMENS AG 1998. All Rights Reserved.



EV S  
Sekundärsysteme

1 Übertragung von Meßwerten .....	3
1.1 IEC Bus nach DIN 19244 und VDEW .....	3
1.2 Filetransfer .....	3
2 INFORMATIONSELEMENT Meßwerte .....	4
2.1 Allgemein .....	4
2.2 Ströme .....	5
2.3 Spannungen.....	6
2.4 Frequenz.....	6
2.5 Wirkleistung gesamt dreiphasig:.....	7
2.6 Wirkleistung einphasig:.....	8
2.7 Phasenwinkel.....	9
2.8 Leistungsfaktor .....	9

## 6 Übertragung von Meßwerten

### 6.1 IEC Bus nach DIN 19244 und VDEW

Die vom Umformer erfaßten und mit der ASDU übergebenen Meßstellen hängen von der gewählten Betriebsart ab. Sie sind in der nachstehenden Tabelle aufgelistet. Die Darstellung entspricht DIN 19244 und VDEW

1.)	ASDU 140 - Standard mit 16 Meßwerten					ASDU 9 mit 9 Meßwerten	ASDU 140 mit 9 Meßwerten
Nr.	Einphasen netz	Dreileiter beliebiger Belastung	Dreileiter gleicher Belastung	Vierleiter beliebiger Belastung	Vierleiter gleicher Belastung	Vierleiter beliebiger Belastung	Vierleiter beliebiger Belastung
1	IL1	IL1	IL1	IL1	IL1	IL1	P L1 -N
2	U L1 -N	IL3	Frequenz	IL2	U L1 -N	IL2	P L2 -N
3	Frequenz	Frequenz	U L1 -L2	IL3	Frequenz	IL3	P L3 -N
4	cos $\varphi$	U L1 -L2	U L2 -L3	U L1 -N	cos $\varphi$	U L1 -N	Q L1 -N
5	phi	U L2 -L3	U L3 -L1	U L2 -N	phi	U L2 -N	Q L2 -N
6	S	U L3 -L1	cos $\varphi$	U L3 -N	S	U L3 -N	Q L3 -N
7	P	cos $\varphi$	phi	U0	P	P	cos $\varphi$ L1 -N
8	Q	phi	S	Frequenz	Q	Q	cos $\varphi$ L2 -N
9	x	S	P	U L1 -L2	x	Frequenz	cos $\varphi$ L3 -N
10	x	P	Q	U L2 -L3	x		
11	x	Q	x	U L3 -L1	x		
12	x	x	x	cos $\varphi$	x		
13	x	x	x	phi	x		
14	x	x	x	S	x		
15	x	x	x	P	x		
16	x	x	x	Q	x		

1.) Nr. entspricht der Meßstelle im Telegramm.  
Dimensionen der Meßgrößen: V, A, Hz, W, Var, VA;

### 6.2 Filetransfer

## 7 INFORMATIONSELEMENT Meßwerte

### 7.1 Allgemein

Jeder Meßwert wird mit zwei Oktetten als normalisierter Wert übertragen, welche den Wert mit 12 Bit und Vorzeichen, zusammen mit Fehler- und Überlaufmarkierung enthalten.

	8				1			
Oktett 1	2-8			2-12	0	ER	OV	
Oktett 2	S	2-1					2-7	

Normalisierter Wert mit Vorzeichen, Überlauf- und Fehlermarkierung

OV ist die Überlaufmarkierung, der Meßwert bleibt dabei auf dem höchsten Wert stehen.

ER steht auf 1, wenn der Wert nicht gültig ist. Das ist der Fall, wenn der betreffende Meßpunkt in der vorgesehenen Betriebsart nicht vorkommt, z.B. IL2 bei Dreiwattmetermethode.

S steht auf 0, wenn der Meßwert positiv ist und auf 1 wenn der Wert negativ ist. Negative Werte werden in Komplement 2 ausgegeben..

Der Wertebereich ist  $\pm 1$  (genauer  $\pm 0,99976$ ), es sind 8193 Quantisierungsstufen (-4096 bis +4095). Das sind zugleich  $\pm 120\%$  der jeweiligen Nennwerte. Dem Wert 100% entspricht:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1) Effektivwerte U:                  | 90 V, 180 V, 450 V   |
| 3) Effektivwerte I:                  | 2 A, 4 A, 10 A   |
| 4) Frequenzabweichung vom Nennwert:  | $\pm 5$ Hz   |
| 5) Leistung bei einphasiger Messung: | $U \cdot I / 2$ , alle möglichen U und I aus 1) und 3)         |
| 6) Leistung dreiphasig:              | $U \cdot I \cdot 3 / 2$ , alle möglichen U und I aus 2) und 3) |
| 7) Winkel:                           | $180^\circ$  |
| 8) Leistungsfaktor:                  | 1  |

## 7.2 Ströme

Nennbereiche Strom :  $I_{nenn} = 0$  bis 2 A  
 $I_{nenn} = 0$  bis 4 A  
 $I_{nenn} = 0$  bis 10 A

Nennbereiche sind bei der Parametrierung unter „Grundparameter, /ohne Wandler“ wählbar.  
 Die Angabe von Wandlern hat keinen Einfluß auf die Übertragung der Meßwerte.  
 Werden dennoch Wandler angegeben, wird der Nennbereich automatisch bei der Angabe des Wandlersekundärwertes gewählt.

Beispiel: 500/1A Nennbereich: 0 bis 2A

### Übertragung: 120%

100% = 3412,5 Punkte =  $I_{nenn}$   
 120% = 4095 Punkte =  $I_{nenn} \times 1,2$   
 max. Aussteuerbereichereich: 0 bis  $I_{nenn}$

### Übertragung: 240% ( Nur mit neuer Firm-und Software )

100% = 1706,25 Punkte =  $I_{nenn}$   
 240% = 4095 Punkte =  $I_{nenn} \times 2,4$   
 max. Aussteuerbereichereich: 0 bis  $I_{nenn}$

### Beispiel :

Stromwandler 100/1 A Übertragung 120%  
 Interner Meßbereich 0 bis 2A x 100 (Wandlerübersetzungsverhältnis) = 0 bis 200A = 100%





### 7.3 Spannungen

Nennbereiche Spannung :  $U_{nenn} = 0 \text{ bis } 90 \text{ V}$

$U_{nenn} = 0 \text{ bis } 180 \text{ V}$

$U_{nenn} = 0 \text{ bis } 450 \text{ V}$

Nennbereiche sind bei der Parametrierung unter „Grundparameter, /ohne Wandler“ wählbar.

Die Angabe von Wandlern hat keinen Einfluß auf die Übertragung der Meßwerte.

Werden dennoch Wandler angegeben, wird der Nennbereich automatisch bei der Angabe des Wandlersekundärwertes gewählt.

Da bei der Angabe der Sekundärspannung die Leiterspannung angegeben wird ( L-L ) liegt die Nennspannung ( L-N ) um  $\sqrt{3}$  niedriger.

Beispiel: 10kV/0,1kV ( Phasenspannung L-N: 0,1kV /  $\sqrt{3}$ ; ) Nennbereich: 0 bis 90 V

#### Übertragung: 120%

100% = 3412,5 Punkte =  $U_{nenn}$

120% = 4095 Punkte =  $U_{nenn} \times 1,2$

max. Aussteuerbereich bei Meßgröße

Phasenspannungen L-N : 0 bis  $U_{nenn}$

Leiterspannungen L-L : 0 bis  $U_{nenn} \times \sqrt{3}$

#### Übertragung: 240% ( Nur mit neuer Firm-und Software )

100% = 1706,25 Punkte =  $U_{nenn}$

240% = 4095 Punkte =  $U_{nenn} \times 2,4$

max. Aussteuerbereich bei Meßgröße

Phasenspannungen L-N : 0 bis  $U_{nenn}$

Leiterspannungen L-L : 0 bis  $U_{nenn} \times \sqrt{3}$

#### Beispiel :

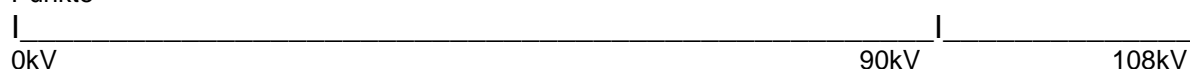
Spannungswandler 100/0,1 kV Übertragung 120%

Interner Meßbereich 0 bis 90 x 1000 (Wandlerübersetzungsverhältnis) = 0 bis 90kV = 100%

0 Punkte  
Punkte

3412,5 Punkte

4095



### 7.4 Frequenz

Nennbereiche Frequenz :  $f_{nenn} = 50 \text{ Hz}$

$f_{nenn} = 60 \text{ Hz}$

$f_{nenn} = 16 \frac{2}{3} \text{ Hz}$

Nennbereiche sind bei der Parametrierung unter „Grundparameter“ wählbar.

#### Übertragung: 120%

+/-100% = +/-3412,5 Punkte = +/-5Hz

+/-120% = +/-4095 Punkte = +/-6Hz

max. Aussteuerbereich: +/-5Hz

#### Übertragung: 240% ( Nur mit neuer Firm-und Software )

+/-100% = +/-1706,25 Punkte = +/-5Hz

+/-240% = +/-4095 Punkte = +/-12Hz

max. Aussteuerbereich: +/-5Hz

#### Beispiel :

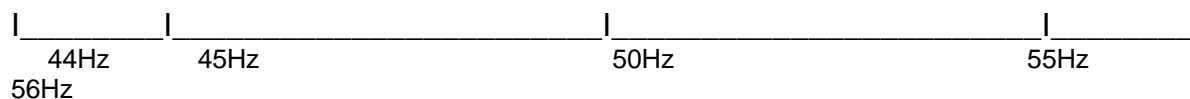
Nennbereich: 50 Hz, Übertragung 120%

-4095Punkte  
Punkte

-3412,5 Punkte

0 Punkte

3412,5 Punkte 4095



### 7.5 Wirkleistung gesamt dreiphasig:

Nennbereiche sind abhängig von den Nennbereichen für Strom und Spannung

$$\text{Nennbereich Wirkleistung} = U_{\text{nenn}} \times I_{\text{nenn}} \times 3 / 2$$

Nennbereiche U/I	0 bis 90V	0 bis 180V	0 bis 450V
0 bis 2A	270 W	540 W	1350 W
0 bis 4A	540 W	1080 W	2700 W
0 bis 10A	1350 W	1700 W	6750 W

Nennbereiche sind bei der Parametrierung unter „Grundparameter, /ohne Wandler“ wählbar. Die Angabe von Wandlern hat keinen Einfluß auf die Übertragung der Meßwerte. Werden dennoch Wandler angegeben, wird der Nennbereich automatisch bei der Angabe des Wandlersekundärwertes gewählt.

Beispiel: 500/1A            Nennbereich: 0 bis 2A  
 10/0,1kV            Nennbereich: 0 bis 90V  
 Nennbereich Wirkleistung aus Tabelle: +/- 270W

#### Übertragung: 120%

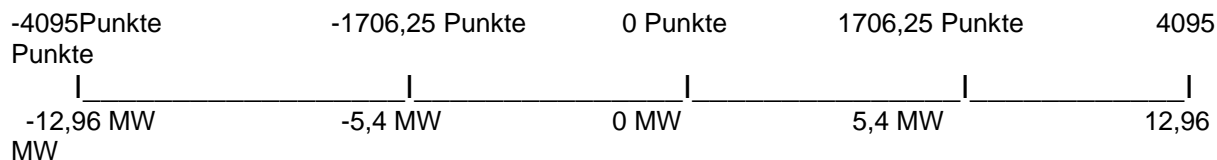
+/-100% = +/-3412,5 Punkte = +/- P<sub>nenn</sub>  
 +/-120% = +/-4095 Punkte = +/- P<sub>nenn</sub> x 1,2  
 max. Aussteuerbereichereich: P<sub>nenn</sub> x 2  
 (bis zum max. Nennstrom)

#### Übertragung: 240%

+/-100% = +/-1706,25 Punkte = +/- P<sub>nenn</sub>  
 +/-240% = +/-4095 Punkte = +/- P<sub>nenn</sub> x 2,4  
 max. Aussteuerbereichereich: P<sub>nenn</sub> x 2  
 (bis zum max. Nennstrom)

#### Beispiel :

Stromwandler 200/1 A und Spannungswandler 10/0,1kV; Übertragung 240%  
 Interner Meßbereich 0 bis 270W x 20000 (Wandlerübersetzungsverhältnisse) = 5,4 MW = 100%



### 7.6 Wirkleistung einphasig:

Nennbereiche sind abhängig von den Nennbereichen für Strom und Spannung

$$\text{Nennbereich Wirkleistung} = U_{\text{nenn}} \times I_{\text{nenn}} / 2$$

Nennbereiche U/I	0 bis 90V	0 bis 180V	0 bis 450V
0 bis 2A	90 W	180 W	450 W
0 bis 4A	180 W	360 W	900 W
0 bis 10A	450 W	900 W	2250 W

Nennbereiche sind bei der Parametrierung unter „Grundparameter, /ohne Wandler“ wählbar. Die Angabe von Wandlern hat keinen Einfluß auf die Übertragung der Meßwerte. Werden dennoch Wandler angegeben, wird der Nennbereich automatisch bei der Angabe des Wandlersekundärwertes gewählt.

Beispiel: 500/1A Nennbereich: 0 bis 2A  
 10/0,1kV Nennbereich: 0 bis 90V  
 Nennbereich Wirkleistung aus Tabelle: +/- 90W

#### Übertragung: 120%

$$\pm 100\% = \pm 3412,5 \text{ Punkte} = \pm P_{\text{nenn}}$$

$$\pm 120\% = \pm 4095 \text{ Punkte} = \pm P_{\text{nenn}} \times 1,2$$

max. Aussteuerbereich:  $P_{\text{nenn}} \times 2$   
 (bis zum max. Nennstrom)

#### Übertragung: 240%

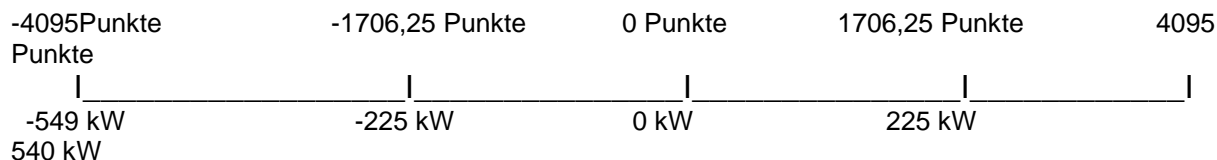
$$\pm 100\% = \pm 1706,25 \text{ Punkte} = \pm P_{\text{nenn}}$$

$$\pm 240\% = \pm 4095 \text{ Punkte} = \pm P_{\text{nenn}} \times 2,4$$

max. Aussteuerbereich:  $P_{\text{nenn}} \times 2$   
 (bis zum max. Nennstrom)

#### Beispiel :

Stromwandler 500/5 A und Direktanschluß 400V; Übertragung 240%  
 Interner Meßbereich 0 bis 2250W x 100 (Wandlerübersetzungsverhältnisse) = 225 kW = 100%



#### Blidleistung

Identisch mit Wirkleistung mit Einheit var

#### Scheinleistung

Identisch mit Wirkleistung mit Einheit VA und nur positivem Meßbereich.

## 7.7 Phasenwinkel

### Übertragung: 120%

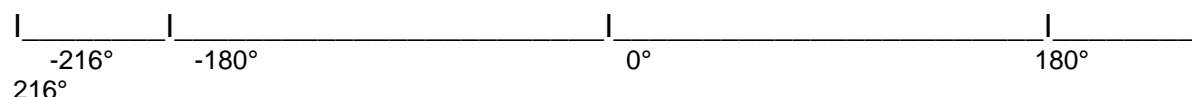
+/-100% = +/-3412,5 Punkte = +/-180°  
 +/-120% = +/-4095 Punkte = +/-216°  
 max. Aussteuerbereichereich: +/-180°

### Übertragung: 240% ( Nur mit neuer Firm-und Software )

+/-100% = +/-1706,25 Punkte = +/-180°  
 +/-240% = +/-4095 Punkte = +/-432°  
 max. Aussteuerbereichereich: +/-180°

Beispiel : Übertragung 120%

-4095Punkte    -3412,5 Punkte                                    0 Punkte                                    3412,5 Punkte    4095 Punkte



## 7.8 Leistungsfaktor

Für das Vorzeichen wird, als Ausnahme vom üblichen Verfahren, die Richtung der Wirkleistung benutzt, Bezug positiv, Lieferung negativ.

### Übertragung: 120%

+/-100% = +/-3412,5 Punkte = 1  
 +/-120% = +/-4095 Punkte = -  
 max. Aussteuerbereichereich: 0 bis 1

### Übertragung: 240% ( Nur mit neuer Firm-und Software )

+/-100% = +/-1706,25 Punkte = 1  
 +/-240% = +/-4095 Punkte = -  
 max. Aussteuerbereichereich: 0 bis 1

Beispiel : Übertragung 120%

-4095 Pkt.    -3412,5 Pkt.    -1706,25 Pkt.                    0 Pkt.                    1706,25 Pkt.    3412,5 Pkt.

