

# PEL 115



**Leistungs- und Energie-Logger**

Sie haben einen **Power- und Energy-Logger PEL115** erworben und wir danken Ihnen für Ihr Vertrauen.

Um die optimale Benutzung Ihres Gerätes zu gewährleisten, bitten wir Sie:

- diese Bedienungsanleitung **sorgfältig zu lesen**,
- die Benutzungshinweise **genau zu beachten**.



ACHTUNG, GEFAHR! Sobald dieses Gefahrenzeichen irgendwo erscheint, ist der Benutzer verpflichtet, die Anleitung zu Rate zu ziehen.



Achtung! Stoßspannungsgefahr. Mit diesem Symbol gekennzeichnete Teile stehen möglicherweise unter Gefahrenspannung!.



Das Gerät ist durch eine doppelte Isolierung geschützt.



Erde.



USB-Anschluss.



Ethernet-Anschluss (RJ45).



SD Karte.



Netzanschluss.



Praktischer Hinweis oder guter Tipp.



Die Lebenszyklusanalyse des Produkts gemäß ISO14040 hat ergeben, dass das Produkt als recyclingfähig eingestuft wird.



Die CE-Kennzeichnung bestätigt die Übereinstimmung mit der europäischen Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, der Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2014/30/EU, der Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU, sowie der RoHS-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe 2011/65/EU und 2015/863/EU.



Mit der UKCA-Kennzeichnung erklärt der Hersteller die Übereinstimmung des Produkts mit Vorschriften des Vereinigten Königreichs, insbesondere in den Bereichen Niederspannungssicherheit, elektromagnetische Verträglichkeit und Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe.



Der durchgestrichene Mülleimer bedeutet, dass das Produkt in der europäischen Union gemäß der WEEE-Richtlinie 2012/19/EU einer getrennten Elektroschrott-Verwertung zugeführt werden muss. Das Produkt darf nicht als Haushaltsmüll entsorgt werden.

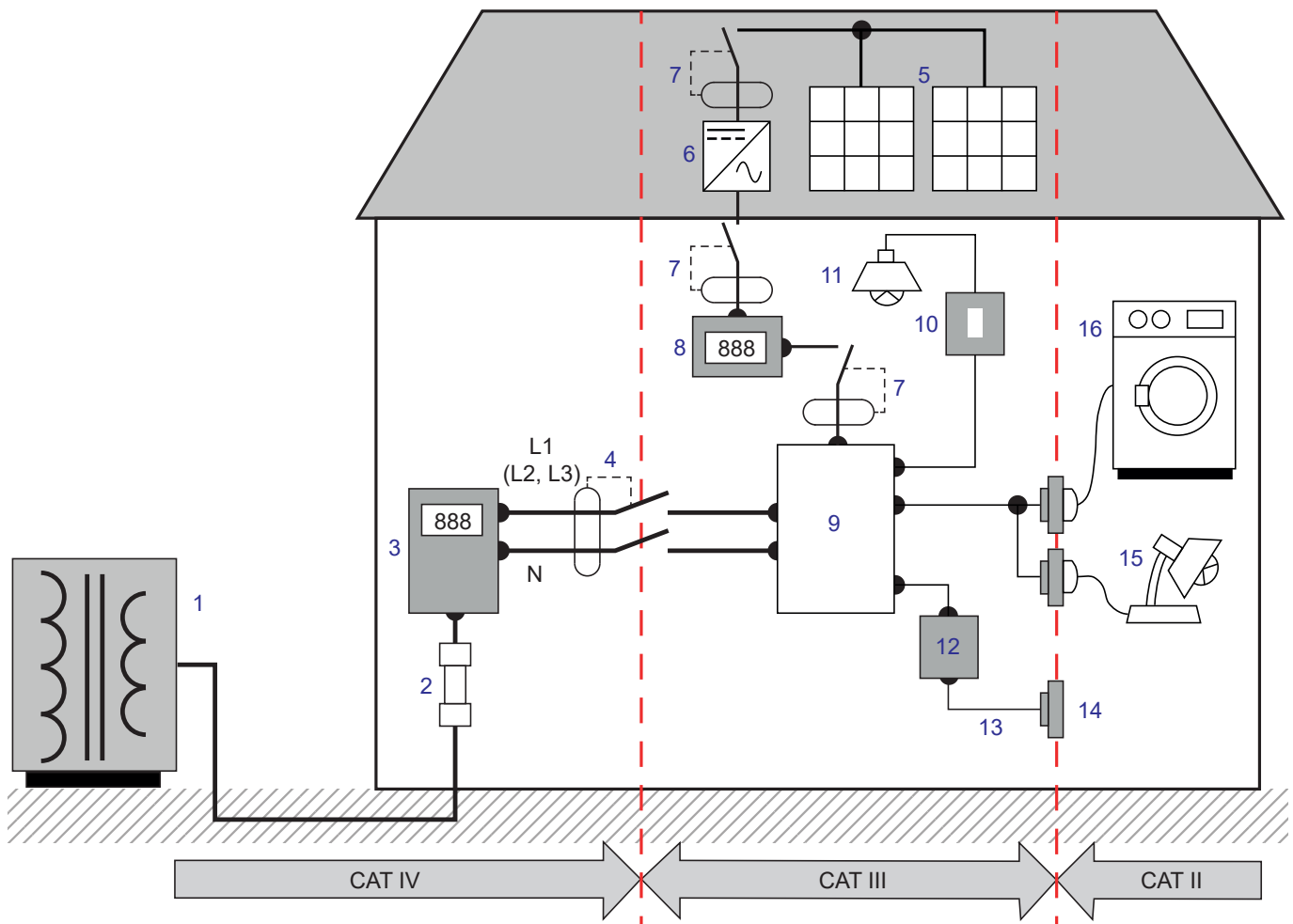
# INHALTSVERZEICHNIS

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ERSTE INBETRIEBNAHME</b>               | <b>6</b>  |
| 1.1. Lieferumfang                            | 6         |
| 1.2. Zubehör                                 | 7         |
| 1.3. Ersatzteile                             | 7         |
| <b>2. GERÄTEVORSTELLUNG</b>                  | <b>8</b>  |
| 2.1. Beschreibung                            | 8         |
| 2.2. Vorderseite                             | 9         |
| 2.3. Anschlussleiste                         | 10        |
| 2.4. Anbringen der Farbklemmen               | 10        |
| 2.5. Tastenfunktionen                        | 11        |
| 2.6. LCD-Anzeige                             | 11        |
| 2.7. Signallampen                            | 12        |
| 2.8. Speicherkarte                           | 13        |
| <b>3. KONFIGURATION</b>                      | <b>14</b> |
| 3.1. Ein- und Ausschalten des Geräts         | 14        |
| 3.2. Akkuladung                              | 15        |
| 3.3. Verbindung über USB oder LAN Ethernet   | 15        |
| 3.4. Verbindung über Wi-Fi                   | 16        |
| 3.5. Gerätekonfiguration                     | 17        |
| 3.6. Information                             | 20        |
| <b>4. VERWENDUNG</b>                         | <b>23</b> |
| 4.1. Versorgungsnetze und PEL-Anschlüsse     | 23        |
| 4.2. Aufzeichnung                            | 30        |
| 4.3. Anzeige von Messungen                   | 30        |
| <b>5. PROGRAMM- UND ANWENDUNGSSYSTEME</b>    | <b>50</b> |
| 5.1. PEL Transfer-Programm                   | 50        |
| 5.2. PEL-Anwendung                           | 51        |
| <b>6. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN</b>         | <b>53</b> |
| 6.1. Referenzbedingungen                     | 53        |
| 6.2. Elektrische Daten                       | 53        |
| 6.3. Kommunikation                           | 65        |
| 6.4. Stromversorgung                         | 65        |
| 6.5. Mechanische Daten                       | 65        |
| 6.6. Umgebungsbedingungen                    | 66        |
| 6.7. Elektrische Sicherheit                  | 66        |
| 6.8. Elektromagnetische Verträglichkeit      | 66        |
| 6.9. Funkemission                            | 66        |
| 6.10. Speicherkarte                          | 66        |
| <b>7. WARTUNG</b>                            | <b>68</b> |
| 7.1. Reinigung                               | 68        |
| 7.2. Akku                                    | 68        |
| 7.3. Aktualisierung der eingebauten Software | 68        |
| <b>8. GARANTIE</b>                           | <b>69</b> |
| <b>9. ANLAGEN</b>                            | <b>70</b> |
| 9.1. Messungen                               | 70        |
| 9.2. Messformeln                             | 72        |
| 9.3. Zulässige Stromnetze                    | 75        |
| 9.4. Größen nach Versorgungsnetzen           | 77        |
| 9.5. Glossar                                 | 80        |

## Definition der Messkategorien

- Die Kategorie IV (CAT IV) bezieht sich auf Messungen, die an der Quelle von Niederspannungsinstallationen vorgenommen werden.  
Beispiele: Anschluss an das Stromnetz, Energiezähler und Schutzeinrichtungen.
- Die Kategorie III (CAT III) bezieht sich auf Messungen, die an der Elektroinstallation eines Gebäudes vorgenommen werden.  
Beispiele: Verteilerschränke, Trennschalter, stationäre industrielle Maschinen und Geräte.
- Die Kategorie II (CAT II) bezieht sich auf Messungen, die direkt an Kreisen der Niederspannungsinstallation vorgenommen werden.  
Beispiele: Stromanschluss von Haushaltsgeräten oder tragbaren Elektrowerkzeugen.

## Einsatzbereiche der Messkategorien - einige Beispiele



- |                                             |                                              |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 Quelle der Niederspannungsinstallation    | 9 Verteiler                                  |
| 2 Betriebssicherung                         | 10 Lichtschalter                             |
| 3 Verbrauchszähler                          | 11 Beleuchtungssysteme                       |
| 4 Leistungsschalter bzw. Netztrennschalter* | 12 Abzweigdose                               |
| 5 Photovoltaikanlagen                       | 13 Verkabelung von Steckdosen                |
| 6 Wechselrichter                            | 14 Wandsteckdose                             |
| 7 Leistungsschalter bzw. Trennschalter      | 15 Steckbare Lampen                          |
| 8 Produktionszähler                         | 16 Haushaltsgeräte, steckbare Betriebsmittel |

\* : Leistungsschalter bzw. Netztrennschalter kann vom Versorger installiert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, dann verschiebt sich der Übergang zwischen Messkategorie IV und Messkategorie III auf den ersten Trennschalter im Verteilerkasten.

# SICHERHEITSHINWEISE

---

Dieses Gerät entspricht der Sicherheitsnorm IEC/EN 61010-2-030, die Leitungen der Norm IEC/EN 61010-031 und die Stromwandler der IEC/EN 61010-2-032 in der Messkategorie IV für Spannungen bis 1000 V.

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann zu Gefahren durch elektrische Schläge, durch Brand oder Explosion, sowie zur Zerstörung des Geräts und der Anlage führen.

- Der Benutzer bzw. die verantwortliche Stelle müssen die verschiedenen Sicherheitshinweise sorgfältig lesen und gründlich verstehen. Die umfassende Kenntnis und das Bewusstsein der elektrischen Gefahren sind bei jeder Benutzung dieses Gerätes unverzichtbar.
- Verwenden Sie ausschließlich das mitgelieferte oder angegebene Zubehör (Spannungskabel, Stromwandler, Netzteil usw.).
  - Wenn ein Gerät mit Kabeln, Krokodilklemmen oder Netzteilen zusammengebaut wird, dann gilt als Nennspannung der Messkategorie die jeweils niedrigste Bemessungsspannung unter allen verwendeten Geräten.
  - Wenn man einen Stromwandler an ein Messgerät anschließt, sind die mögliche rückfließende Spannung vom Messgerät zum Stromwandler, und damit die Gleichtaktspannung und die zulässige Messkategorie an der Sekundärseite des Stromwandlers zu berücksichtigen.
- Prüfen Sie vor jedem Einsatz nach, ob die Isolierung der Drähte, des Gehäuses und des Zubehörs einwandfrei ist. Teile mit auch nur stellenweise beschädigter Isolierung müssen für eine Reparatur oder für die Entsorgung ausgesondert werden.
- Verwenden Sie das Gerät niemals an Netzen mit höheren Spannungen oder Messkategorien als den angegebenen.
- Verwenden Sie das Gerät niemals, wenn es beschädigt, unvollständig oder schlecht geschlossen erscheint.
- Verwenden Sie nur das vom Hersteller gelieferte Netzteil.
- Verwenden Sie stets die eine persönliche Schutzausrüstung.
- Fassen Sie Messleitungen, Prüfspitzen, Krokodilklemmen und ähnliches immer nur hinter dem Griffschutzkragen an.
- Wenn das Gerät feucht ist, muss es vor etwaigen Anschlüssen getrocknet werden.
- Das Gerät dient nicht dem Nachweis der Spannungsfreiheit in einem Netz. Für die Spannungsprüfung muss immer ein geeignetes Gerät (VAT) verwendet werden.
- Fehlerbehebung und Eichung darf nur durch zugelassenes Fachpersonal erfolgen.

# 1. ERSTE INBETRIEBNAHME

## 1.1. LIEFERUMFANG

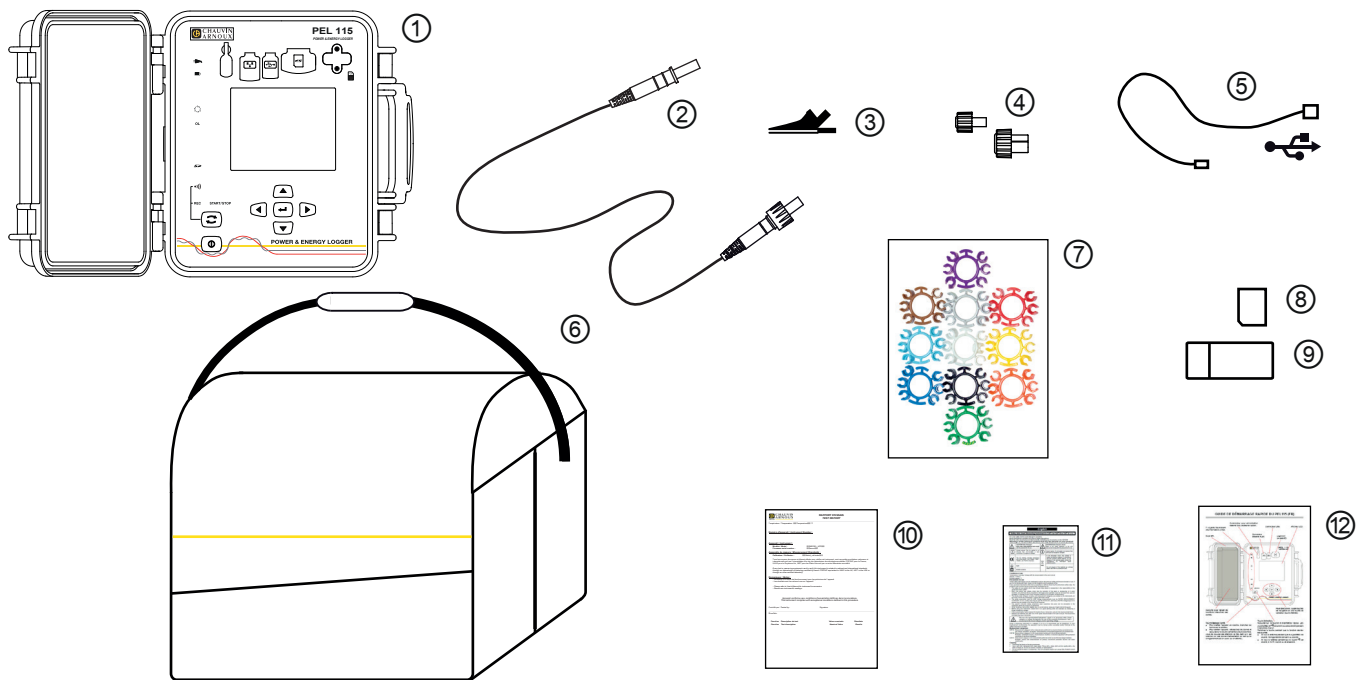


Abbildung 1

| Nr. | Bezeichnung                                                                                           | Menge |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ①   | PEL 115.                                                                                              | 1     |
| ②   | Sicherheitsleitungen, 3 m lang, Banane-Banane gerade-gerade, schwarz, dicht und verschließbar.        | 5     |
| ③   | Schwarze Sicherheits-Krokodilklemmen.                                                                 | 5     |
| ④   | Schutzstöpsel für die Buchsen (am Gerät angebracht).                                                  | 9     |
| ⑤   | USB-Kabel Typ A-B, 1,5 m.                                                                             | 1     |
| ⑥   | Transporttasche.                                                                                      | 1     |
| ⑦   | Satz Stifte und Ringe zur Kennzeichnung der einzelnen Phasen bei den Messleitungen und Stromwandlern. | 12    |
| ⑧   | 8 Gb SD-Karte (im Gerät).                                                                             | 1     |
| ⑨   | Adapter SD-Karte/USB.                                                                                 | 1     |
| ⑩   | Prüfbericht..                                                                                         | 1     |
| ⑪   | Mehrsprachiges Sicherheitsdatenblatt.                                                                 | 1     |
| ⑫   | Schnellstart-Anleitung.                                                                               | 13    |

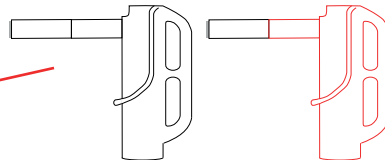
Tabelle 1

## 1.2. ZUBEHÖR

- MiniFlex MA194 250 mm
- MiniFlex MA194 350 mm
- MiniFlex MA194 1000 mm
- MiniFlex MA196 350 mm dichte
- AmpFlex® A193 450 mm
- AmpFlex® A193 800 mm
- AmpFlex® A196 610 mm dichte
- Stromzange MN93
- Stromzange MN93A
- Stromzange C193
- Stromzange PAC93
- Stromzange E94
- Stromzange J93
- Adapter 5A (dreiphasig)
- Adapter 5 A Essailec®
- Magnet-Prüfspitzen
- Software DataView
- PEL-Netzadapter PA30W



Durch das Gewicht der Messleitungen kann es passieren, dass sich die Magnethalterung der Prüfspitzen löst. Wir empfehlen Ihnen daher, sie beim Anbringen an der elektrischen Anlage zu fixieren, beispielsweise mit einer Schelle oder einer magnetischen Haspel.



Befestigungs-Set für Pfosten

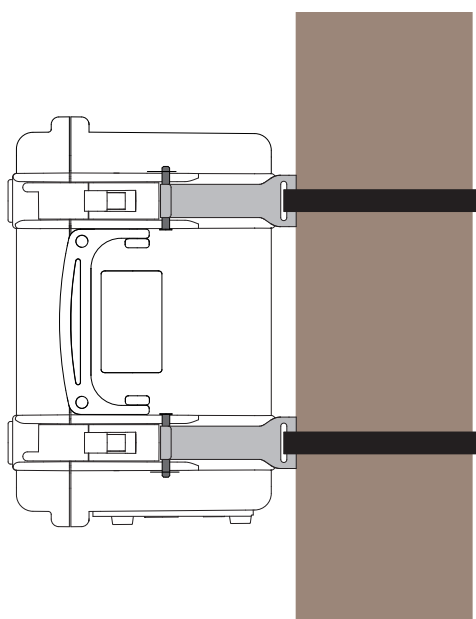


Abbildung 2

Leitungsaufwickler

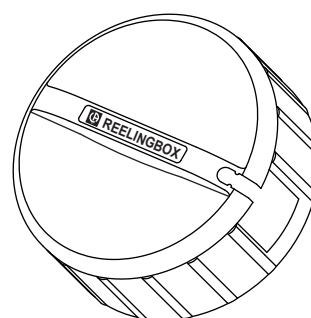


Abbildung 3

## 1.3. ERSATZTEILE

- Satz mit 5 Sicherheitsleitungen, 3 m lang, Banane-Banane, gerade-gerade, schwarz, dicht und verschließbar.
- Satz mit 5 schwarzen Sicherheits-Krokodilklemmen.
- AmpFlex® A196A 610 mm dichte
- USB-A - USB-B-Kabel
- Transporttasche Nr. 23
- Satz mit 5 Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz, 5 Krokodilklemmen und 12 Stiften und Ringen zur Kennzeichnung der Phase, Spannungsleitungen und Stromwandler.

Für Zubehör und Ersatzteile besuchen Sie bitte unsere Website.

[www.chauvin-arnoux.com](http://www.chauvin-arnoux.com)

## 2. GERÄTEVORSTELLUNG

### 2.1. BESCHREIBUNG

**PEL: Power & Energy Logger** (Leistungs- und Energieregistriergerät)

PEL115 ist ein Leistungs- und DC-Energieregistriergerät (ein-, zwei- bzw. dreiphasig Y und  $\Delta$ ) in einem robusten, dichten Gehäuse.

Der PEL bietet alle Leistungs- und Energieregistrierfunktionen, wie sie für die meisten Versorgungsnetze (50Hz, 60Hz, 400Hz und DC) weltweit benötigt werden, sowie zahlreiche Anschlussmöglichkeiten für verschiedenste Anlagen. Der Logger ist für den Betrieb in 1 000V KAT IV Umgebungen in Innenräumen und im Freien ausgelegt.

Der Akku des PELs sorgt dafür, dass im Fall eines Stromausfalls das Gerät weiter funktionieren kann. Der Akku lädt sich beim Messen auf.

Der Logger bietet folgende Funktionen:

- Direkte Spannungsmessung bis 1 000V KAT IV.
- Direkte Strommessung von 5 mA bis 12.000 A je nach Stromsensoren.
- Messung des Neutralleiterstroms an der 4. Strombuchse.
- Messung der Spannung zwischen Null und Erde an der 5. Spannungsbuchse.
- Messung der Wirkleistung (W), Blindleistung (var) und Scheinleistung (VA).
- Messung der Wirkleistungen (Grundschiwingung, Unsymmetrie und Oberschwingungen).
- Messung der Unsymmetrie der Spannung bzw. des Stroms nach IEEE 1459.
- Messung der Wirkenergie an Netz- und Lastseite (Wh), Blindenergie 4-Quadranten (varh) und Scheinenergie (VAh).
- Leistungsfaktor (PF),  $\cos \phi$  und  $\tan \phi$ .
- Scheitelfaktor.
- Gesamtverzerrungsfaktor (THD) der Spannungen und Ströme.
- Oberschwingungen von Spannung und Strom bis zur 50. Ordnung bei 50/60 Hz.
- Oberschwingungen von Spannung und Strom bis zur 7. Ordnung bei 400 Hz.
- Frequenzmessungen.
- RMS- und DC-Messungen gleichzeitig an jeder Phase.
- Blau beleuchtete LCD-Anzeige (gleichzeitige Anzeige von 4 Größen).
- Speicherung der Messwerte und Berechnungsergebnisse auf SD- oder SDHC-Karte.
- Automatische Erkennung der Stromwandler.
- Konfiguration der Übersetzungsverhältnisse für Ströme und Spannungen.
- Stützt 17 verschiedene Anschlüsse oder Stromversorgungsnetze.
- USB-, LAN- (Ethernet) und Wi-Fi-Anschluss.
- PEL Transfer Software ermöglicht Daten einlesen, Konfiguration und Kommunikation durch PC-Koppelung in Echtzeit.
- Eine Android-Applikation zur Echtzeitkommunikation und zum Konfigurieren des PEL über Smartphone oder Tablet-PC.
- Ein IRD-Server (DataViewSync™) zur Datenübertragung über private IP-Adressen.
- Versenden von regelmäßigen Berichten per E-Mail.

## 2.2. VORDERSEITE

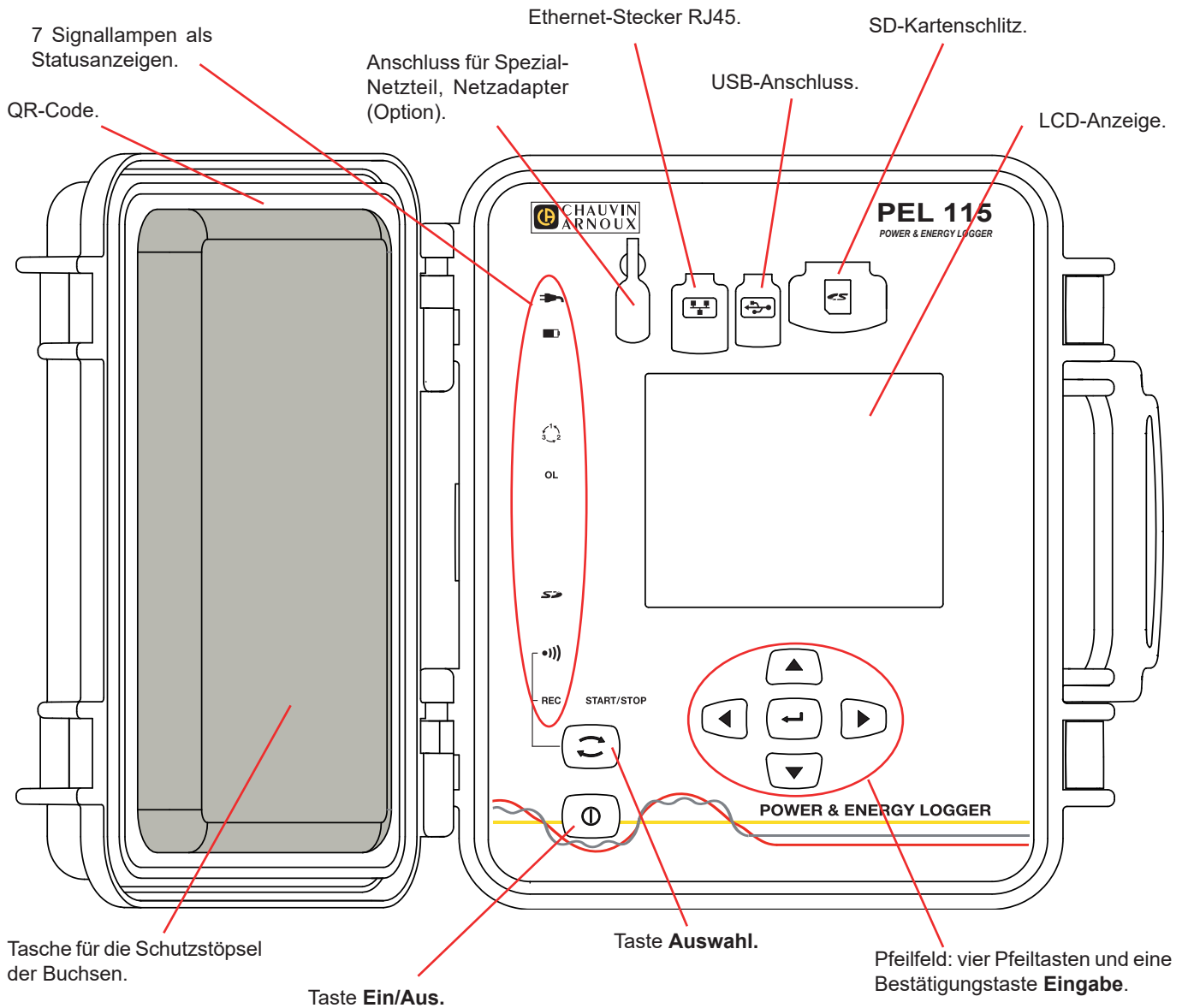


Abbildung 4

Elastomer-Schutzstöpsel für die Anschlüsse sorgen für Dichte (IP67).

Netzteil zum Aufladen des Akkus (Option). Das Netzteil ist nicht unbedingt erforderlich, weil der Akku jedes Mal aufgeladen wird, sobald das Gerät an das Stromnetz angeschlossen wird (insofern die Versorgung über die Eingangsbuchsen nicht deaktiviert wurde, siehe Abs. 3.1.4).

## 2.3. ANSCHLUSSLEISTE

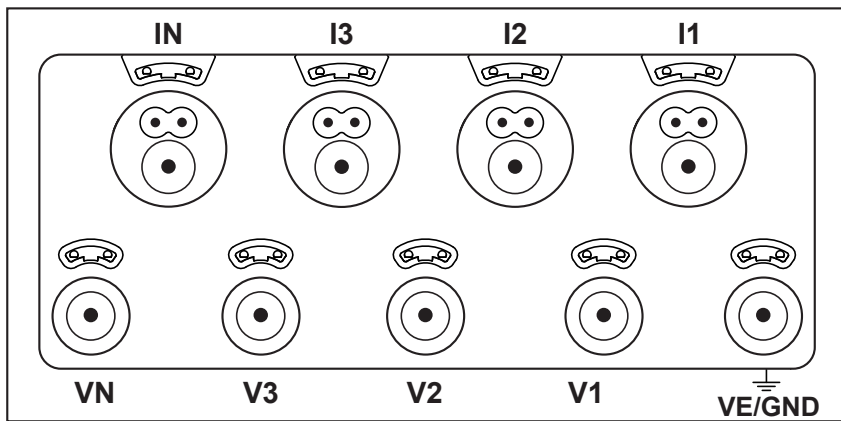


Abbildung 5

4 Stromeingänge (4-polige Steckverbinder).

5 Spannungseingänge (Sicherheitsstecker).

Wenn die Eingänge nicht belegt sind, werden sie mit den Stöpseln abgedichtet (IP67).

Beim Anschließen müssen Stromwandler bzw. Messleitungen ganz eingeschraubt werden, damit das Gerät dicht ist. Die Stöpsel werden in der Tasche am Gerätedeckel aufbewahrt.



Bevor die Stromwandler angeschlossen werden, sind die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter zu lesen!

Die kleinen Löcher oberhalb der Buchsen sind für die Farbstifte bestimmt, mit denen die Strom- und Spannungseingänge gekennzeichnet werden.

## 2.4. ANBRINGEN DER FARBKLEMMEN

Bei Mehrphasenmessung zuerst alles Zubehör und alle Anschlüsse mit Farbringen und Stiften kennzeichnen (im Lieferumfang inbegriffen), wobei jedem einzelnen Strom- und Spannungsanschluss eine Farbe zugeordnet wird.

- Dazu die Farbklemmen lösen und in die Löcher über den Buchsen stecken, die Großen in die Stromeingänge, die Kleinen in die Spannungseingänge.
- Dann den gleichfarbigen Ring an die Spitze stecken, die zum betreffenden Eingang gehört.

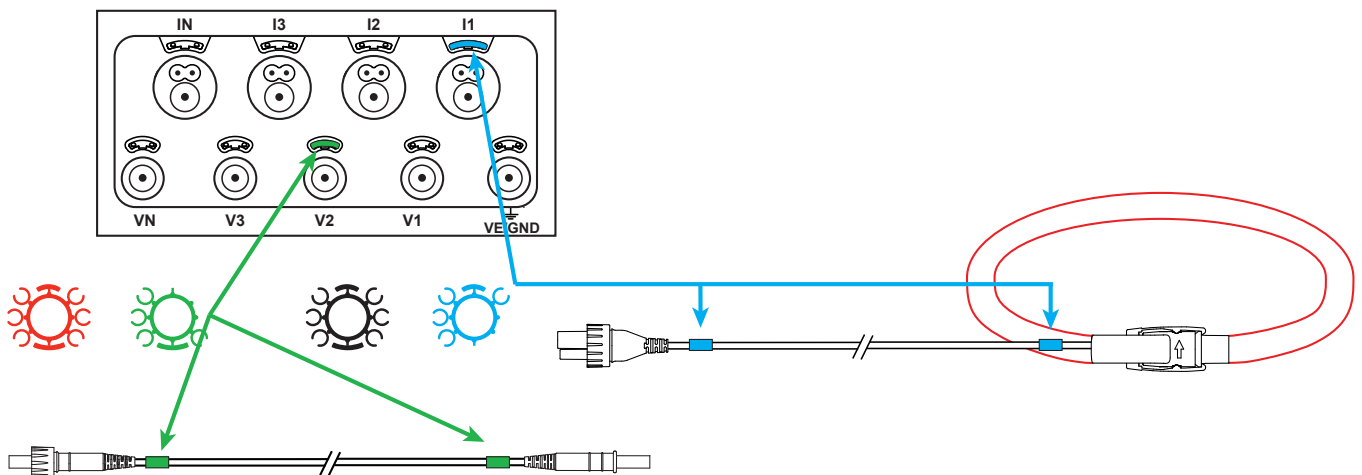


Abbildung 6

## 2.5. TASTENFUNKTIONEN

| Taste                                                                             | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Taste Ein/Aus:</b><br>Gerät ein- und ausschalten.<br><b>Hinweis:</b> Solange das Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist (über Messeingänge oder den Netzadapter) bzw. solange noch eine Aufzeichnung läuft, kann es nicht ausgeschaltet werden. |
|  | <b>Wahltaste:</b><br>Drückt man lang auf die Taste wird ein Speichervorgang ein- bzw. ausgeschaltet, eine Wi-Fi-Verbindung aufgebaut bzw. getrennt.                                                                                                  |
|  | <b>Eingabetaste:</b><br>Im Konfigurationsmodus: Auswahl des zu ändernden Parameters.<br>Messungsanzeige- und Leistungsanzeigemodus: Anzeige der Phasenwinkel und Teilenergien.                                                                       |
|  | <b>Navigationstasten:</b><br>Durchblättern der Anzeigedaten für den LCD-Bildschirm.                                                                                                                                                                  |

Tabelle 2

## 2.6. LCD-ANZEIGE

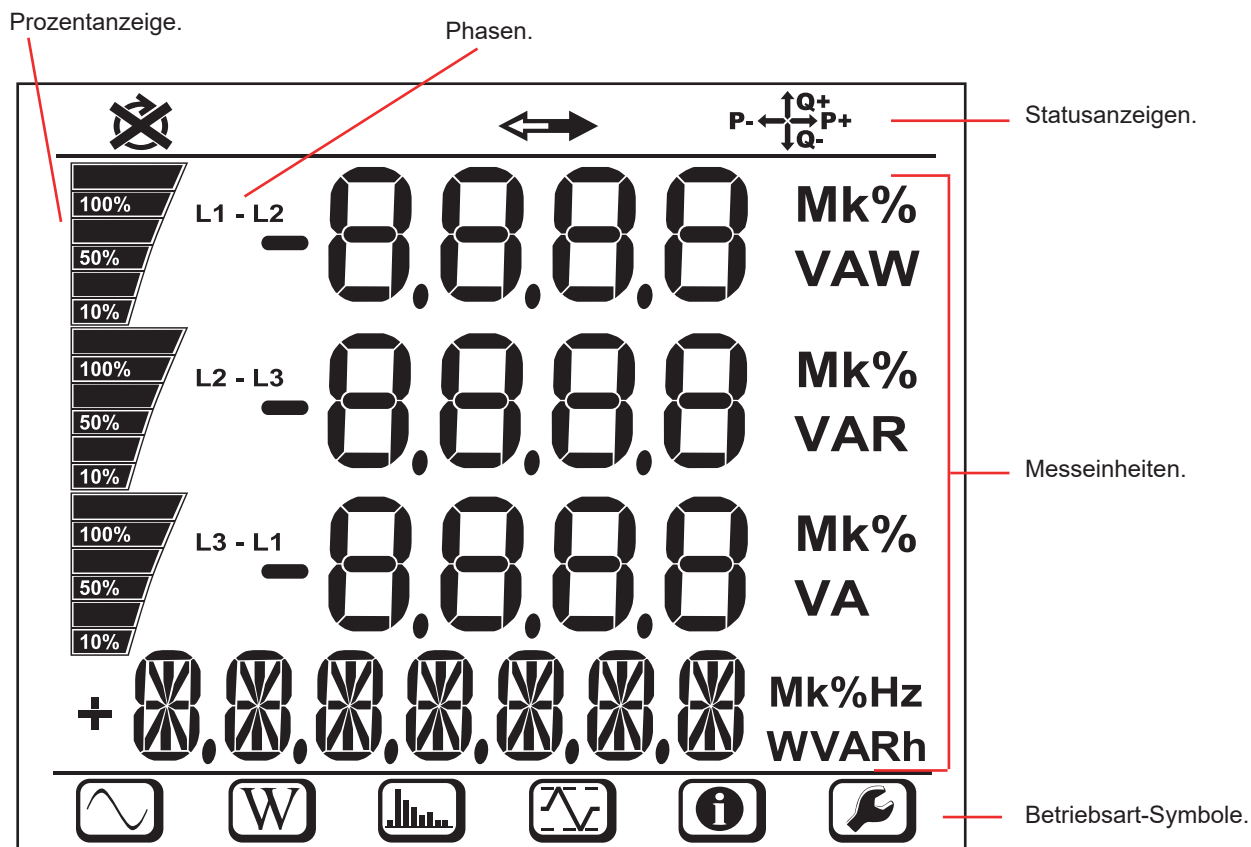


Abbildung 7

Wenn der Benutzer keine Tasten betätigt, wird die Beleuchtung nach 3 Minuten abgeschaltet. Zum Einschalten drückt man eine der Navigationstasten (▲▼◀▶).

Die unteren und oberen Anzeigerahmen geben folgende Informationen:

| Symbol | Beschreibung                                                                                                             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | Umkehrung der Phasenfolge bzw. Phase fehlt (nur bei Dreiphasensystemen und nur im Messmodus, siehe Erklärung dazu unten) |
|        | Daten stehen zum Speichern bereit.                                                                                       |
|        | Identifizieren des Quadranten.                                                                                           |
|        | Messmodus (Ist-Werte). Siehe Abs. 4.3.1.                                                                                 |
|        | Modus Leistung und Energie. Siehe Abs. 4.3.2.                                                                            |
|        | Modus Oberschwingungen. Siehe Abs. 4.3.3.                                                                                |
|        | MAX-Modus. Siehe Abs. 4.3.4.                                                                                             |
|        | Informationsmodus. Siehe Abs. 3.6.                                                                                       |
|        | Modus Konfiguration. Siehe Abs. 3.5.                                                                                     |

Tabelle 3

### Phasenfolge

Das Phasenfolge-Symbol wird nur dann angezeigt, wenn eine Messart gewählt ist.

Die Phasenfolge wird im Sekundentakt festgelegt. Bei Fehlern wird das Symbol  angezeigt.

- Die Phasenfolge der Spannungseingänge wird nur dann angezeigt, wenn die Spannungen erscheinen.
- Die Phasenfolge der Stromeingänge wird nur dann angezeigt, wenn die Ströme erscheinen.
- Die Phasenfolge der Spannungs- und Stromeingänge wird nur dann angezeigt, wenn die Leistungen erscheinen.
- Quelle und Last müssen mit PEL-Transfer eingestellt sein, damit die Energierichtung (importiert bzw. exportiert) definiert werden kann.

## 2.7. SIGNALLAMPEN

| Signallampen | Farbe und Funktion                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | <b>Grüne LED: Netz</b><br>LED leuchtet: Das Gerät ist über die externe Stromversorgung (Netzadapter (Option)) mit dem Stromnetz verbunden<br>LED leuchtet nicht: Das Gerät wird mit Akku betrieben.                                                                |
|              | <b>Orange/Rote LED: Akku</b><br>LED leuchtet nicht: Akku ist geladen.<br>Orange LED leuchtet: Akku wird geladen.<br>Orange LED blinkt: Akku wird nach vollständiger Entladung wieder geladen.<br>Rote LED blinkt: Akku schwach und keine Netzversorgung vorhanden. |
|              | <b>Rote LED: Phasenfolge</b><br>LED leuchtet nicht: Drehrichtung der Phasen ist richtig.<br>LED blinkt: Drehrichtung der Phasen ist nicht richtig.<br>Siehe Abs. 6.2.3.4.                                                                                          |
| <b>OL</b>    | <b>Rote LED: Messbereichsüberschreitung</b><br>LED leuchtet nicht: Kein Overload an den Eingängen.<br>LED blinkt: Überlast an zumindest einem Eingang, eine Leitung fehlt bzw. ist falsch angeschlossen.                                                           |

| Signallampen                                                                       | Farbe und Funktion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>Rote/grüne LED: SD-Karte</b><br>Grüne LED leuchtet: SD-Karte ist OK und nicht gesperrt.<br>Rote LED leuchtet: SD-Karte fehlt bzw. ist gesperrt oder wird nicht erkannt.<br>Rote LED blinkt: SD-Karte wird initialisiert.<br>Rote und grüne LED blinken abwechselnd: SD-Karte ist voll.<br>Hellgrüne LED blinkt: Die SD-Karte wird vor dem Ende der Aufzeichnung voll sein.                                                                                                                         |
|   | <b>Grüne LED: WLAN</b><br>LED leuchtet nicht: WLAN ist nicht aktiviert.<br>LED leuchtet: WLAN ist aktiviert aber sendet nicht.<br>LED blinkt: WLAN-Übertragung läuft.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|   | <b>Grüne und Gelbe LED: Ethernet</b><br>Grüne LED leuchtet nicht: Ethernet ist nicht aktiviert.<br>Grüne LED blinkt: Ethernet ist aktiviert.<br>Gelbe LED leuchtet nicht: Stack nicht ordnungsgemäß initialisiert.<br>Gelbe LED blinkt: Stack ordnungsgemäß initialisiert.<br>Gelbe LED blinkt schnell: neue IP-Adresse wird abgerufen.<br>Gelbe LED blinkt zwei Mal und dann nicht mehr: die vom DHCP-Server zugewiesene IP-Adresse ist ungültig.<br>Gelbe LED leuchtet: Ethernet-Übertragung läuft. |
| <b>REC</b>                                                                         | <b>Rote LED: Aufzeichnung</b><br>LED leuchtet nicht: keine Aufzeichnung.<br>LED blinkt: Aufzeichnung ist in Bereitschaft.<br>LED leuchtet: Aufzeichnung läuft.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | <b>Grün/orange LED: Ein/Aus</b><br>Grüne LED leuchtet: Das Gerät wird über die Spannungseingänge betrieben.<br>Orange LED blinkt: Das Gerät wird mit Akku. Versorgung über die Spannungseingänge ist deaktiviert (siehe Abs. 3.1.4) oder Versorgungsspannung zu schwach.                                                                                                                                                                                                                              |

Tabelle 4

## 2.8. SPEICHERKARTE

Der PEL funktioniert mit FAT32-formatierten SD, SDHC und SDXC-Karten und mit bis zu 32 Gb Kapazität.

PEL wird mit einer formatierten SD-Karte geliefert. Wenn Sie eine neue SD-Karte installieren möchten:

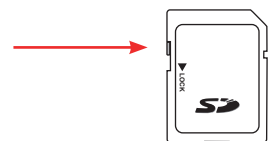
- Elastomerabdeckung öffnen 
- Die SD-Karte in das Gerät drücken und entfernen.



Achtung: SD-Karte nicht herausnehmen solange eine Aufzeichnung läuft.

Sicherstellen, dass die neue SD-Karte nicht gesperrt ist.

- Die SD-Karte vorzugsweise mit PEL-Transfer (siehe Abs. 5) oder mit einem PC formatieren.
- Neue Karte bis zum Anschlag einschieben.
- Elastomerabdeckung wieder anbringen, damit das Gerät dicht bleibt.



## 3. KONFIGURATION

Vor dem Aufzeichnen muss der Logger konfiguriert werden. Gehen Sie zur Programmierung eines PEL folgendermaßen vor:

- Zuerst stellen Sie eine Verbindung her, entweder mit USB, Ethernet oder Wi-Fi.
- Der Anschluss hängt vom Versorgungsnetz ab.
- Die Stromwandler anschließen.
- Gegebenenfalls die Primär- und Sekundär-Nennspannungen festlegen.
- Gegebenenfalls Primär-Nennstrom und Neutralleiter-Primärnennstrom festlegen.
- Den Aggregationszeitraum wählen.

Diese Einstellungen werden im Konfigurationsmodus (siehe Abs. 3.5) oder mit PEL-Transfer (siehe Abs. 5) vorgenommen. Um ungewollte Änderungen zu vermeiden, kann der PEL während der Aufzeichnung bzw. solange Aufzeichnungen in Warteschleife sind nicht programmiert werden.

### 3.1. EIN- UND AUSSCHALTEN DES GERÄTS

#### 3.1.1. EINSCHALTEN

- PEL an eine Steckdose anschließen (mind. 100 VAC bzw. 140 VDC). Das Gerät schaltet sich automatisch ein (wenn die Versorgung über die Spannungseingänge nicht deaktiviert ist, siehe Abs. 3.1.4). Andernfalls die **Ein/Aus**-Taste  mindestens zwei Sekunden lang gedrückt halten. Die GRÜNE Signallampe unter der **Ein/Aus**-Taste leuchtet auf.



Der Akku lädt sich automatisch auf, wenn der PEL an eine Steckdose angeschlossen ist. Ein voll aufgeladener Akku bietet rund 1 Stunde Betriebsautonomie, bei kurzen Pannen und Stromausfällen kann das Gerät also weiterlaufen.

#### 3.1.2. AUSSCHALTEN

Der PEL kann nicht abgeschaltet werden, solange er an eine Stromversorgung angeschlossen ist und solange eine Aufzeichnung läuft bzw. programmiert ist. Diese Funktionsweise ist eine Vorsichtsmaßnahme, die verhindern soll, dass der Benutzer eine Aufzeichnung unabsichtlich oder fehlerbedingt beendet.

Der PEL schaltet je nach Einstellung nach 3, 10 oder 15 Minuten automatisch ab, wenn keine Stromversorgung mehr vorliegt und die Aufzeichnung beendet ist.

Ausschalten des PEL:

- Alle Eingangsanschlüsse entfernen und das Netzkabel vom Netzanschluss abnehmen.
- **Ein/Aus**-Taste länger als zwei Sekunden drücken, bis alle Signallampen aufleuchten, dann loslassen.
- Jetzt schaltet der PEL ab und alle Signallampen und die Anzeige erlöschen.

#### 3.1.3. AUTOMATISCHER SCHLAFMODUS

Das Gerät schaltet sich nach drei Minuten in den Standby-Modus, wenn der Benutzer nichts tut (diese Zeitspanne kann über die Anwendungssoftware PEL-Transfer auf 3, 10 oder 15 Minuten eingestellt werden). Es führt dann zwar weiterhin Messungen durch, diese werden aber nicht mehr angezeigt. Der automatische Schlafmodus kann ausgesetzt werden.

Die blaue Hintergrundbeleuchtung des Bildschirms schaltet sich beim Einschalten ein. Nach drei Minuten schaltet die Bildschirmbeleuchtung ab. Sobald man eine Taste betätigt, leuchtet der Bildschirm wieder auf.

#### 3.1.4. VERSORGUNG ÜBER DIE SPANNUNGSEINGÄNGE DEAKTIVIEREN

Die Versorgung durch die Spannungseingänge verbraucht 10 bis 15 W. Manche Spannungsgeneratoren tragen diese Last nicht. Das gilt zum Beispiel für Spannungskalibratoren und kapazitive Spannungsteiler. Wenn Sie Messungen an solchen Geräten durchführen wollen, ist es notwendig, die Stromversorgung des Geräts durch die Spannungseingänge zu deaktivieren.

So deaktivieren Sie die Stromversorgung des Gerätes durch die Spannungseingänge: Drücken Sie gleichzeitig die **Wahltaste**



und **Ein/Aus**-Taste



für mehr als 2 Sekunden. Die **Ein/Aus**-Taste blinkt orange.

Um das Gerät zu versorgen und den Akku aufzuladen, ist es danach notwendig, das Netzteil (Option) zu verwenden (siehe Abs. 1.2).

### 3.2. AKKULADUNG

Der Akku lädt sich automatisch auf, wenn der PEL an eine Steckdose angeschlossen ist. Wenn die Versorgung über die Spannungseingänge deaktiviert wurde (siehe oben), muss das optionale Netzteil verwendet werden.

110 - 250 V  
50 / 60 Hz

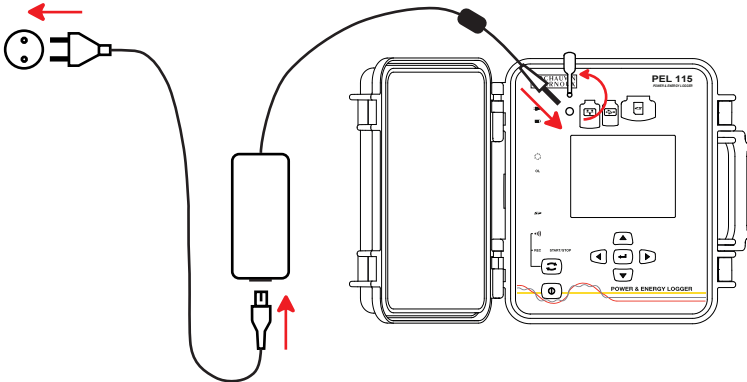


Abbildung 8

- Nehmen Sie zuerst den Elastomer-Schutzstöpsel vom Versorgungsanschluss ab.
- Schließen Sie das Netzteil an Gerät und Netz an.

Das Gerät startet.

Die Signallampe  leuchtet, bis der Akku ganz aufgeladen ist.

### 3.3. VERBINDUNG ÜBER USB ODER LAN ETHERNET

Über USB und Ethernet kann PEL mit einem Computer verbunden werden, wo man es mit der PEL-Transfer-Software konfigurieren, die Messungen anzeigen und Aufzeichnungsdaten herunterladen kann.

- Nehmen Sie zuerst den Elastomer-Schutzstöpsel vom Anschluss ab.
- Stecken Sie das USB-Kabel oder ein Ethernet-Kabel (nicht mitgeliefert) am Gerät und dem PC an.



Vor dem Anschluss des USB-Kabels installieren Sie die Treiber, die mit der PEL-Transfer-Software (siehe Abs. 5) geliefert wurden.

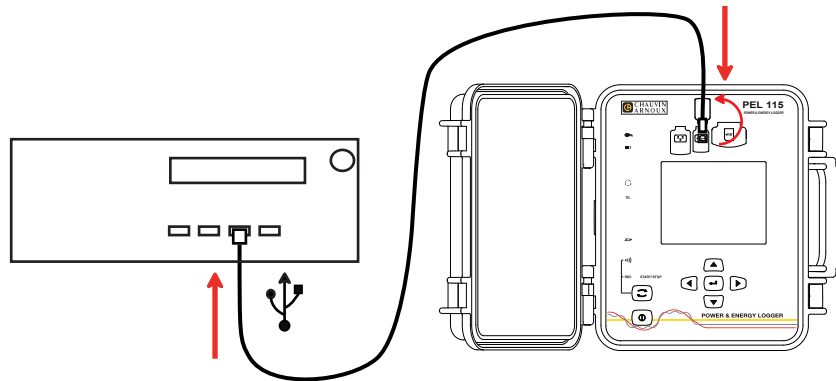


Abbildung 9

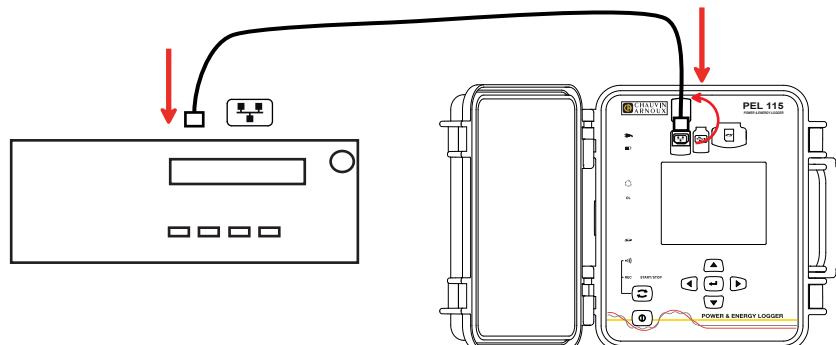


Abbildung 10

Unabhängig von der gewählten Verbindung öffnen Sie die PEL-Transfer-Software (siehe Abs. 5), um das Gerät an den PC anzuschließen.



Durch den Anschluss eines USB- oder Ethernet-Kabels wird das Gerät weder eingeschaltet noch der Akku geladen.

Der PEL hat eine IP-Adresse für die LAN Ethernet Verbindung.

Wenn bei der Gerätekfiguration mit PEL-Transfer das Feld „DHCP einschalten“ (Dynamische IP-Adresse) angekreuzt ist, fordert das Gerät beim DHCP-Server des Netzes automatisch eine IP-Adresse an.

Internetprotokoll: UDP oder TCP. Standardmäßig wird Anschluss 3041 verwendet. Über PEL-Transfer kann zugelassen werden, dass der PC über einen Router an mehrere Geräte angeschlossen wird.

Wenn DHCP gewählt ist und der DHCP-Server nicht innerhalb von 60 Sekunden gefunden wird, steht auch ein Auto-Modus IP-Adresse zur Verfügung. Die Standardadresse des PEL ist 169.254.0.100. Der Auto-Modus IP-Adresse ist mit APIPA kompatibel. Allerdings kann dann ein Kreuzkabel erforderlich sein.



Wenn gerade eine LAN Ethernet-Verbindung aktiv ist, können die Netzwerkeinstellungen zwar geändert werden, allerdings wird dadurch die Verbindung unterbrochen. Verwenden Sie dazu am besten eine USB-Verbindung.

### 3.4. VERBINDUNG ÜBER WI-FI

Über diese Verbindung kann das Gerät an Computer, Smartphone oder Tablet angeschlossen werden, wo man es mit der PEL-Transfer-Software konfigurieren, die Messungen anzeigen und Aufzeichnungsdaten herunterladen kann.

- Drücken Sie die **Wahltaste**  und halten Sie sie. Die Signallampen **REC** und **•••••** leuchten hintereinander je 3 Sek. lang.
- Lassen Sie die **Wahltaste**  los, während die Signallampe der gewünschten Funktion leuchtet.
  - Wenn Sie also loslassen, während **REC** leuchtet, dann wird die Aufzeichnung gestartet bzw. gestoppt.
  - Wenn Sie loslassen, während **•••••** leuchtet, dann wird Wi-Fi aktiviert bzw. deaktiviert.



Wenn Sie die **Auswahltaste** drücken und die **REC**-Anzeigeleuchte blinkt, bedeutet das, dass die **Auswahltaste** gesperrt ist. Zum Freigeben der Auswahltaste benötigen Sie die PEL-Software.

Das Gerät übermittelt die Daten:

- direkt an einen PC, mit dem es über Wi-Fi verbunden ist,
- über einen von Chauvin Arnoux gehosteten IRD-Server (DataViewSync™). Um sie auf Ihrem PC empfangen zu können, müssen Sie den IRD-Server (DataViewSync™) in PEL Transfer aktivieren und eine Ethernet- oder Wi-Fi-Verbindung auswählen.

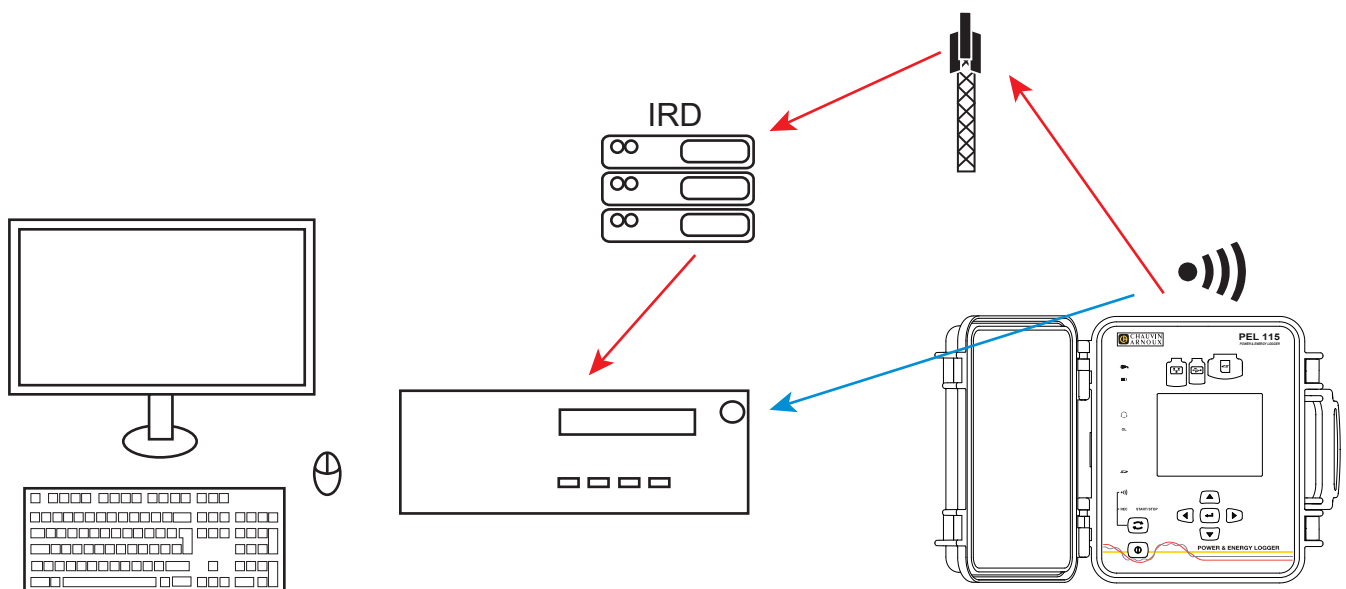


Abbildung 11

3.5. GERÄTEKONFIGURATION

Es ist möglich, einige wichtige Funktionen direkt am Gerät zu konfigurieren. Für eine umfassende Konfiguration verwenden Sie die PEL-Transfer-Software (siehe Abs. 5).

Um den Konfigurationsmodus am Gerät aufzurufen drücken Sie die Tasten ◀ oder ▶ bis das Symbol  markiert ist.

Der folgende Bildschirm wird angezeigt.

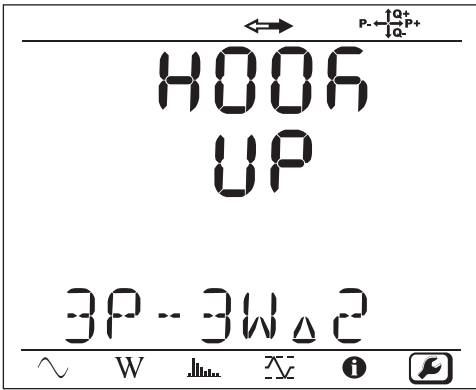


Abbildung 12

 Wenn der PEL gerade über die PEL-Transfer-Software konfiguriert wird, ist es nicht möglich, den Konfigurationsmodus auf dem Gerät aufzurufen. Sollte man es dennoch versuchen, wird auf dem Gerät **LOCK** angezeigt.

3.5.1. NETZTYPE

Um das Netzwerk zu ändern drücken Sie die **Eingabetaste** . Der Name des Versorgungsnetzes blinkt. Verwenden Sie Tasten ▲ und ▼, um ein anderes Netz aus der folgenden Liste zu wählen.

| Bezeichnung | Netz                                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------|
| 1P-2W       | Einphasig 2 Leiter                                        |
| 1P-3W       | Einphasig 3 Leiter                                        |
| 3P-3WΔ2     | Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler)                   |
| 3P-3WΔ3     | Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 3 Stromwandler)                   |
| 3P-3WΔb     | Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch                         |
| 3P-4WY      | Dreiphasig 4 Leiter Y                                     |
| 3P-4WYb     | Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (Spannungsmessung, fix) |
| 3P-4WY2     | Dreiphasig 4 Leiter Y 2½                                  |
| 3P-4WΔ      | Dreiphasig 4 Leiter Δ                                     |
| 3P-3WY2     | Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)                   |
| 3P-3WY3     | Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)                   |
| 3P-3WO2     | Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler)           |
| 3P-3WO3     | Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)           |
| 3P-4WO      | Dreiphasig 4 Leiter (offenes Δ)                           |
| dC-2W       | DC 2 Leiter                                               |
| dC-3W       | DC 3 Leiter                                               |
| dC-4W       | DC 4 Leiter                                               |

Tabelle 5

Bestätigen Sie Ihre Wahl mit der Taste **Eingabe** .

### 3.5.2. STROMWANDLER

Stromwandler an das Gerät anschließen.

Diese werden vom Gerät automatisch erkannt. Gesucht wird der Stromwandler zuerst an Buchse I1. Wenn diese unbelegt ist, wird der Stromwandler an Buchse I2, dann an Buchse I3 erfasst. Wenn das gewählte Netzwerk über einen Stromwandler an N verfügt, wird auch an Buchse IN erfasst.

Sobald die Stromwandler erfasst sind, zeigt das Gerät ihr Verhältnis an.



Alle Stromwandler müssen vom selben Typ sein, nur der Stromwandler für den Neutralstrom darf abweichen. Andernfalls wird nur das Modell an I1 zur Auswahl der Stromwandler verwendet.

### 3.5.3. PRIMÄR-NENNSPANNUNG

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

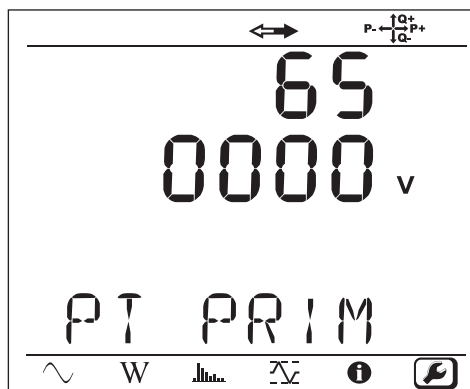


Abbildung 13

Ändern der Primär-Nennspannung mit der **Eingabetaste** . Mit den Tasten ▲, ▼, ◀ und ▶ den Spannungswert zwischen 50 und 650 000 V einstellen. Bestätigen Sie Ihre Wahl mit der **Eingabetaste** .

### 3.5.4. SEKUNDÄR-NENNSPANNUNG

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

Ändern der Sekundär-Nennspannung mit der **Eingabetaste** . Mit den Tasten ▲, ▼, ◀ und ▶ den Spannungswert zwischen 50 und 1 000V einstellen. Bestätigen Sie Ihre Wahl mit der **Eingabetaste** .

### 3.5.5. PRIMÄR-NENNSTROM

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

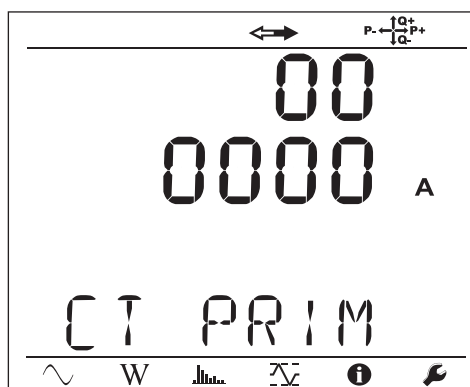


Abbildung 14

Geben Sie den Primär-Nennstrom ein, der ihrem Stromwandlertyp (MiniFlex/AmpFlex®, MN-Zange, Adapter) entspricht. Dazu drücken Sie die **Eingabetaste** . Mit den Tasten ▲, ▼, ◀ und ▶ wird der Stromwert geändert.

- AmpFlex® A196A oder A193 und MiniFlex MA194 oder MA196: 100, 400, 2 000 oder 10 000A (je nach Stromwandler)
- Zange PAC93 und Zange C193: automatisch (1 000A)
- Zange MN93A Messbereich 5A, Adapter 5A: 5 bis 25 000A
- Zange MN93A Messbereich 100A: automatisch (100A)
- Zange MN93: automatisch (200A)
- Zange E94: 10 oder 100A
- Zange J93: automatisch (3 500 A)

Bestätigen Sie den Wert mit der **Eingabetaste** .

### 3.5.6. NEUTRALLEITER-PRIMÄRNENNSTROM

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

Wenn an der Neutralstrombuchse ein Stromwandler angeschlossen ist, geben Sie wie oben beschrieben den entsprechenden Primärnennstrom ein.

### 3.5.7. AGGREGATIONSZEITRAUM

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

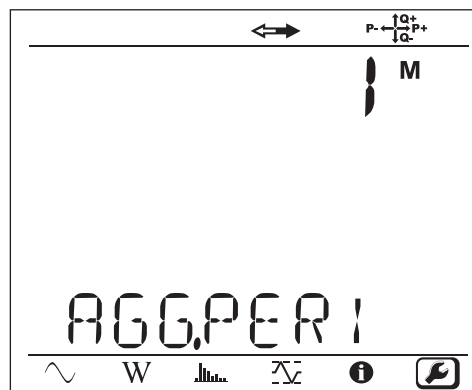


Abbildung 15

Ändern Sie den Aggregationszeitraum mit der **Eingabetaste** . Mit den Tasten ▲ und ▼ wird der Wert geändert (1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 und 60 min).

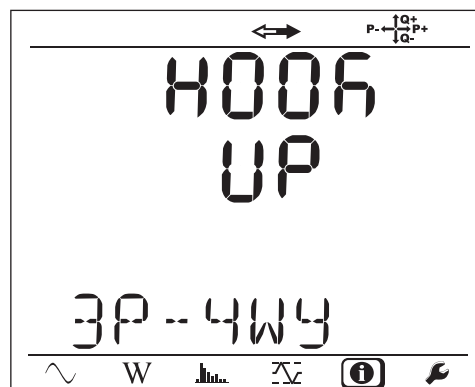
Bestätigen Sie Ihre Wahl mit der **Eingabetaste** .

### 3.6. INFORMATION

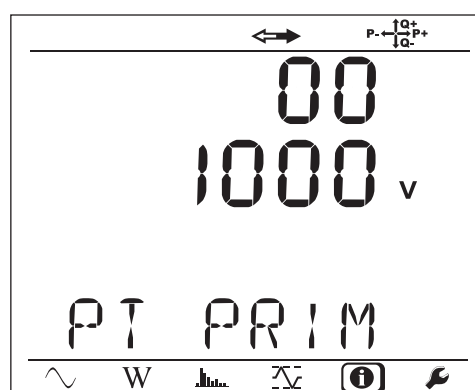
Um den Informationsmodus am Gerät aufzurufen drücken Sie die Tasten ◀ oder ▶ bis das Symbol  markiert ist.

Mit den Tasten ▲ und ▼ scrollen Sie durch die Geräteinformationen:

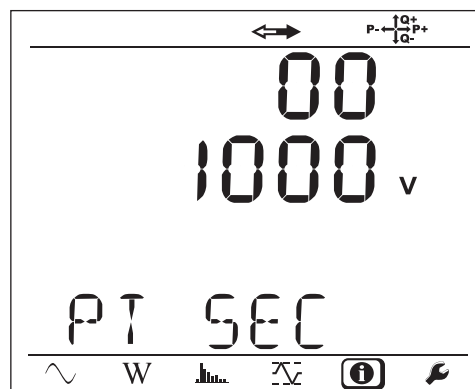
#### ■ Netztype



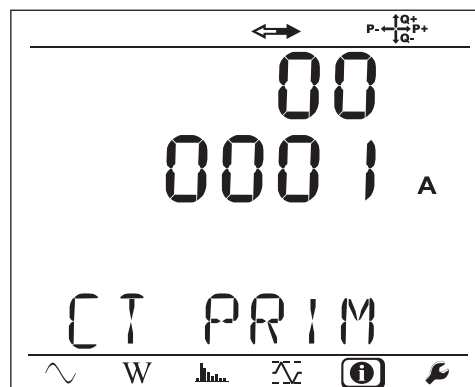
#### ■ Primär-Nennspannung



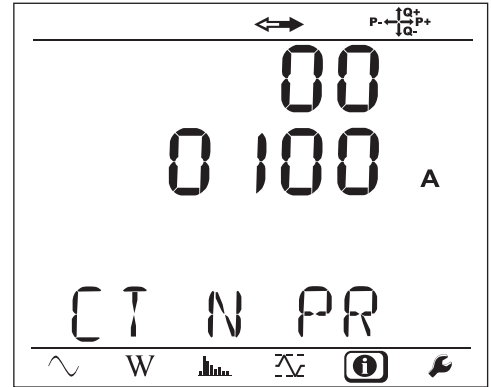
#### ■ Sekundär-Nennspannung



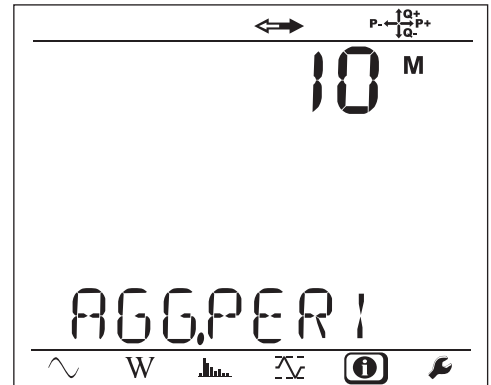
#### ■ Primär-Nennstrom



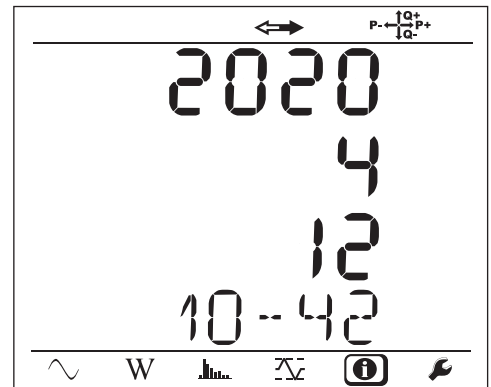
- Neutralleiter-Primärnennstrom (wenn ein Stromwandler an  $I_N$  angeschlossen ist)



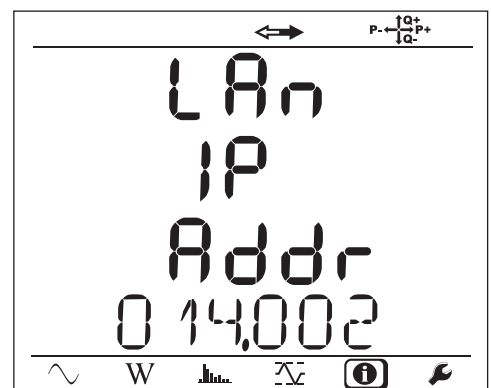
- Aggregationszeitraum



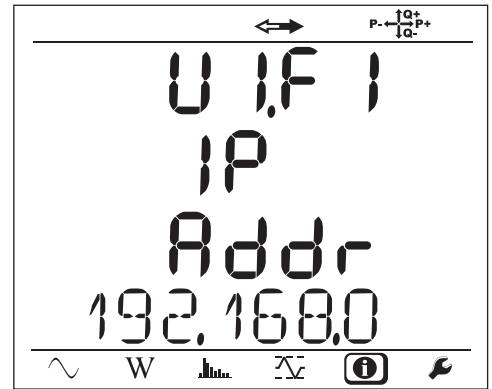
- Datum und Uhrzeit



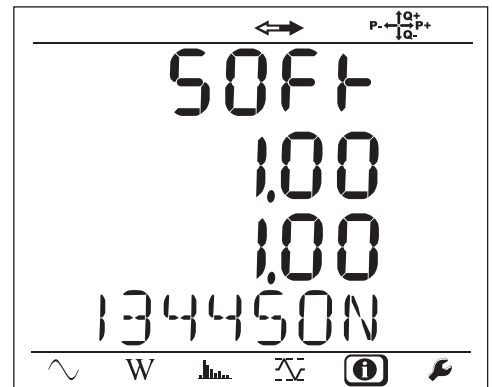
- IP-Adresse (ablaufend)



- Wi-Fi-Adresse (ablaufend)



- Programmversion
  - 1. Zahl = Software-Version 'DSP'
  - 2. Zahl = Software-Version 'Mikroprozessor'
  - Seriennummer (ablaufend) (auch auf dem QR-Code-Etikett des Gerätes innen im PEL-Deckel zu finden)



Wenn die **Eingabetaste** und **Navigationstaste** 3 Minuten lang nicht betätigt werden, stellt die Anzeige auf den Messbildschirm zurück .

## 4. VERWENDUNG

Das Gerät ist einsatzbereit, sobald es fertig konfiguriert ist;

### 4.1. VERSORGUNGSNETZE UND PEL-ANSCHLÜSSE

Wie Messleitungen für Spannung und Stromwandler an die Anlage angeschlossen werden, hängt vom jeweiligen Versorgungsnetz ab, und wird hier beschrieben. Auch muss der PEL für das gewählte Versorgungsnetz konfiguriert werden (siehe Abs. 3.5).



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

Die Stromrichtung (I1, I2 oder I3) kann man jedoch nach Abschluss und Übertragen der Aufzeichnung auf einen PC mit Hilfe der PEL-Transfer-Software ändern. Dadurch ist es möglich, die Leistungsberechnungen zu korrigieren.

Die Krokodilklemmen können auf die Spannungsdrähte angeschraubt werden, um die Dichtheit der Gruppe (Gerät und Leitungen) zu gewährleisten.



Bei Messungen mit Neutraleiter kann der Strom mit einem Stromwandler gemessen bzw. berechnet werden, wenn kein Wandler vorhanden ist..

#### 4.1.1. EINPHASIG 2 LEITER: 1P-2W

- Messleitung N an Neutraleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen (optional bei dieser Netztype).
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler IN an den gemeinsamen Leiter anschließen (optional bei dieser Netztype).



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

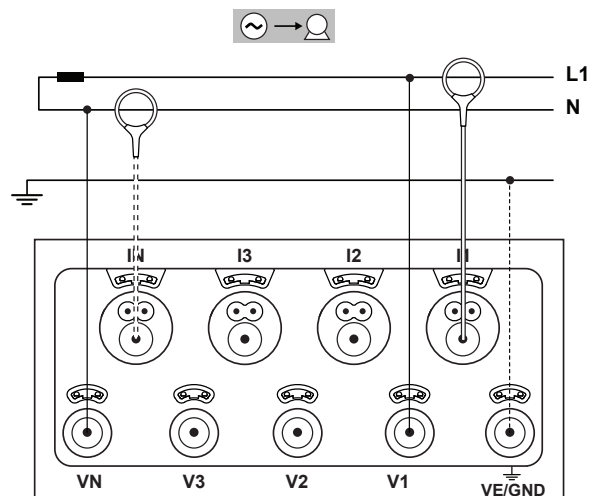


Abbildung 16

#### 4.1.2. ZWEIFHASIG 3 LEITER (ZWEIFHASIG AB TRANSFORMATOR MIT MITTELANZAPFUNG): 1P-3W

- Messleitung N an Neutraleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen (optional bei dieser Netztype).
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler IN an Neutraleiter anschließen (optional bei dieser Netztype).
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

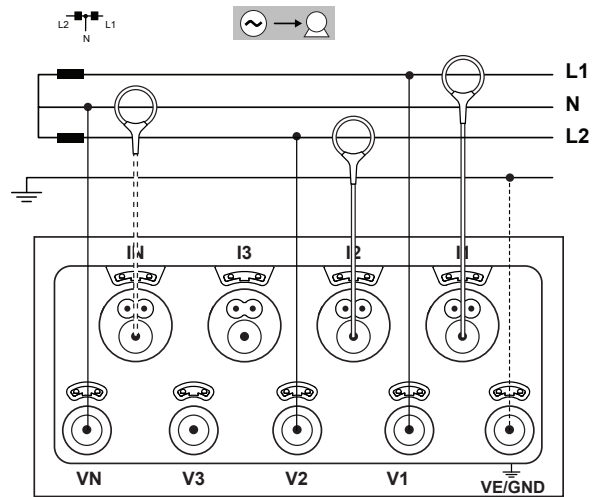


Abbildung 17

#### 4.1.3. DREIPHASENNETZE MIT 3 LEITERN

##### 4.1.3.1. Dreiphasig 3 Leiter ( $\Delta$ , 2 Stromwandler): 3P-3W $\Delta$ 2

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

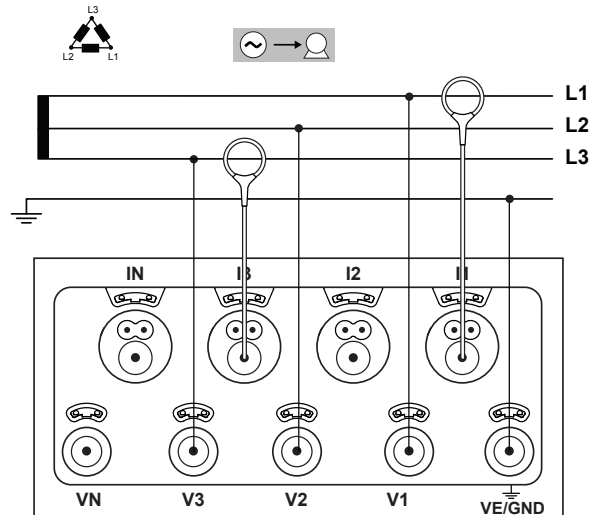


Abbildung 18

##### 4.1.3.2. Dreiphasig 3 Leiter ( $\Delta$ 3 Stromwandler): 3P-3W $\Delta$ 3

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

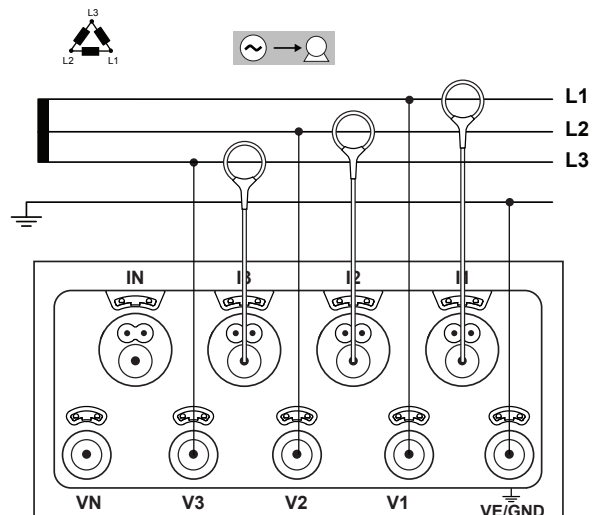


Abbildung 19

#### 4.1.3.3. Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 2 Stromwandler): 3P-3W02

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

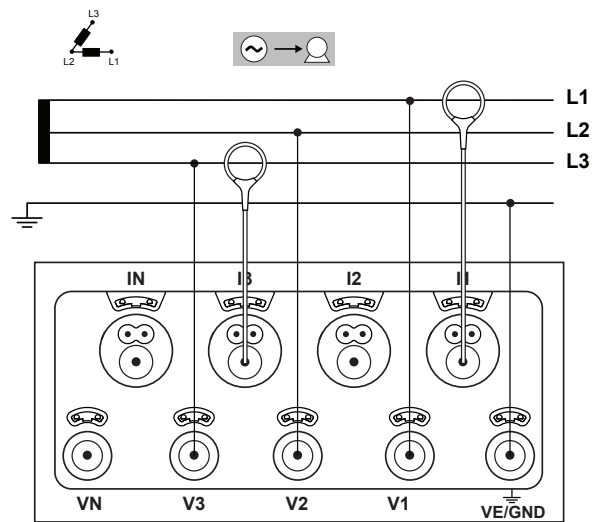


Abbildung 20

#### 4.1.3.4. Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler): 3P-3W03

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

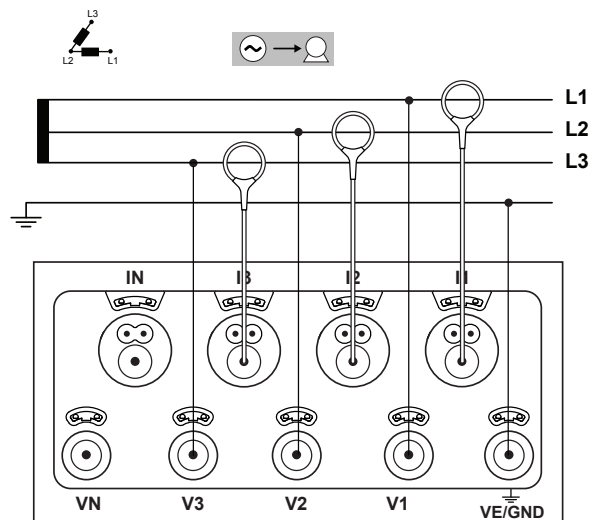


Abbildung 21

#### 4.1.3.5. Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler): 3P-3WY2

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

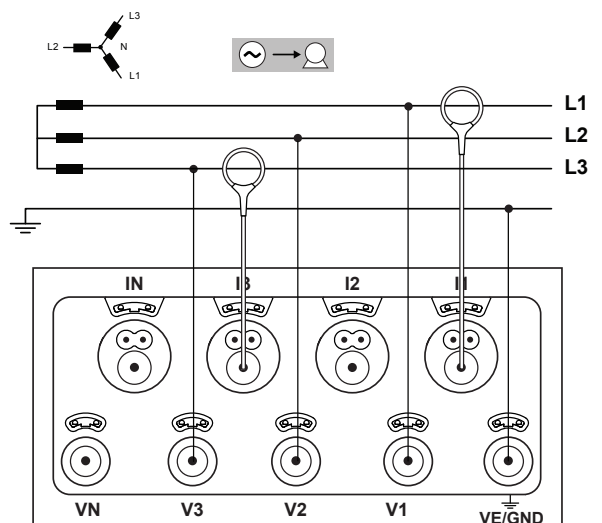


Abbildung 22

#### 4.1.3.6. Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler): 3P-3WY

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

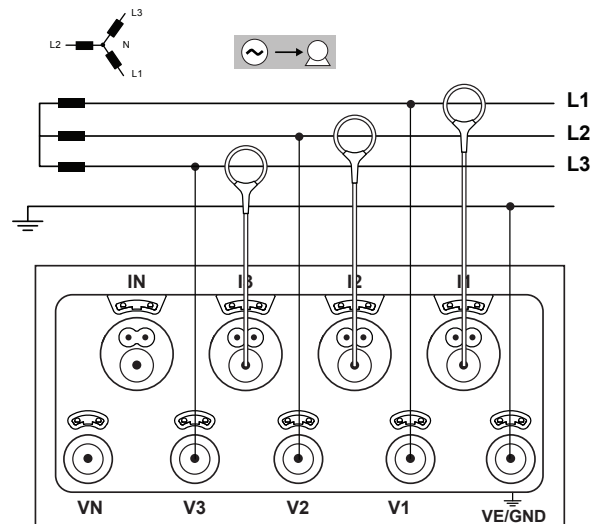


Abbildung 23

#### 4.1.3.7. Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, symmetrisch, 1 Stromwandler): 3P-3WΔB

- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

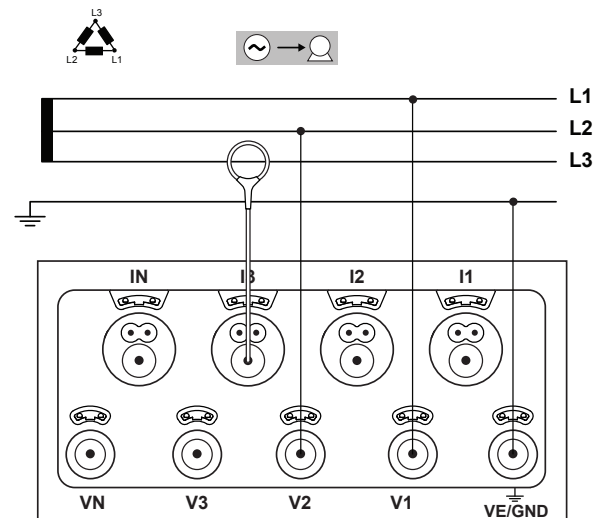


Abbildung 24

#### 4.1.4. DREIPHASENNETZE MIT 4 LEITERN Y

##### 4.1.4.1. Dreiphasig 4 Leiter Y (4 Stromwandler): 3P-4WY

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler IN an Neutralleiter anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

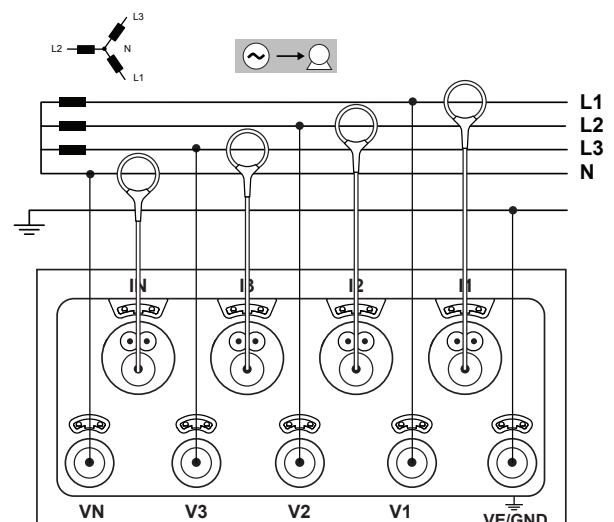


Abbildung 25

#### 4.1.4.2. Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (2 Stromwandler): 3P-4WYB

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler IN an Neutralleiter anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

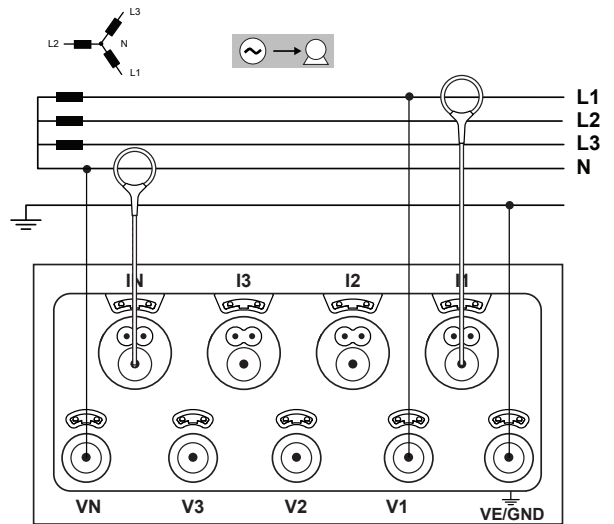


Abbildung 26

#### 4.1.4.3. Dreiphasig 4 Leiter Y (2,5 Elemente) (4 Stromwandler): 3P-4WY2

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler IN an Neutralleiter anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

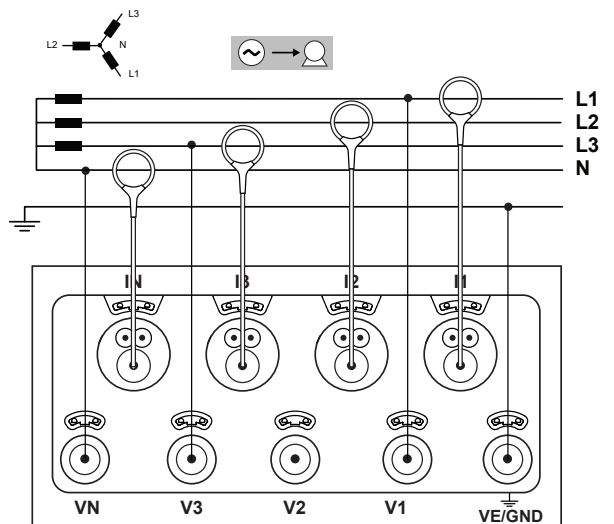


Abbildung 27

#### 4.1.5. DREIPHASIG 4 LEITER $\Delta$

4-Leiter-Dreiphasen-Anordnung  $\Delta$  (Dreieck „High Leg“). denn bei den gemessenen Anlagen sollte es sich um NS-Netze handeln (Niederspannung).

##### 4.1.5.1. Dreiphasig 4 Leiter $\Delta$ (4 Stromwandler): 3P-4W $\Delta$

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler IN an Neutralleiter anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

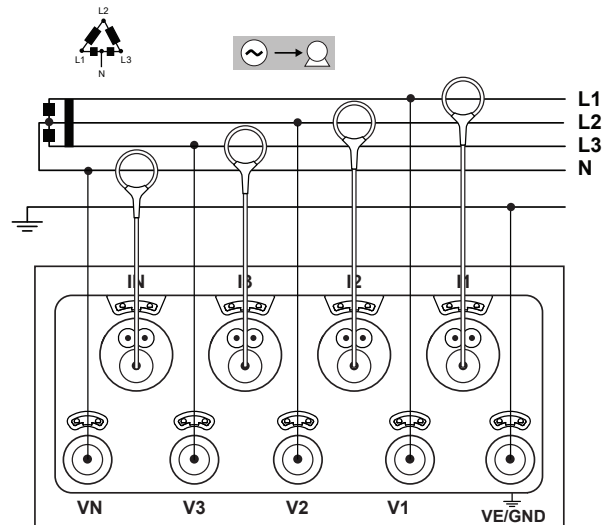


Abbildung 28

##### 4.1.5.2. Dreiphasig 4 Leiter (offenes $\Delta$ ) (4 Stromwandler): 3P-4W0

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen.
- Stromwandler IN an Neutralleiter anschließen.
- Stromwandler I1 an Phasenleiter L1 anschließen.
- Stromwandler I2 an Phasenleiter L2 anschließen.
- Stromwandler I3 an Phasenleiter L3 anschließen.



Am Wandler die Pfeilrichtung prüfen, der Pfeil muss zur Last (Load) weisen. Dadurch wird der richtige Phasenwinkel für die Leistungsmessung und sonstige phasenabhängige Messungen sichergestellt.

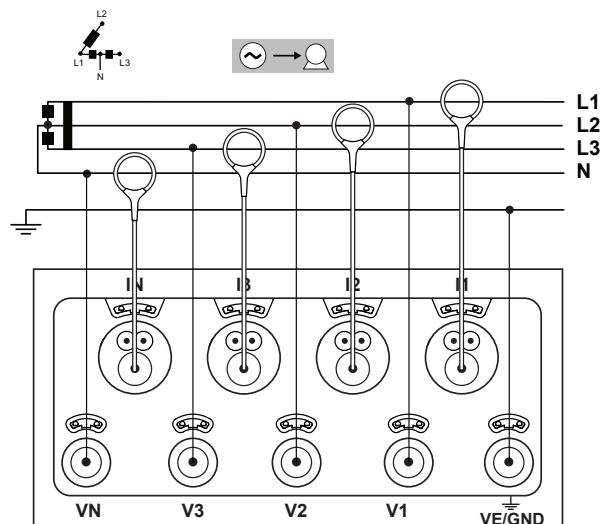


Abbildung 29



## 4.2. AUFZEICHNUNG

Aufzeichnung starten:

- Die nicht gesperrte SD-Karte mit freiem Speicherplatz muss im PEL-Gerät sein.
- Drücken Sie die **Wahltaste**  und halten Sie sie. Die Signallampen **REC** und  leuchten hintereinander je 3 Sek. lang.
- Lassen Sie die **Wahltaste**  los, während die Signallampe **REC** leuchtet. Daraufhin startet die Aufzeichnung und die Signallampe **REC** blinkt alle 5 sec zwei Mal.

Beendet wird die Aufzeichnung auf dieselbe Weise. Die Signallampe **REC** blinkt alle 5 sec ein Mal.

Die Aufzeichnungen können auch mit Hilfe der PEL-Transfer-Software gesteuert werden (siehe Abs. 5).

Im Falle eines Stromausfalls bei dem das Gerät abgeschaltet wird, wird beim nächsten Anschalten des Gerätes die Messkampagne neu gestartet.

## 4.3. ANZEIGE VON MESSUNGEN

Der PEL bietet vier verschiedene Anzeigearten, die unten auf der Anzeige als Symbole dargestellt sind. Zum Umschalten zwischen den Anzeigeformen verwenden Sie die Tasten ◀ oder ▶.

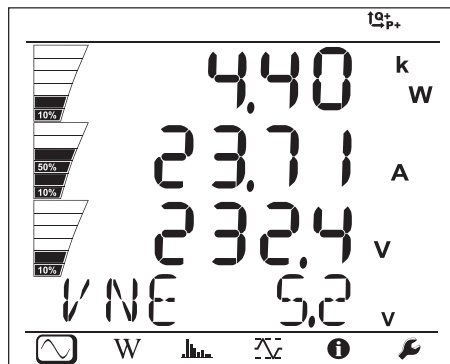
| Symbol                                                                              | Anzeigemodus                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Anzeige von Ist-Werten: Spannung V, Strom A, Wirkleistung P, Blindleistung Q, Scheinleistung, Frequenz f, Leistungsfaktor PF, $\tan \Phi$ . |
|    | Anzeige der Energie- und Leistungswerte: Wirkenergie der Last Wh, Blindenergie der Last Varh, Scheinenergie der Last VAh.                   |
|  | Anzeige von Oberschwingungen (Strom- und Spannung).                                                                                         |
|  | Anzeige der Höchstwerte: Anzeige der Höchstwerte: aggregierte Maximalwerte der letzten Aufzeichnung (Messungen und Energie).                |

Zur Verfügung stehen die Anzeigen sofort beim Einschalten des PEL, die Werte liegen jedoch bei Null. Sobald Spannung oder Strom an den Eingängen erfasst wird, werden die entsprechenden Werte angezeigt.

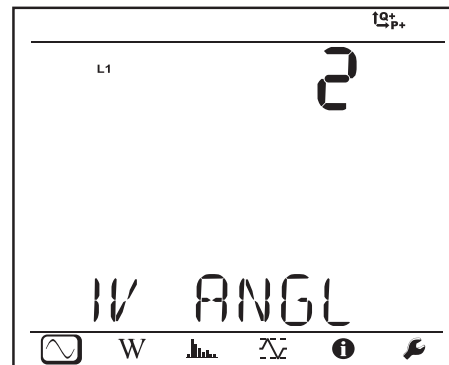
#### 4.3.1. MESSMODUS

Die Anzeige hängt vom Versorgungsnetz ab. Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

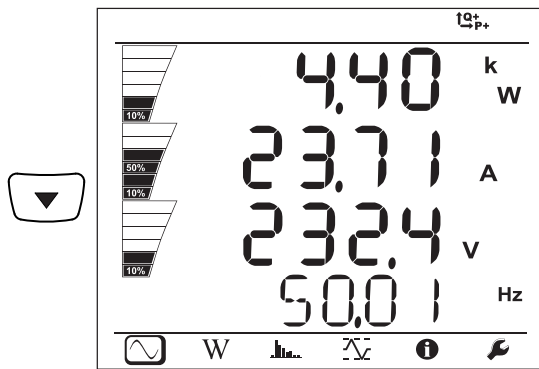
##### Einphasig 2 Leiter (1P-2W)



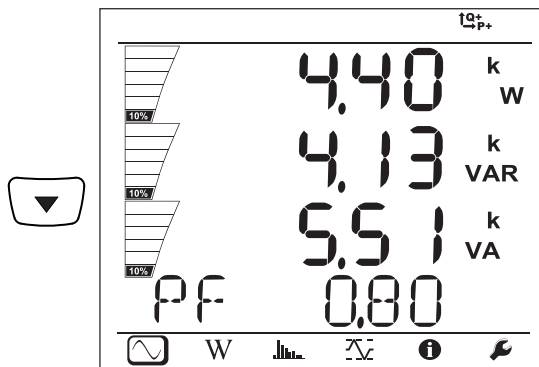
P  
I  
V  
V<sub>N</sub>



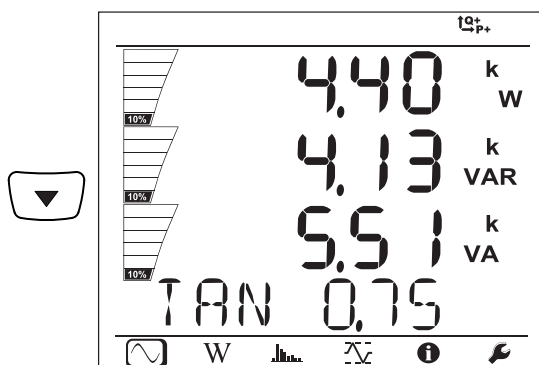
$\phi(I_1, V_1)$



P  
I  
V  
f

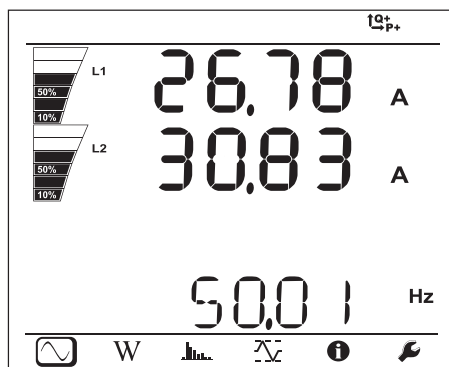


P  
Q  
S  
PF



P  
Q  
S  
tan  $\phi$

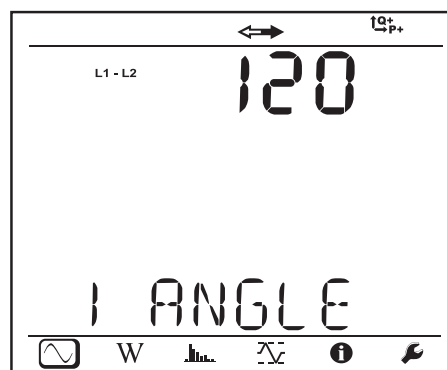
## Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)



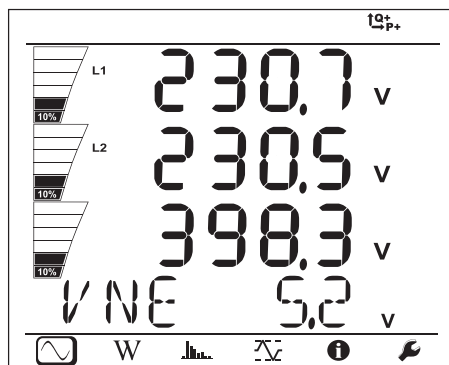
I<sub>1</sub>

I<sub>2</sub>

f



$\phi(I_2, I_1)$

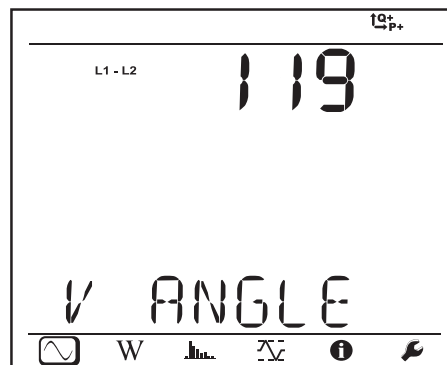


V<sub>1</sub>

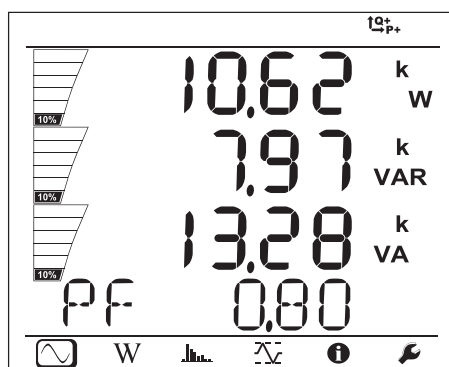
V<sub>2</sub>

U<sub>12</sub>

V<sub>N</sub>



$\phi(V_2, V_1)$

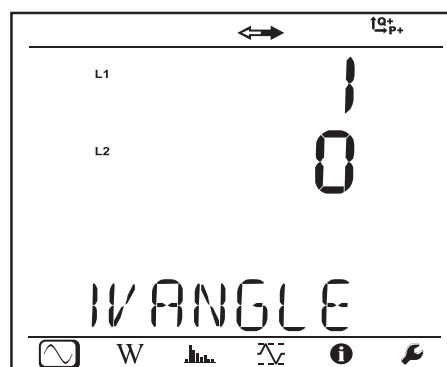


P

Q

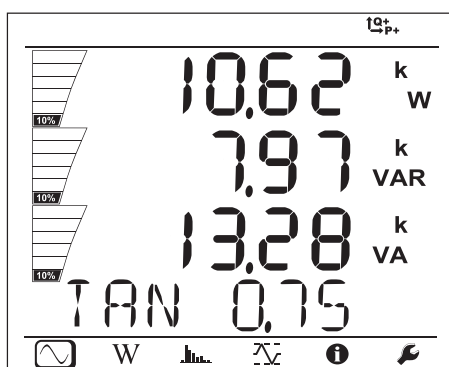
S

PF



$\phi(I_1, V_1)$

$\phi(I_2, V_2)$



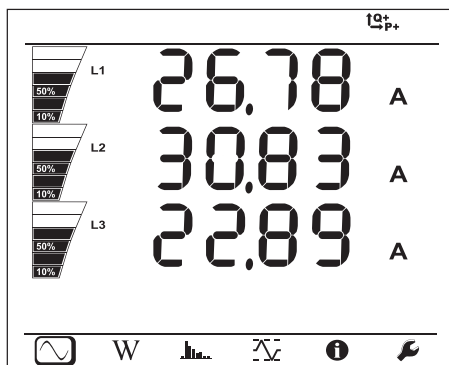
P

Q

S

tan  $\phi$

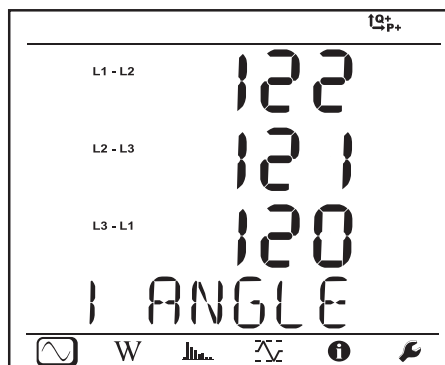
Dreiphasig 3 Leiter, nicht symmetrisch (3P-3WΔ2, 3P-3WΔ3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)



$I_1$

$I_2$

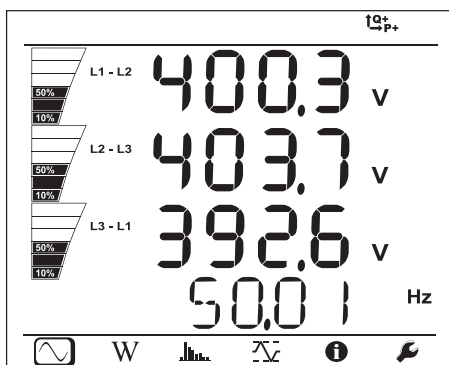
$I_3$



$\varphi(I_2, I_1)$

$\varphi(I_3, I_2)$

$\varphi(I_1, I_3)$

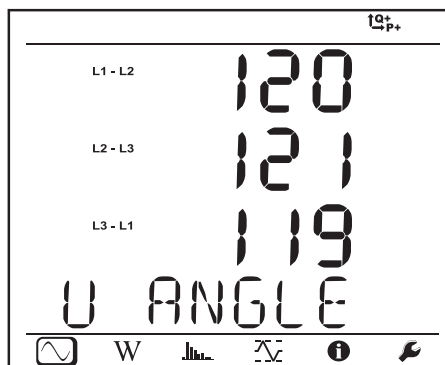


$U_{12}$

$U_{23}$

$U_{31}$

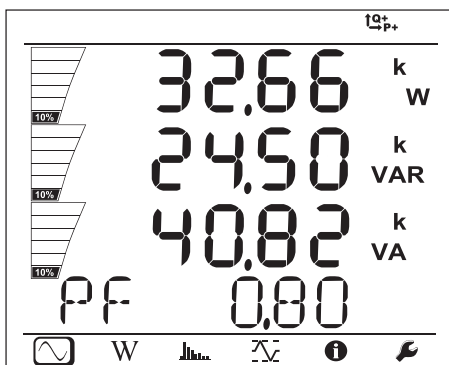
f



$\varphi(U_{31}, U_{23})$

$\varphi(U_{12}, U_{31})$

$\varphi(U_{23}, U_{12})$

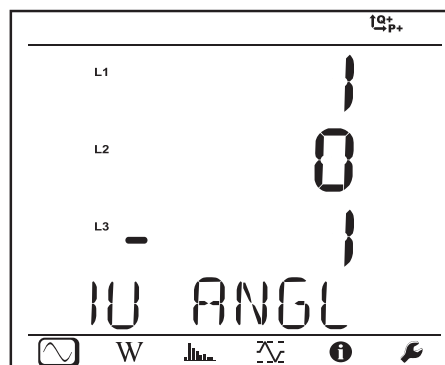


P

Q

S

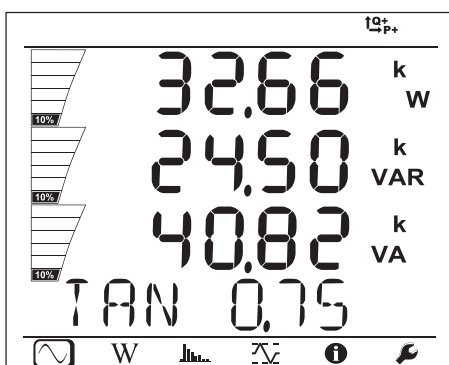
PF



$\varphi(I_1, U_{12})$

$\varphi(I_2, U_{23})$

$\varphi(I_3, U_{31})$



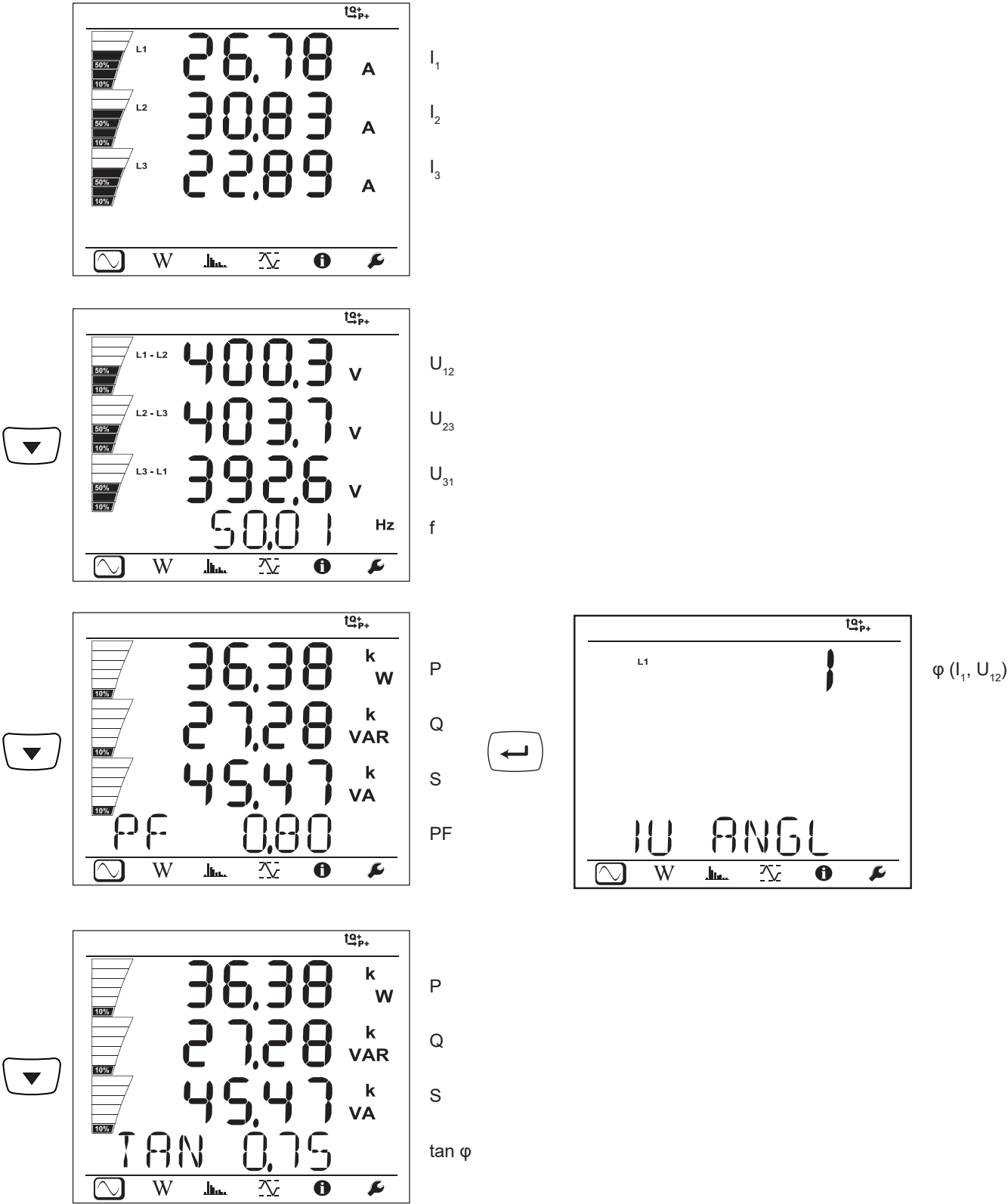
P

Q

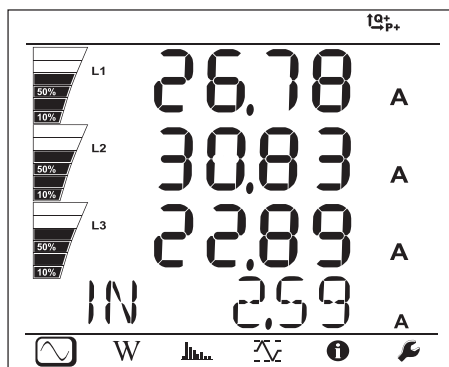
S

$\tan \varphi$

Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch (3P-3WΔb)



Dreiphasig 4 Leiter, nicht symmetrisch (3P-4WY, 3P-4WY2, 3P-4WΔ, 3P-4WO)

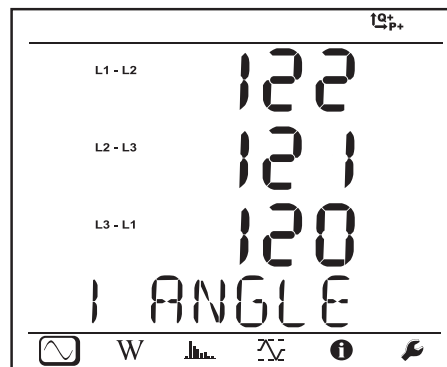


$I_1$

$I_2$

$I_3$

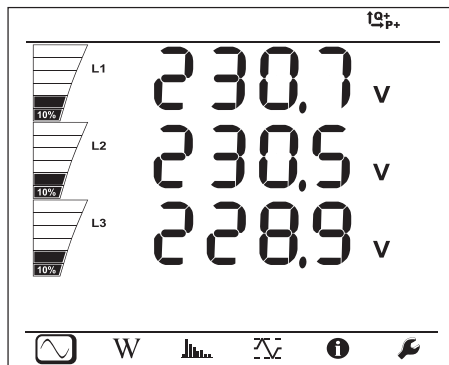
$I_N$



$\varphi(I_2, I_1)$

$\varphi(I_3, I_2)$

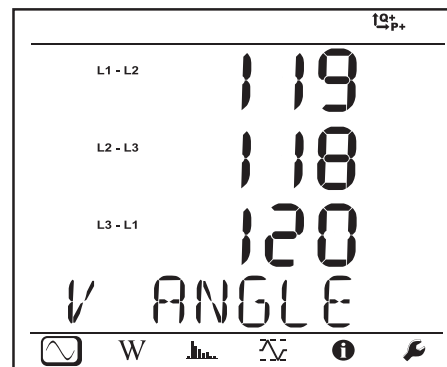
$\varphi(I_1, I_3)$



$V_1$

$V_2$

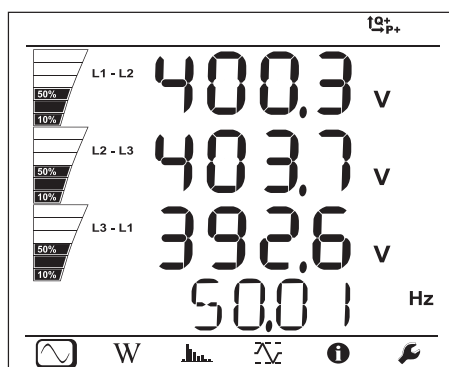
$V_3$



$\varphi(V_2, V_1)^*$

$\varphi(V_3, V_2)^*$

$\varphi(V_1, V_3)$

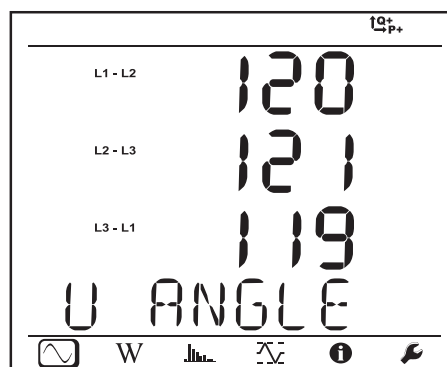


$U_{12}$

$U_{23}$

$U_{31}$

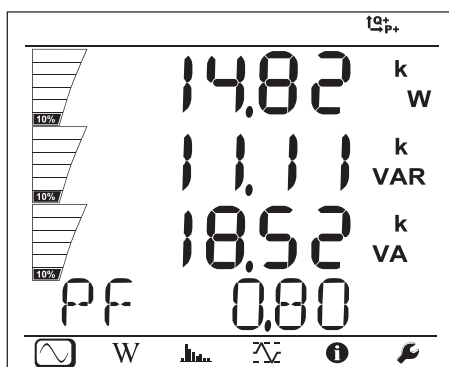
f



$\varphi(U_{31}, U_{23})$

$\varphi(U_{12}, U_{31})$

$\varphi(U_{23}, U_{12})$

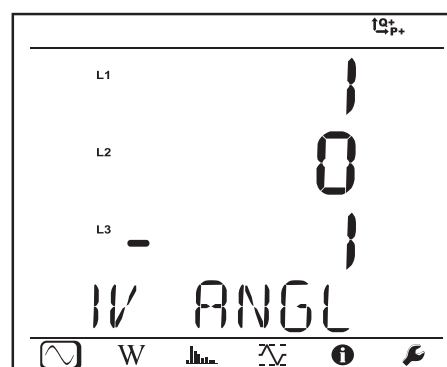


P

Q

S

PF

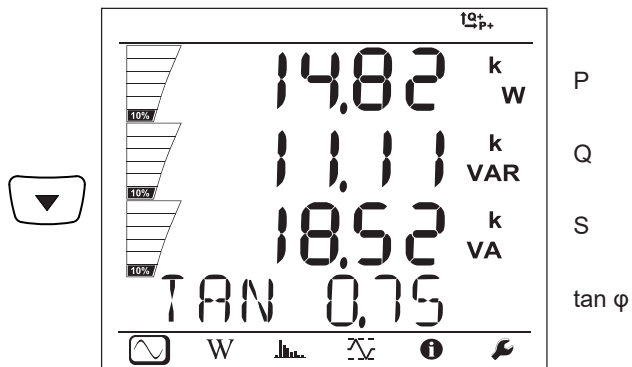


$\varphi(I_1, V_1)$

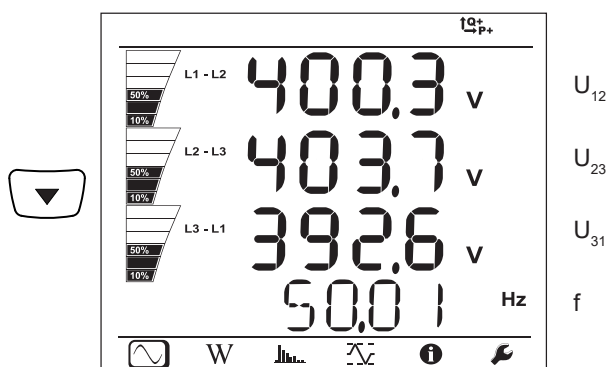
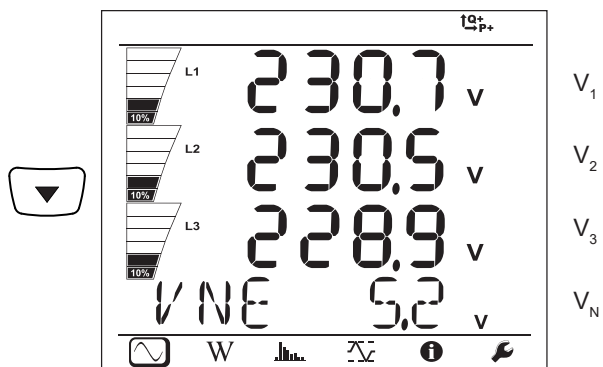
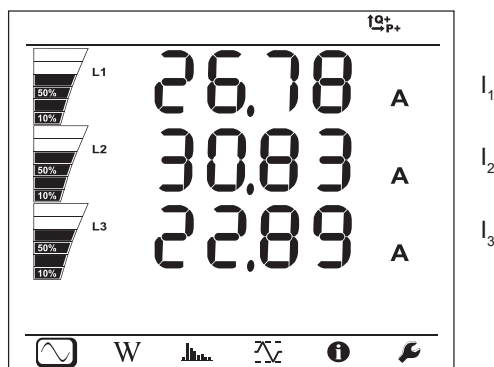
$\varphi(I_2, V_2)^*$

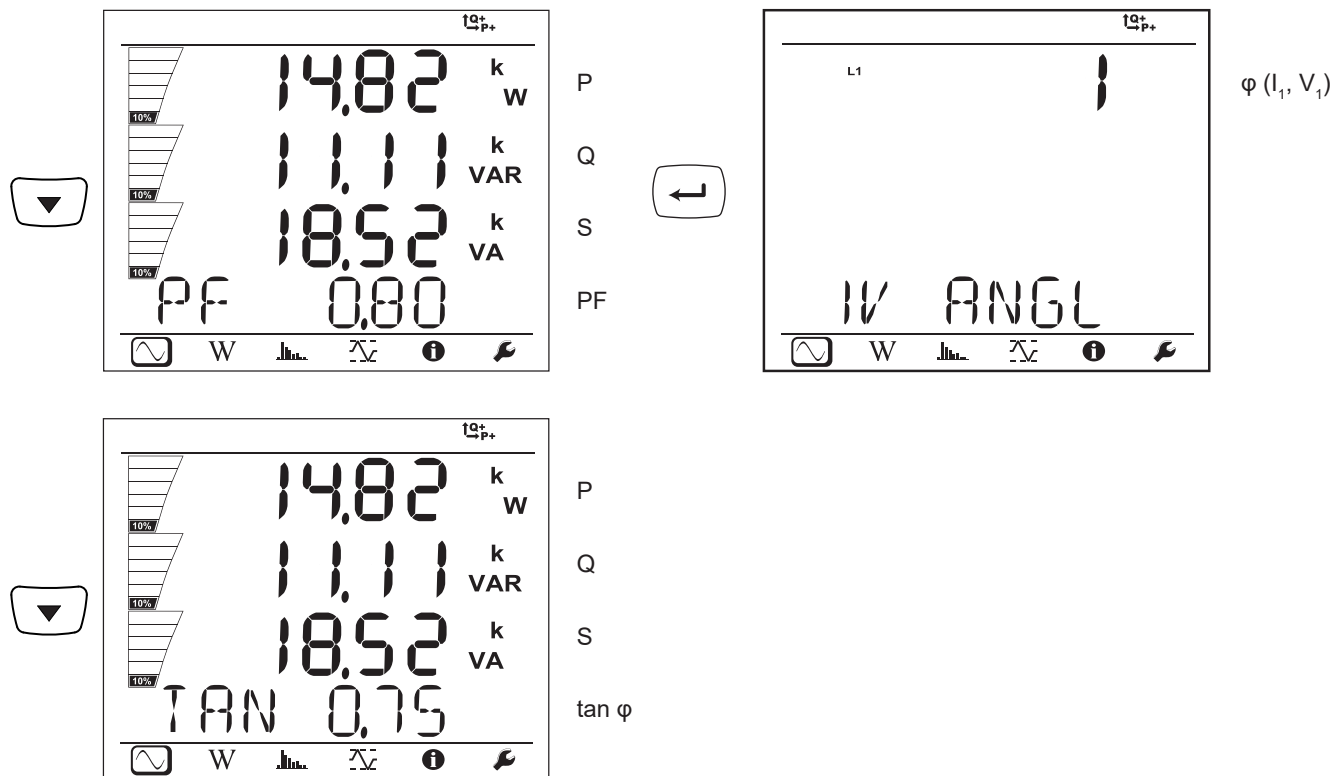
$\varphi(I_3, V_3)$

\*: Nicht für Versorgungsnetze 3P-4WΔ und 3P-4WO

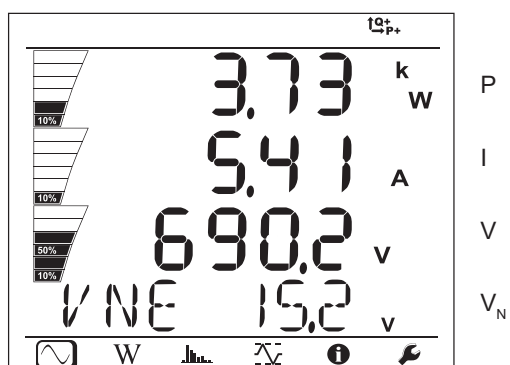


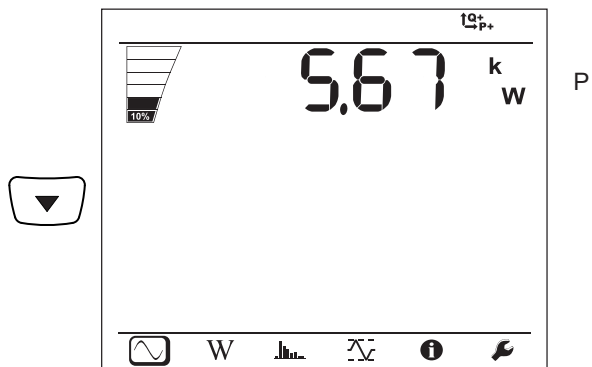
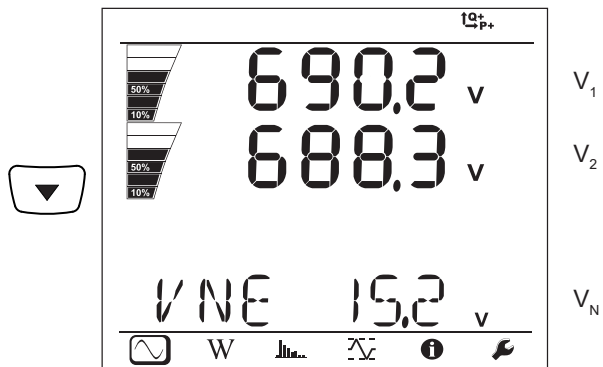
### Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (3P-4WYb)



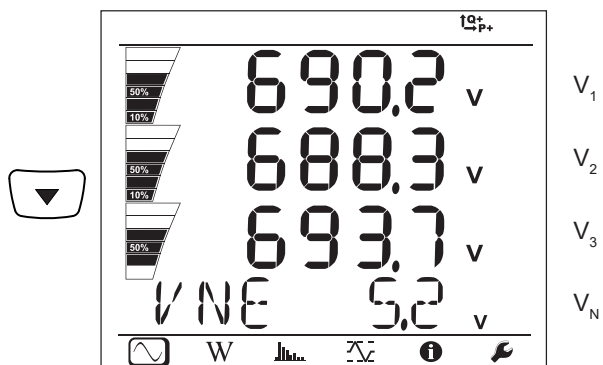
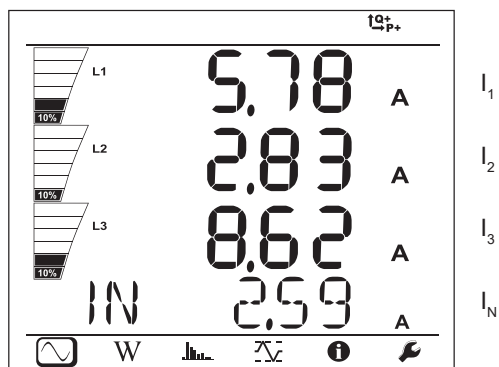


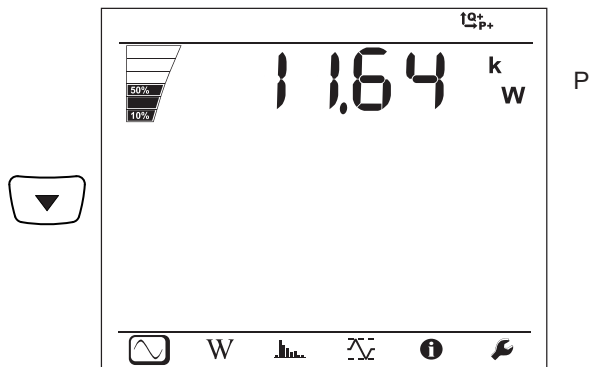
#### DC 2 Leiter (dC-2W)





#### DC 4 Leiter (dC-4W)





#### 4.3.2. ENERGIEMODUS

Angezeigt werden die Gesamtleistungen. Energiemessungen sind zeitbezogen, üblicherweise stehen sie nach 10 oder 15 Minuten bzw. nach dem Aggregationszeitraum verfügbar.

Aufrufen der Leistungen nach Quadranten (IEC62053-23): Die **Eingabetaste**  mindestens zwei Sekunden lang gedrückt halten. Der Hinweis **Part** auf der Anzeige bedeutet, dass es sich um Teilwerte handelt.

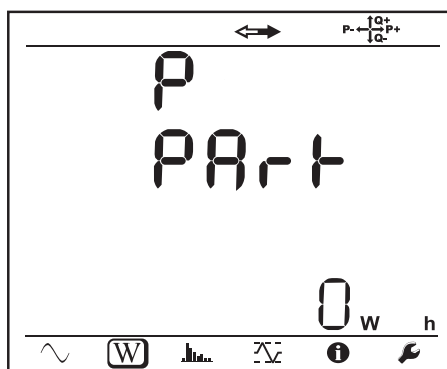


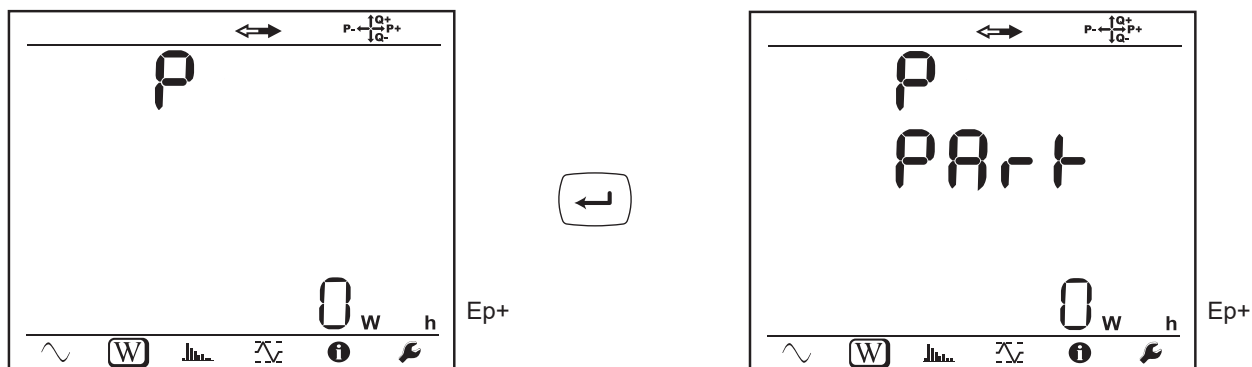
Abbildung 33

Mit der Taste ▼ schalten Sie zurück zu den Gesamtleistungen.

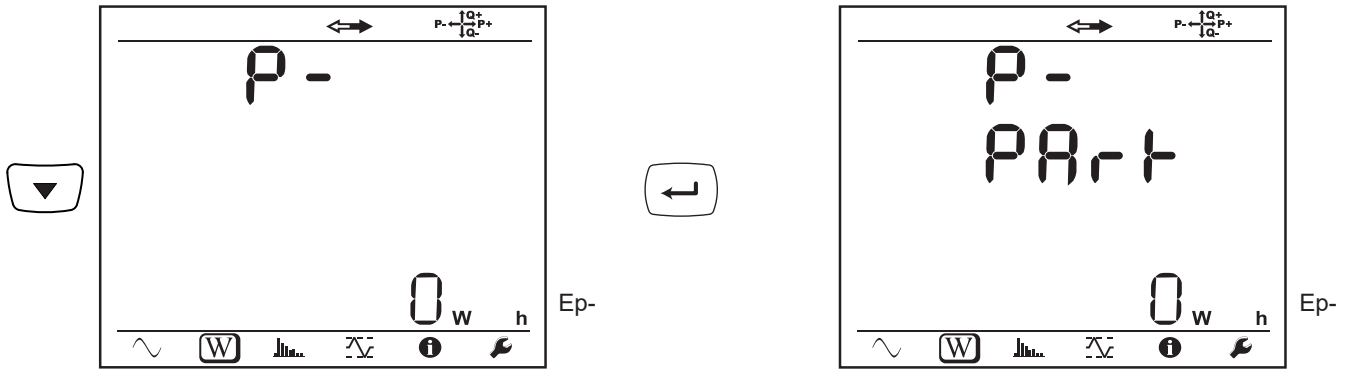
Die Anzeigebildschirme sind bei AC- und DC-Netzen unterschiedlich.

#### Wechselstromnetze

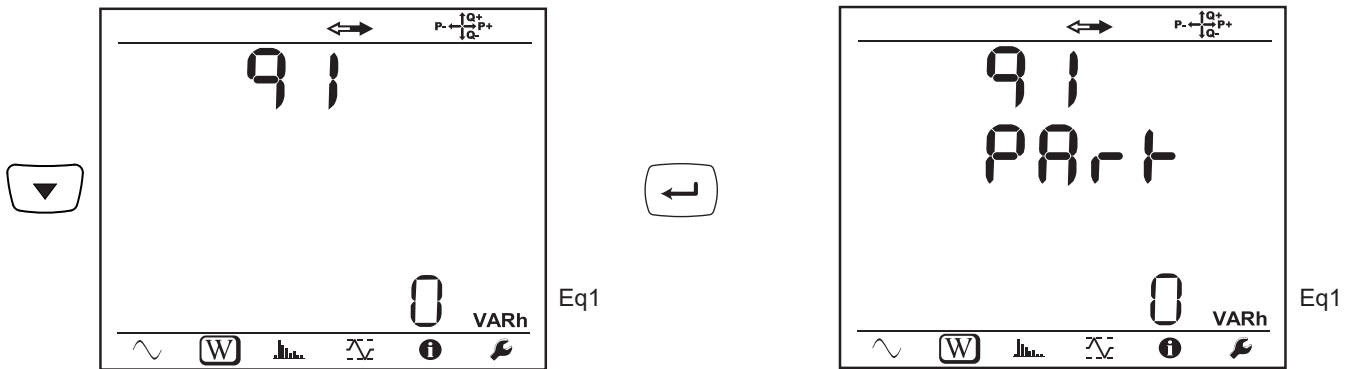
Ep+: Gesamtwirkenergie-Verbrauch (von der Last) in kWh



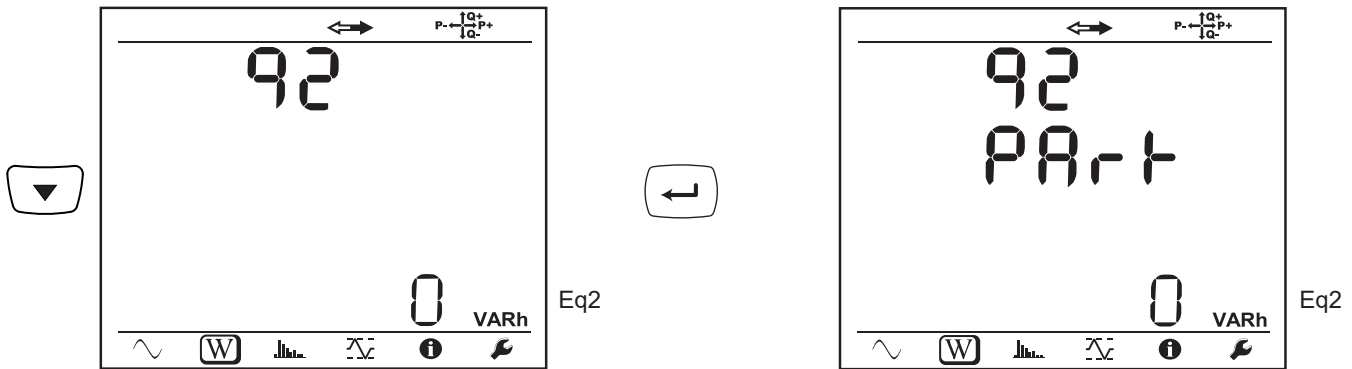
Ep-: Gesamtwirkenergie-Lieferung (von der Quelle) in kWh



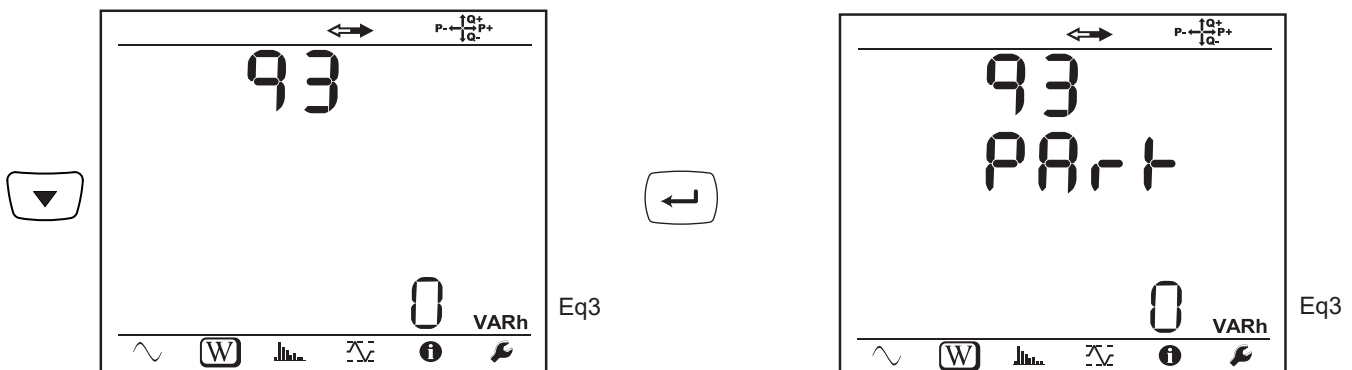
Eq1: Blindenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 1 in kvarh



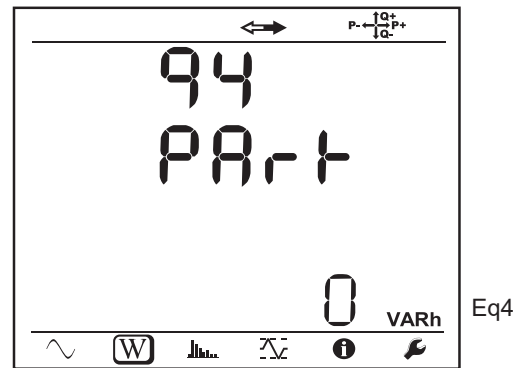
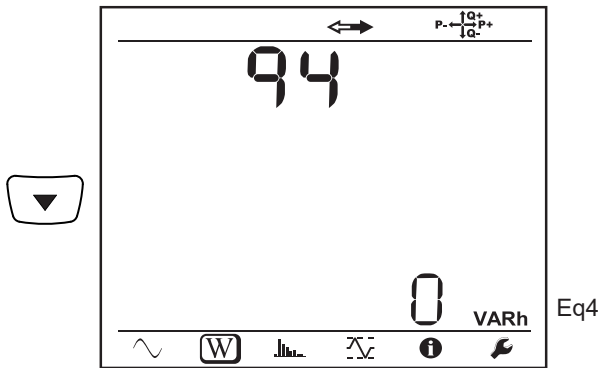
Eq2: Blindenergie-Lieferung (von der Quelle) im Quadranten 2 in kvarh



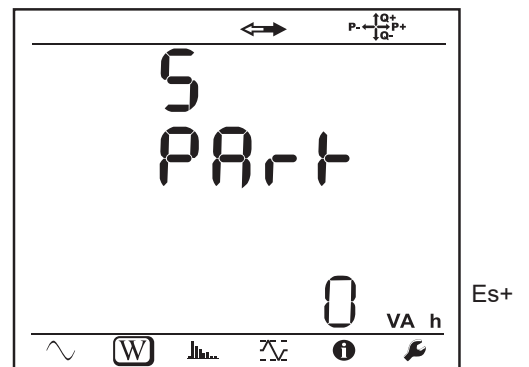
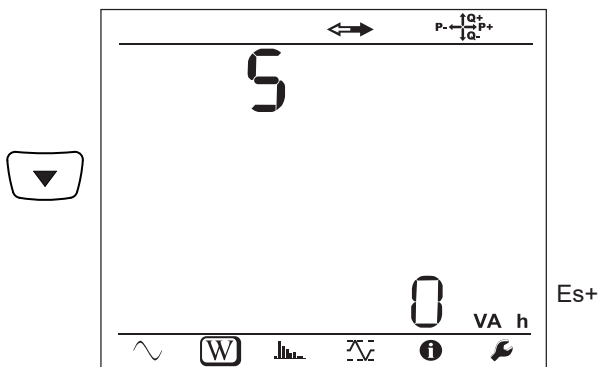
Eq3: Blindenergie-Lieferung (von der Quelle) im Quadranten 3 in kvarh



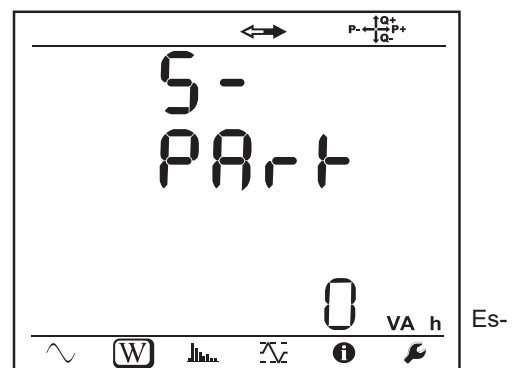
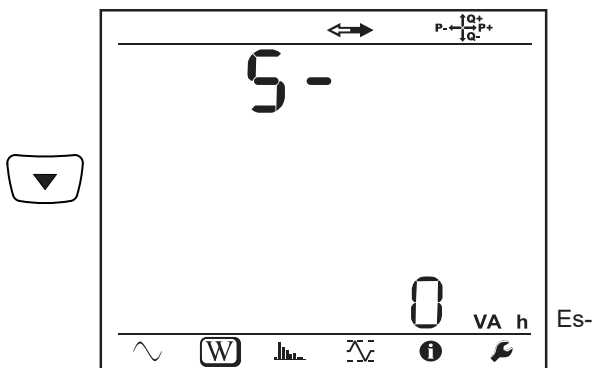
Eq4: Blindenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 4 in kvarh



Es+: Gesamtscheinenergie-Verbrauch (von der Last) in kVAh

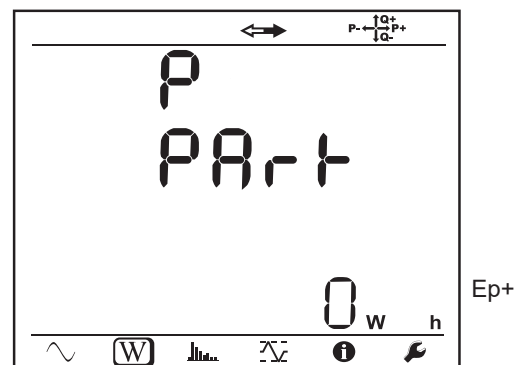
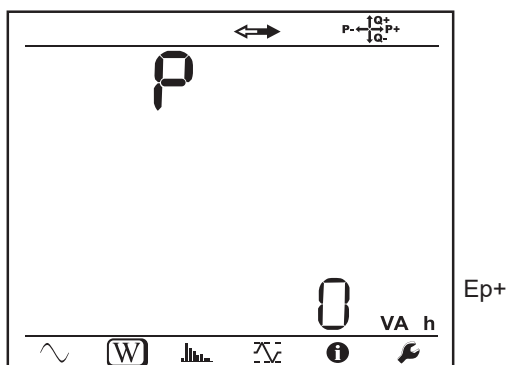


Es-: Gesamtscheinenergie-Lieferung (von der Quelle) in kVAh

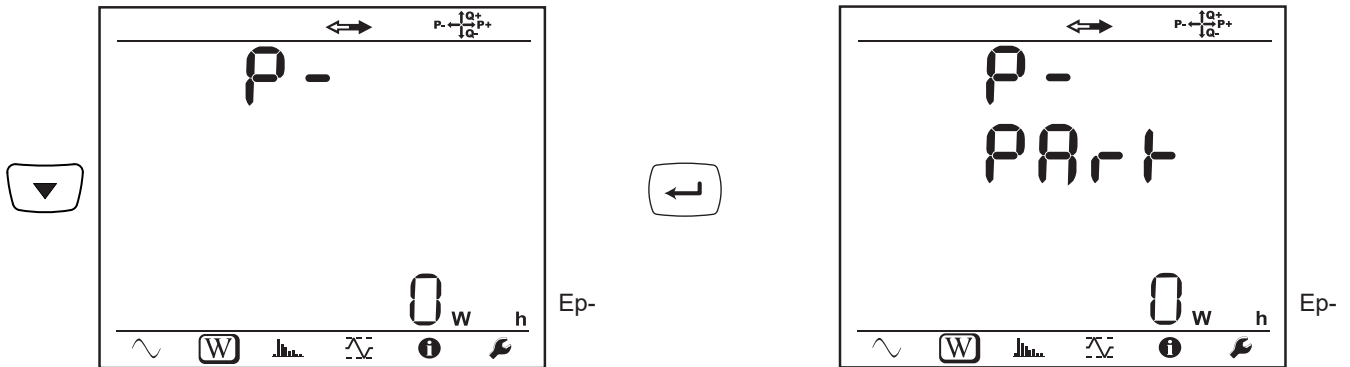


## Gleichstromnetze

Ep+: Gesamtwirkenergie-Verbrauch (von der Last) in kWh



Ep-: Gesamtwirkenergie-Lieferung (von der Quelle) in kWh

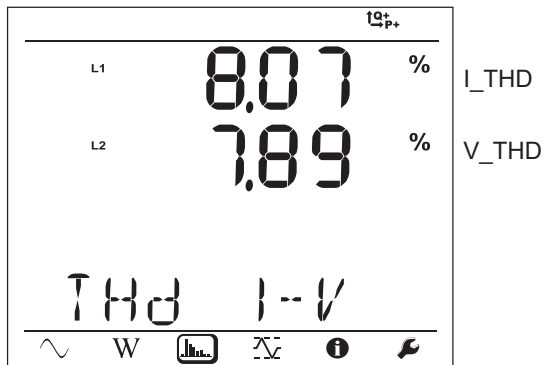


#### 4.3.3. OBERSCHWINGUNGSMODUS

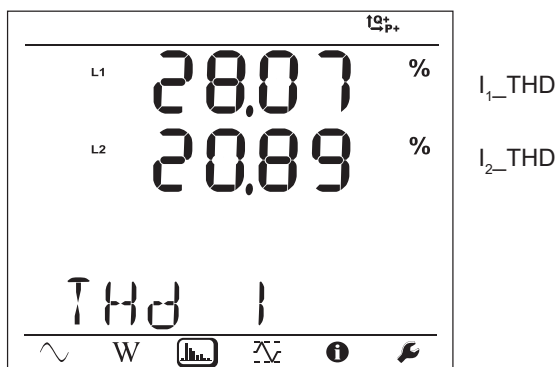
Die Anzeige hängt vom Versorgungsnetz ab.

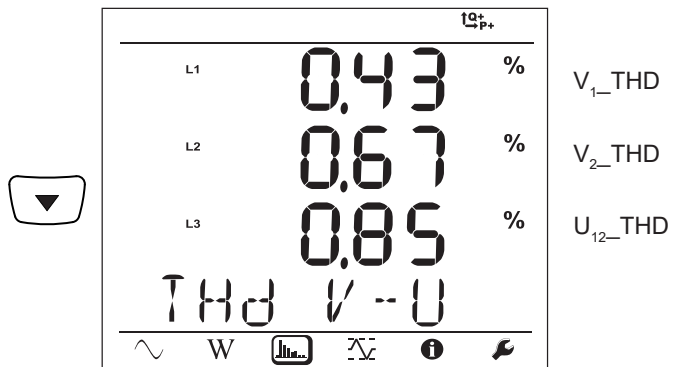
Die Oberschwingungsanzeige ist in Gleichstromnetzen nicht möglich. Auf der Anzeige erscheint „No THD in DCMode“.

##### Einphasig 2 Leiter (1P-2W)

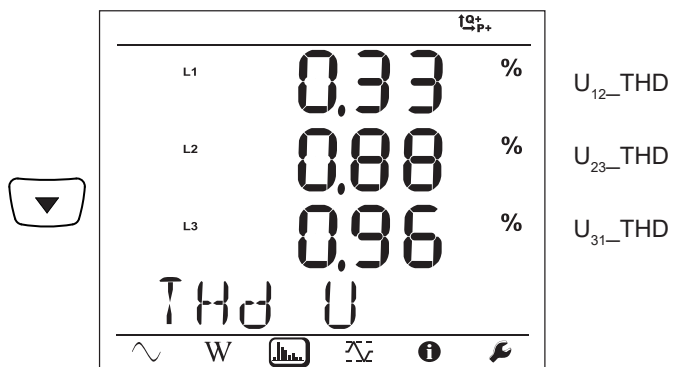
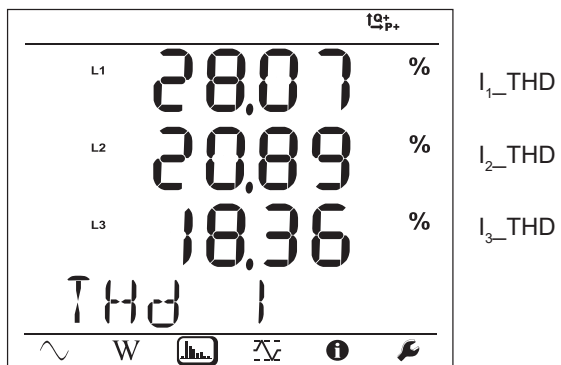


##### Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)

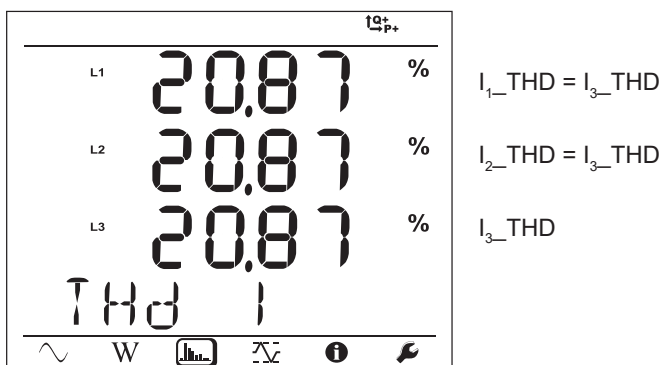


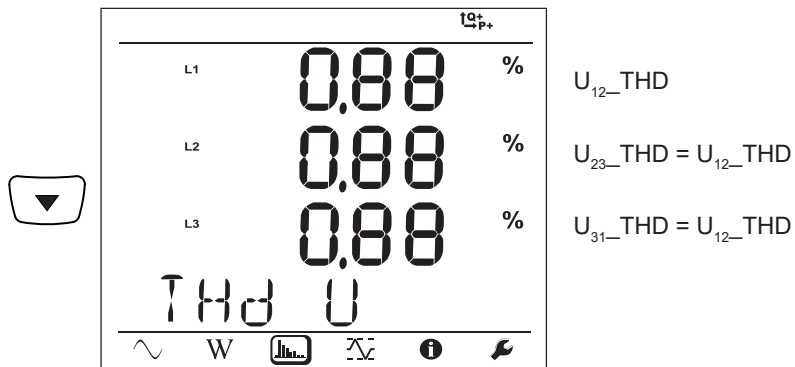


Dreiphasig 3 Leiter, nicht symmetrisch (3P-3WΔ2, 3P-3WΔ3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)

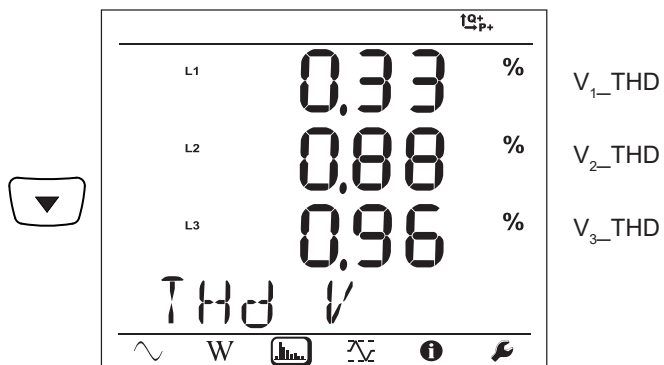
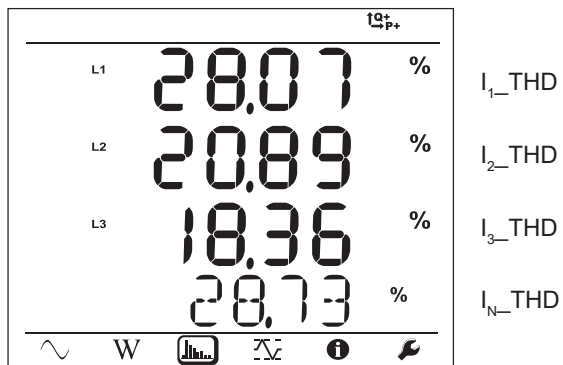


Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch (3P-3WΔb)

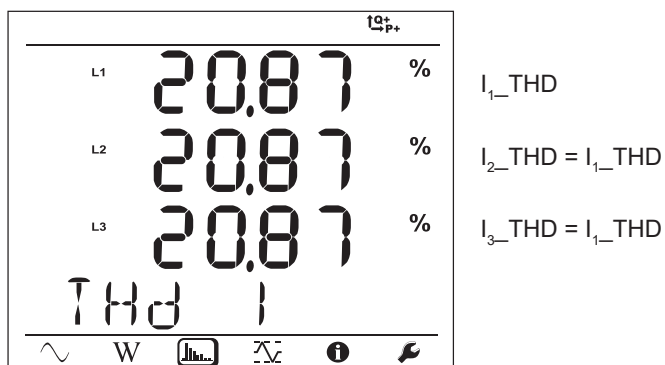


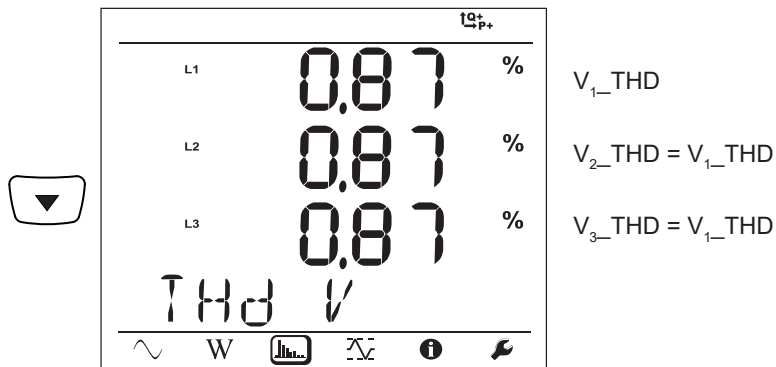


Dreiphasig 4 Leiter, nicht symmetrisch (3P-4WY, 3P-4WY2, 3P-4WΔ, 3P-4WO)



Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (3P-4WYb)



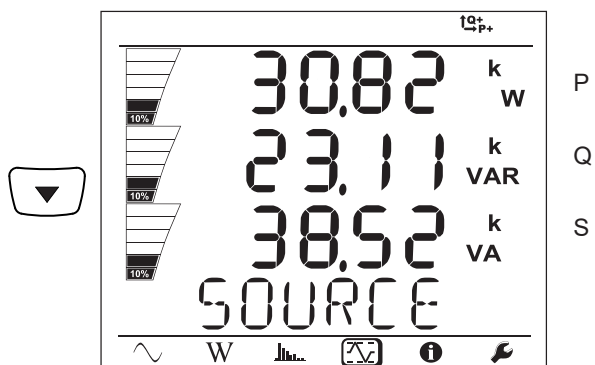
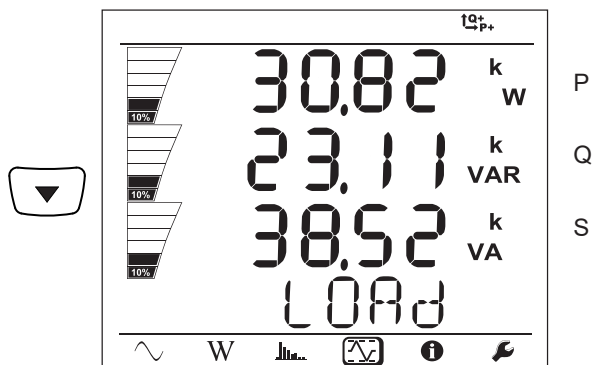
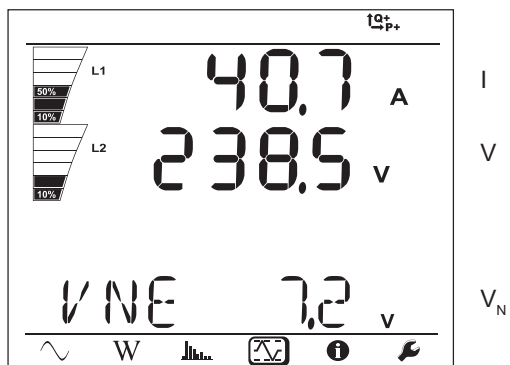


#### 4.3.4. MAX.-MODUS

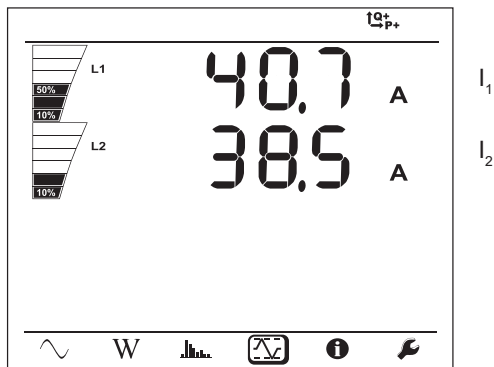
Dabei handelt es sich entweder um die aggregierten Maximalwerte der laufenden bzw. der letzten Aufzeichnung, oder es handelt sich um die aggregierten Maximalwerte seit dem letzten Rücksetzen, je nachdem, welche Option in PEL-Transfer gewählt wurde.

Die Max.-Anzeige ist in Gleichstromnetzen nicht möglich. Auf der Anzeige erscheint „DC Mode no MAX“.

##### Einphasig 2 Leiter (1P-2W)

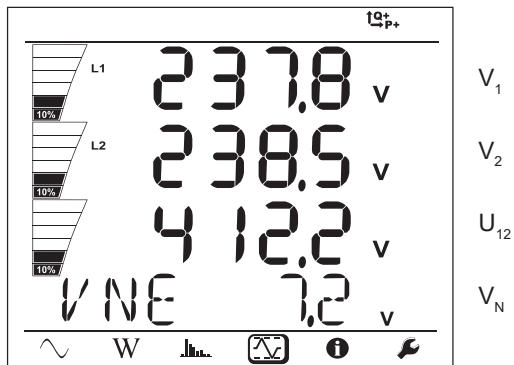


## Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)



$I_1$

$I_2$

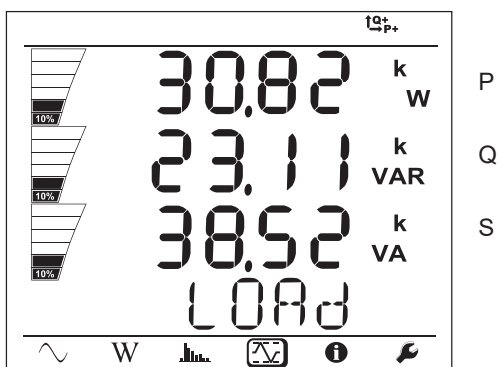


$V_1$

$V_2$

$U_{12}$

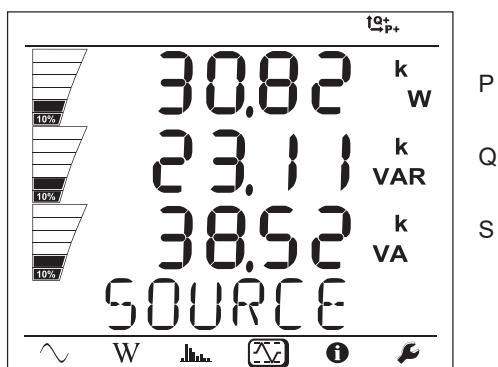
$V_N$



P

Q

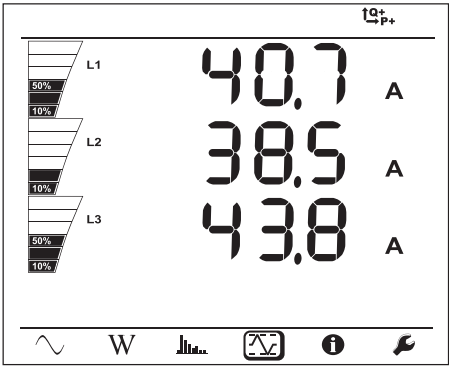
S



P

Q

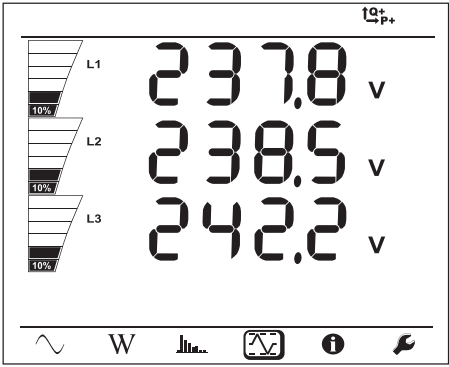
S



$I_1$

$I_2$

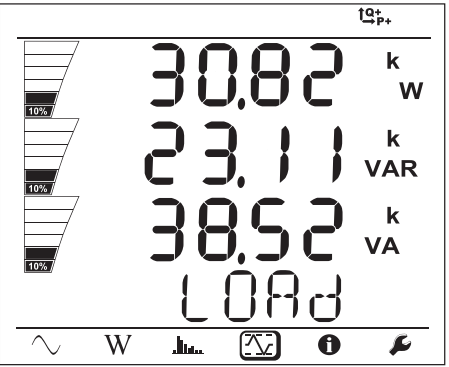
$I_3$



$U_{12}$

$U_{23}$

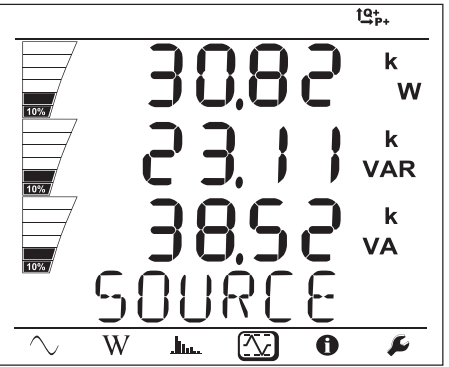
$U_{31}$



P

Q

S

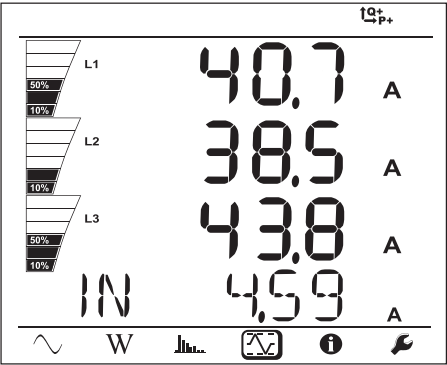


P

Q

S

Dreiphasig 4 Leiter (3P-4WY, 3P-4WY2, 3P-4WΔ, 3P-4WO, 3P-4WYb)



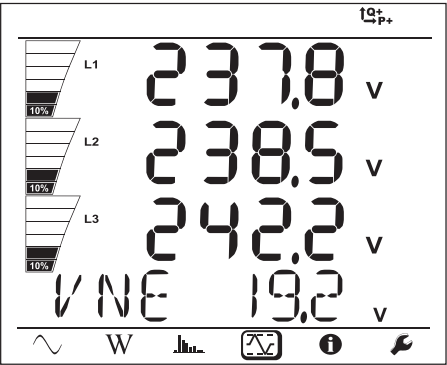
$I_1$

$I_2$

$I_3$

$I_N$

Im symmetrischen Netz (3P-4WYb) wird  $I_N$  nicht angezeigt.

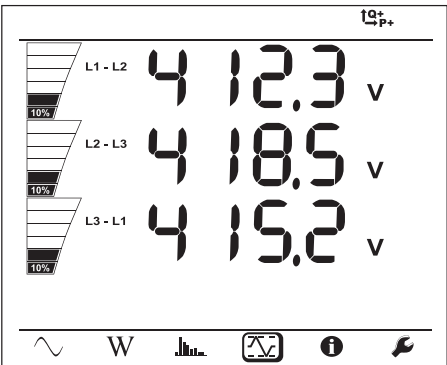


$V_1$

$V_2$

$V_3$

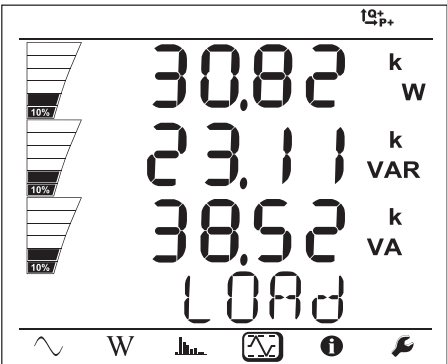
$V_N$



$U_{12}$

$U_{23}$

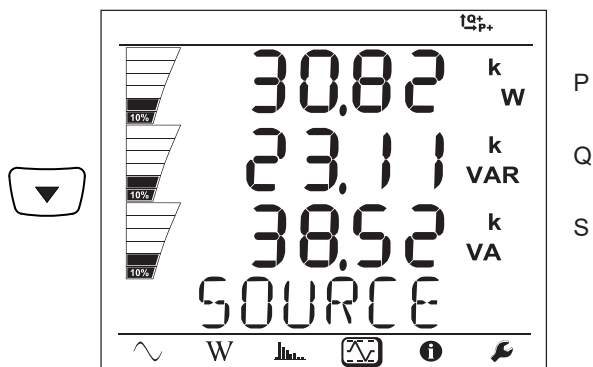
$U_{31}$



P

Q

S



## 5. PROGRAMM- UND ANWENDUNGSSYSTEME

### 5.1. PEL TRANSFER-PROGRAMM

#### 5.1.1. FUNKTIONALITÄTEN

Die PEL-Transfer-Software ermöglicht:

- Anschluss des Geräts an den PC über Wi-Fi, USB oder Ethernet.
- Auswahl der Geräte-Einstellung: Namen für das Gerät, Helligkeit und Kontrast der Anzeige, **Wahltaste**  sperren und freigeben, Datum und die Uhrzeit, SD-Karte formatieren usw.
- Konfiguration der Kommunikation zwischen dem Gerät und dem PC.
- Konfiguration der Messung: Vertriebsnetz, Übersetzungsverhältnis, Frequenz, und Übersetzungsverhältnisse der Stromwandler.
- Konfiguration der Aufzeichnungen: Namen, Dauer, Beginn- und Endzeitpunkt, Aggregationszeitraum, Aufzeichnung (oder nicht) der „1s“-Werte und Oberschwingungen.
- Verwalten der Energie- und Zeitähler (Betriebszeit des Gerätes, Spannung an den Messeingängen, Strom an Messeingänge usw.).
- Steuern der Versendung regelmäßiger Berichte per E-Mail.

Die PEL-Transfer-Software bietet auch die Möglichkeit, Aufzeichnungen zu öffnen, auf den PC hochzuladen, sie in eine Tabellenkalkulation zu exportieren, als Kurven anzuzeigen, Berichte zu erstellen und diese auszudrucken.

Die Software bringt auch die Firmware des Geräts auf den neuesten Stand, wenn ein neues Update verfügbar ist.

#### 5.1.2. PEL TRANSFER INSTALLIEREN



Das Gerät erst an den PC anschließen, wenn Software und Treiber installiert sind!

1. Die neueste Version von PEL Transfer von unserer Website herunterladen.  
[www.chauvin-arnoux.com](http://www.chauvin-arnoux.com)

Starten Sie „setup.exe“. Jetzt folgen Sie den Installationsanweisungen.



Für die Installation des PEL Transfer auf Ihrem PC brauchen Sie Systemverwalter-Zugriffsrechte.

2. Es erscheint ein Warnhinweis wie dieser. Klicken Sie auf **OK**.

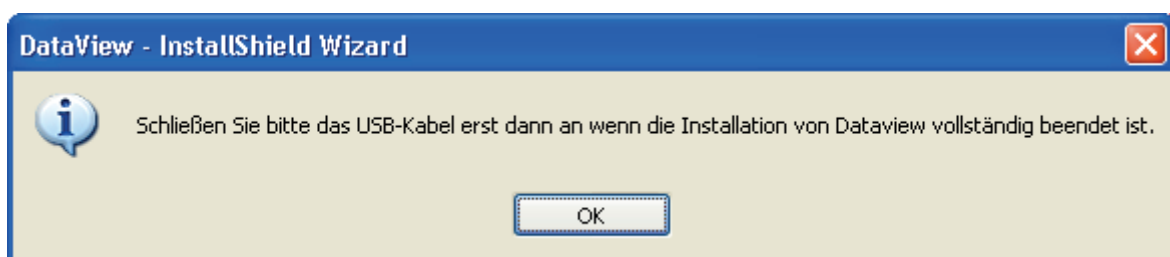


Abbildung 34



Die Installation der Driver kann etwas dauern. Es kann sogar vorkommen, dass Windows „Dieses Programm antwortet nicht“ anzeigt, obwohl es normal läuft. Warten Sie ab, bis die Installation beendet ist.

3. Sobald die Driver fertig installiert sind, erscheint das Dialogfeld **Installation beendet**. Klicken Sie auf **OK**.
4. Das Fenster **Install Shield Wizard Complete** (Installationsassistent fertig) erscheint. Klicken Sie auf **Fertigstellen**.
5. Ein Dialogfeld **Frage** erscheint. Klicken Sie auf **Ja**, um Hinweise zum Anschließen des Geräts an den USB-Anschluss des Computers anzuzeigen.



Das Konfigurationsfenster bleibt offen. Jetzt können Sie entweder eine weitere Option (z.B. Adobe® Reader) bzw. Bedienungsanleitungen herunterladen, oder das Fenster schließen.

6. Starten Sie den Computer gegebenenfalls neu.

Auf Ihrem Desktop oder im Dataview-Verzeichnis erscheint eine Verknüpfung zu PEL Transfer .

Jetzt können Sie PEL-Transfer öffnen und Ihren PEL an den Computer anschließen.



Kontexthinweise zur Bedienung der PEL Transfer-Software entnehmen Sie bitte dem Hilfemenü der Software.

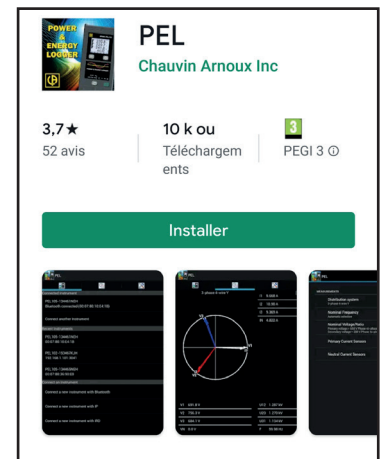
## 5.2. PEL-ANWENDUNG

Die Android-Anwendung bietet einige der Funktionen der PEL Transfer-Software. Damit können Sie eine Remote-Verbindung zu Ihrem Gerät herstellen.

Die Suchanfrage nach der Anwendung lautet „PEL Chauvin Arnoux“.  
Installieren Sie die Anwendung auf Ihrem Smartphone oder Tablet-PC.



PEL



Die Anwendung verfügt über 3 Registerkarten.



wird zum Anschluss des Gerätes verwendet:

- per Ethernet. Verbinden Sie Ihr Gerät über ein Kabel mit dem Ethernet-Netzwerk und geben Sie dessen IP-Adresse (siehe Abs. 3.6), Anschluss und Netzprotokoll (diese Angaben finden Sie in PEL Transfer) ein. Dann loggen Sie sich ein.
- per IRD-Server (DataViewSync™). Geben Sie die Seriennummer des PEL (siehe Abs. 3.6) und das Passwort (diese Angaben finden Sie in PEL Transfer) ein.



dient zur Darstellung der Messungen als Fresnel-Diagramm.

Ziehen Sie den Bildschirm nach links, um die Werte für Spannung, Strom, Leistung, Energie, Motordaten (Drehzahl, Drehmoment) usw. zu erhalten.



ermöglicht:

- Einrichten der Aufzeichnungen: Wählen Sie deren Namen, Dauer, Start- und Enddatum, Aggregationszeitraum, ob die „1s“-Werte und Oberwellen aufgezeichnet werden sollen oder nicht.
- Einstellen der Messung: Wählen Sie das Verteilnetz, das Übersetzungsverhältnis, die Frequenz, die Übersetzungsverhältnisse der Stromwandler.
- Einrichten der Kommunikation zwischen dem Gerät und dem Smartphone oder Tablet-PC.
- Gerätekonfiguration: Einstellen von Datum und Uhrzeit, Formatieren der SD-Karte, Sperren oder Entsperren der Wahl taste



, Eingeben von Motordaten und Anzeigen der Geräteinformationen.

## 6. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

Die Unsicherheiten werden in % des Leswerts (R) plus Offset ausgedrückt:  
 $\pm(a\%R + b)$

### 6.1. REFERENZBEDINGUNGEN

| Parameter                         | Referenzbedingungen                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Umgebungstemperatur               | 23 ±2°C                                                |
| Relative Luftfeuchte              | 45% bis 75% RF                                         |
| Spannung                          | Kein DC-Anteil in AC, kein AC-Anteil in DC (<0,1%)     |
| Strom                             | Kein DC-Anteil in AC, kein AC-Anteil in DC (<0,1%)     |
| Netzfrequenz                      | 50Hz ± 0,1Hz und 60Hz ± 0,1Hz                          |
| Phasenverschiebung Spannung-Strom | 0° (Wirkleistung) bzw. 90° (Blindleistung)             |
| Oberschwingungen                  | < 0,1%                                                 |
| Unsymmetrie der Spannung          | 0%                                                     |
| Vorwärmzeit                       | Das Gerät muss mindestens eine Stunde lang vorwärmen.  |
| Gleichtaktmodus                   | Das Gerät läuft mit Akku, USB ist nicht angeschlossen. |
| Magnetische Feldstärke            | 0 AAc/m                                                |
| Elektrische Feldstärke            | 0 VAc/m                                                |

Tabelle 6

### 6.2. ELEKTRISCHE DATEN

#### 6.2.1. SPANNUNGSEINGÄNGE

**Betriebsspanne:** bis 1 000 VRMS für Phase-Neutral-Spannungen, Spannungen zwischen den Phasen 42,5 bis 69Hz (600 VRMS 340 bis 460 Hz), sowie bis zu 1 000 VDC.



Phase-Neutral-Spannungen bis 2 V und Spannungen zwischen Phasen bis  $2\sqrt{3}$  V werden nullgestellt.

**Eingangsimpedanz:** 1 908 kΩ (Phase-Neutral und Neutral-Erde)

**Max. zul. Überlast:** 1 100 VRMS

#### 6.2.2. STROMEINGÄNGE



Stromwandler-Ausgaben sind Spannungen.

**Betriebsspanne:** 5 µV bis 1,2V (1V=INenn) mit Scheitelfaktor= $\sqrt{2}$  @ 1,2 Inom

**Eingangsimpedanz:** 1 MΩ (außer Stromwandler AmpFlex® MiniFlex):  
12,4 kΩ (außer Stromwandler AmpFlex® / MiniFlex):

**Max. zul. Überlast:** 1,7 V

### 6.2.3. EIGENUNSIKERHEIT (OHNE STROMWANDLER)

Die Unsicherheiten in den folgenden Tabellen gelten für aggregierte „1“-Werte. Bei „200ms“-Messungen müssen die Unsicherheiten verdoppelt werden.

#### 6.2.3.1. Spezifikationen 50/60Hz

| Mengen                             | Messbereich                                                                                              | Eigenunsicherheit                                |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Frequenz (f)                       | [42,5; 69Hz]                                                                                             | $\pm 0,1\text{Hz}$                               |
| Spannung Phase-Null (V)            | [10V; 1 000V]                                                                                            | $\pm 0,2\% \text{ R } \pm 0,2\text{V}$           |
| Spannung Neutral-Erde ( $V_{PE}$ ) | [10V; 1 000V]                                                                                            | $\pm 0,2\% \text{ R } \pm 0,2\text{V}$           |
| Spannung Phase-Phase (U)           | [17 V; 1 700V]                                                                                           | $\pm 0,2\% \text{ R } \pm 0,4 \text{ V}$         |
| Strom (I)                          | [0,2% INenn; 120% INenn]                                                                                 | $\pm 0,4\% \text{ R } \pm 0,04\% \text{ INenn}$  |
| Neutralstrom ( $I_N$ )             | [0,2% INenn; 120% INenn]                                                                                 | $\pm 0,4\% \text{ R } \pm 0,04\% \text{ INenn}$  |
| Wirkleistung (P)<br>kW             | PF=1<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                                                     | $\pm 0,5\% \text{ R } \pm 0,005\% \text{ PNenn}$ |
|                                    | PF=[0,5 induktiv; 0,8 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                         | $\pm 1,5\% \text{ R } \pm 0,015\% \text{ PNenn}$ |
| Blindleistung (Q)<br>kvar          | Sin $\varphi = 1$<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 10% INenn]                                         | $\pm 1\% \text{ R } \pm 0,01\% \text{ QNenn}$    |
|                                    | Sin $\varphi$ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[10% INenn; 120% INenn]            | $\pm 3,5\% \text{ R } \pm 0,03\% \text{ QNenn}$  |
|                                    | Sin $\varphi$ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]             | $\pm 1\% \text{ R } \pm 0,01\% \text{ QNenn}$    |
|                                    | Sin $\varphi$ =[0,25 induktiv; 0,25 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[10% INenn; 120% INenn]          | $\pm 2,5\% \text{ R } \pm 0,025\% \text{ QNenn}$ |
| Scheinleistung (S).<br>kVA         | V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                                                             | $\pm 0,5\% \text{ R } \pm 0,005\% \text{ SNenn}$ |
| Leistungsfaktor (PF)               | PF=[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                         | $\pm 0,05$                                       |
|                                    | PF=[0,2 induktiv; 0,2 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                         | $\pm 0,1$                                        |
| tan $\Phi$                         | tan $\Phi$ =[ $\sqrt{3}$ induktiv; $\sqrt{3}$ kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn] | $\pm 0,02$                                       |
|                                    | tan $\Phi$ =[3,2 induktiv; 3,2 kapazitiv]<br>V=[100V; 1000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                 | $\pm 0,05$                                       |
| Wirkenergie (Ep)<br>kWh            | PF=1<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                                                     | $\pm 0,5\% \text{ R}$                            |
|                                    | PF=[0,5 induktiv; 0,8 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[10% INenn; 120% INenn]                        | $\pm 0,6\% \text{ R}$                            |
| Blindenergie (Eq)<br>kvarh         | Sin $\varphi = 1$<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                                        | $\pm 2\% \text{ R}$                              |
|                                    | Sin $\varphi$ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 10% INenn]              | $\pm 2,5\% \text{ R}$                            |
|                                    | Sin $\varphi$ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv]<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[10% INenn; 120% INenn]            | $\pm 2\% \text{ R}$                              |

| Mengen                     | Messbereich                                            | Eigenunsicherheit |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| Scheinenergie (Es)<br>kVAh | V=[100V; 1 000V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]           | ±0,5% R           |
| THD<br>%                   | PF=1<br>V=[100V; 1 000V]<br>I=[10 % INenn; 120% INenn] | ±1% R             |

Tabelle 7

- *INenn* entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe.
- *PNenn* und *SNenn* sind die Wirk- und Scheinleistungen für  $V=1\ 000\text{V}$ ,  $I=I_{\text{Nenn}}$  und  $FP=1$ .
- *QNenn* ist die Blindleistung für  $V=1\ 000\text{V}$ ,  $I=I_{\text{Nenn}}$  und  $\sin \varphi=1$ .
- Spezifikation der Eigenunsicherheit der Stromeingänge für einen Eingang mit 1V Nennwert Isolationsspannung, d.h. *INenn*. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler AmpFLEX® und MiniFlex sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle Tabelle 24 zu verwenden.
- Wenn kein Stromwandler vorhanden ist, ist die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters die Summe der Eigenunsicherheiten an I1, I2 und I3.

#### 6.2.3.2. Spezifikationen 400Hz

| Mengen                             | Messbereich                                                                     | Eigenunsicherheit               |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Frequenz (f)                       | [340 Hz; 460 Hz]                                                                | ±0,3 Hz                         |
| Spannung Phase-Null (V)            | [5 V ; 600 V]                                                                   | ±0,8% R ± 0,5 V                 |
| Spannung Neutral-Erde ( $V_{PE}$ ) | [5 V ; 600 V]                                                                   | ±0,8% R ± 0,5 V                 |
| Spannung Phase-Phase (U)           | [10 V ; 600 V]                                                                  | ±0,8% R ± 0,5 V                 |
| Strom (I)                          | [0,2% INenn; 120% INenn]                                                        | ±0,5% R ±0,05% INenn            |
| Neutralstrom ( $I_N$ )             | [0,2% INenn; 120% INenn]                                                        | ±0,5% R ±0,05% INenn            |
| Wirkleistung (P)<br>kW             | PF=1<br>V=[100V; 600 V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                             | ±2% R ±0,02% PNenn <sup>1</sup> |
|                                    | PF=[0,5 induktiv; 0,8 kapazitiv]<br>V=[100V; 600 V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn] | ±3% R ±0,03% PNenn <sup>1</sup> |
| Wirkenergie (Ep)<br>kWh            | PF=1<br>V=[100V; 600 V]<br>I=[5% INenn; 120% INenn]                             | ±2% R                           |

Tabelle 8

- *INenn* entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe.
- *PNenn* ist die Wirkleistung für  $V = 600\text{ V}$ ,  $I = I_{\text{Nenn}}$  und  $PF = 1$ .
- Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1V Nennwert Isolationsspannung, d.h. *INenn*. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler AmpFLEX® und MiniFlex sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle Tabelle 24 zu verwenden.
- Wenn kein Stromwandler vorhanden ist, ist die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters die Summe der Eigenunsicherheiten an I1, I2 und I3.
- Bei den Stromwandlern AmpFLEX® und MiniFlex ist der max. Strom auf 60% *INenn* bei 50/60Hz beschränkt.
- 1: Richtwert.

### 6.2.3.3. DC-Spezifikationen

| Mengen                             | Messbereich                                        | Eigenunsicherheit / typ. Abweichung |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Spannung (V)                       | V = [10 V ; 1000 V]                                | $\pm 0,2\% R \pm 0,5 V$             |
| Spannung Neutral-Erde ( $V_{PE}$ ) | V = [10 V ; 1000 V]                                | $\pm 0,2\% R \pm 0,5 V$             |
| Strom (I)                          | I = [5% INenn ; 120% INenn]                        | $\pm 1\% R \pm 0,3\% INenn$         |
| Neutralstrom ( $I_N$ )             | I = [5% INenn ; 120% INenn]                        | $\pm 1\% R \pm 0,3\% INenn$         |
| Leistung (P)<br>kW                 | V = [100 V ; 600 V]<br>I = [5% INenn ; 120% INenn] | $\pm 1\% R \pm 0,3\% PNenn$         |
| Energie (Ep)<br>kWh                | V = [100 V ; 600 V]<br>I = [5% INenn ; 120% INenn] | $\pm 1,5\% R$                       |

Tabelle 9

- *INenn* entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe.
- *PNenn* ist die Leistung für V=600V, I=INenn.
- Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1V Nennwert Isolationsspannung, d.h. INenn. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert.
- Wenn kein Stromwandler vorhanden ist, ist die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters die Summe der Eigenunsicherheiten an I1, I2 und I3.

### 6.2.3.4. Phasenfolge

Wenn man die richtige Phasenfolge bestimmen will, muss man zuerst die richtige Folge der Stromphasen, der Spannungsphasen und die richtige Phasenverschiebung Spannung/Strom kennen. Außerdem muss Quelle bzw. Last eingestellt sein.

#### Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Stromphasenfolge

| Netz-Type                                               | Abkürzung        | Folge Stromphasen | Bemerkungen                                                                       |
|---------------------------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Einphasig 2 Leiter                                      | 1P-2W            | Nein              |                                                                                   |
| Einphasig 3 Leiter                                      | 1P-3W            | Ja                | $\varphi (I2, I1) = 180^\circ \pm 30^\circ$                                       |
| Dreiphasig 3 Leiter ( $\Delta$ , 2 Stromwandler)        | 3P-3W $\Delta$ 2 | Ja                | $\varphi (I1, I3) = 120^\circ \pm 30^\circ$<br>Kein Stromwandler an I2            |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 2 Stromwandler) | 3P-3W02          |                   |                                                                                   |
| Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)                 | 3P-3WY2          |                   |                                                                                   |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler) | 3P-3W $\Delta$ 3 | Ja                | $[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$ |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler) | 3P-3W03          |                   |                                                                                   |
| Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)                 | 3P-3WY3          |                   |                                                                                   |
| Dreiphasig 3 Leiter $\Delta$ symmetrisch                | 3P-3W $\Delta$ B | Nein              |                                                                                   |
| Dreiphasig 4 Leiter Y                                   | 3P-4WY           | Ja                | $[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$ |
| Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch                       | 3P-4WYB          | Nein              |                                                                                   |
| Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5                               | 3P-4WY2          | Ja                | $[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$ |
| Dreiphasig 4 Leiter $\Delta$                            | 3P-4W $\Delta$   | Ja                | $[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$ |
| Dreiphasig 4 Leiter offenes $\Delta$                    | 3P-4WO           |                   |                                                                                   |
| DC 2 Leiter                                             | DC-2W            | Nein              |                                                                                   |
| DC 3 Leiter                                             | DC-3W            | Nein              |                                                                                   |
| DC 4 Leiter                                             | DC-4W            | Nein              |                                                                                   |

Tabelle 10

### Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Spannungsphasenfolge

| Netz-Type                                               | Abkürzung        | Folge Spannungsphasen | Bemerkungen                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Einphasig 2 Leiter                                      | 1P-2W            | Nein                  |                                                                                                                                     |
| Einphasig 3 Leiter                                      | 1P-3W            | Ja                    | $\varphi (V2, V1) = 180^\circ \pm 10^\circ$                                                                                         |
| Dreiphasig 3 Leiter ( $\Delta$ , 2 Stromwandler)        | 3P-3W $\Delta$ 2 | Ja (an U)             | $[\varphi (U12, U31), \varphi (U31, U23), \varphi (U23, U12)] = 120^\circ \pm 10^\circ$                                             |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 2 Stromwandler) | 3P-3W02          |                       |                                                                                                                                     |
| Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)                 | 3P-3WY2          |                       |                                                                                                                                     |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler) | 3P-3W $\Delta$ 3 | Ja (an U)             | $[\varphi (U12, U31), \varphi (U31, U23), \varphi (U23, U12)] = 120^\circ \pm 10^\circ$                                             |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler) | 3P-3W03          |                       |                                                                                                                                     |
| Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)                 | 3P-3WY3          |                       |                                                                                                                                     |
| Dreiphasig 3 Leiter $\Delta$ symmetrisch                | 3P-3W $\Delta$ B | Nein                  |                                                                                                                                     |
| Dreiphasig 4 Leiter Y                                   | 3P-4WY           | Ja (an V)             | $[\varphi (V1, V3), \varphi (V3, V2), \varphi (V2, V1)] = 120^\circ \pm 10^\circ$                                                   |
| Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch                       | 3P-4WYB          | Nein                  |                                                                                                                                     |
| Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5                               | 3P-4WY2          | Ja (an V)             | $\varphi (V1, V3) = 120^\circ \pm 10^\circ$ , kein V2                                                                               |
| Dreiphasig 4 Leiter $\Delta$                            | 3P-4W $\Delta$   | Ja (an U)             | $\varphi (V1, V3) = 180^\circ \pm 10^\circ$ $[\varphi (U12, U31), \varphi (U31, U23), \varphi (U23, U12)] = 120^\circ \pm 10^\circ$ |
| Dreiphasig 4 Leiter offenes $\Delta$                    | 3P-4WO           |                       |                                                                                                                                     |
| DC 2 Leiter                                             | DC-2W            | Nein                  |                                                                                                                                     |
| DC 3 Leiter                                             | DC-3W            | Nein                  |                                                                                                                                     |
| DC 4 Leiter                                             | DC-4W            | Nein                  |                                                                                                                                     |

Tabelle 11

### Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Phasenverschiebung Spannung/Strom

| Netz-Type                                               | Abkürzung        | Folge Phasenverschiebung | Bemerkungen                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Einphasig 2 Leiter                                      | 1P-2W            | Ja                       | $\varphi (I1, V1) = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$\varphi (I1, V1) = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle                                                                                    |
| Einphasig 3 Leiter                                      | 1P-3W            | Ja                       | $[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2)] = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2)] = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle                                            |
| Dreiphasig 3 Leiter ( $\Delta$ , 2 Stromwandler)        | 3P-3W $\Delta$ 2 | Ja                       | $[\varphi (I1, U12), \varphi (I3, U31)] = 30^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$[\varphi (I1, U12), \varphi (I3, U31)] = 210^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle,<br>kein Stromwandler an I2           |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 2 Stromwandler) | 3P-3W02          |                          |                                                                                                                                                                                                 |
| Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)                 | 3P-3WY2          |                          |                                                                                                                                                                                                 |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler) | 3P-3W $\Delta$ 3 | Ja                       | $[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 30^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 210^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 3 Stromwandler) | 3P-3W03          |                          |                                                                                                                                                                                                 |
| Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)                 | 3P-3WY3          |                          |                                                                                                                                                                                                 |
| Dreiphasig 3 Leiter $\Delta$ symmetrisch                | 3P-3W $\Delta$ B | Ja                       | $\varphi (I3, U12) = 90^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$\varphi (I3, U12) = 270^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle                                                                                 |
| Dreiphasig 4 Leiter Y                                   | 3P-4WY           | Ja                       | $[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2), \varphi (I3, V3)] = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2), \varphi (I3, V3)] = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle        |
| Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch                       | 3P-4WYB          | Ja                       | $\varphi (I1, V1) = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$\varphi (I1, V1) = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle                                                                                    |
| Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5                               | 3P-4WY2          | Ja                       | $[\varphi (I1, V1), \varphi (I3, V3)] = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$[\varphi (I1, V1), \varphi (I3, V3)] = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle, kein V2                                   |
| Dreiphasig 4 Leiter $\Delta$                            | 3P-4W $\Delta$   | Ja                       | $[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 30^\circ \pm 60^\circ$ für Last<br>$[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 210^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle |
| Dreiphasig 4 Leiter offenes $\Delta$                    | 3P-4WO           |                          |                                                                                                                                                                                                 |
| DC 2 Leiter                                             | DC-2W            | Nein                     |                                                                                                                                                                                                 |
| DC 3 Leiter                                             | DC-3W            | Nein                     |                                                                                                                                                                                                 |
| DC 4 Leiter                                             | DC-4W            | Nein                     |                                                                                                                                                                                                 |

Tabelle 12

Ob es sich um „Last“ oder „Quelle“ handelt, wird bei der Konfiguration festgelegt.

### 6.2.3.5. Temperatur

Für V, U, I, P, Q, S, PF und E:

- 300 ppm/°C, bei 5% <I <120% und PF=1
- 500 ppm/°C, bei 10% <I <120% und PF=0,5 induktiv

DC-Offset

- V: 10mV/°C typisch
- I: 30 ppm x INenn/°C typisch

### 6.2.3.6. Magnetische Feldstärke

Bei Stromeingängen, wo die MiniFlex oder AmpFlex®-Stromwandler angebracht sind: typisch 10mA/A/m bei 50/60Hz.

## 6.2.4. STROMWANDLER

### 6.2.4.1. Anwendungshinweise für die Verwendung



Bitte beachten Sie auch das Sicherheitsdatenblatt bzw. die Bedienungsanleitung Ihrer Stromwandler!

Stromzangen und biegsame Stromwandler werden verwendet, um den Stromfluss in einem Kabel zu messen, ohne den Stromkreis zu öffnen. Sie schützen den Benutzer auch vor gefährlichen Spannungen im Stromkreis.

Die Auswahl des geeigneten Stromwandlers hängt sowohl vom Messstrom als auch vom Kabeldurchmesser ab.

Richten Sie bei der Installation von Stromwandlern den Pfeil am Sensor auf die Last.

Nur die Stromwandler AmpFlex® A196A, die Stromwandler MiniFlex MA196 und die verschleißbaren Spannungsleitungen gewährleisten die Wasserdichtheit (IP67 bei geschlossenem Gerät).

### 6.2.4.2. Technische Daten

Die Messbereiche gelten für die Stromwandler, daher kann es Abweichungen von den PEL-Messbereichen geben. Bitte beachten Sie die Bedienungsanleitung Ihres Stromwandlers.

#### a) AmpFlex® A196A oder AmpFlex® A193

- Drücken Sie die beiden Seiten des Klickverschlusses, um die biegsame Messschleife zu öffnen. Umschließen Sie nun den Stromwandler rund um den Leiter, der den Messstrom führt (es darf nur ein Leiter umschlossen werden).

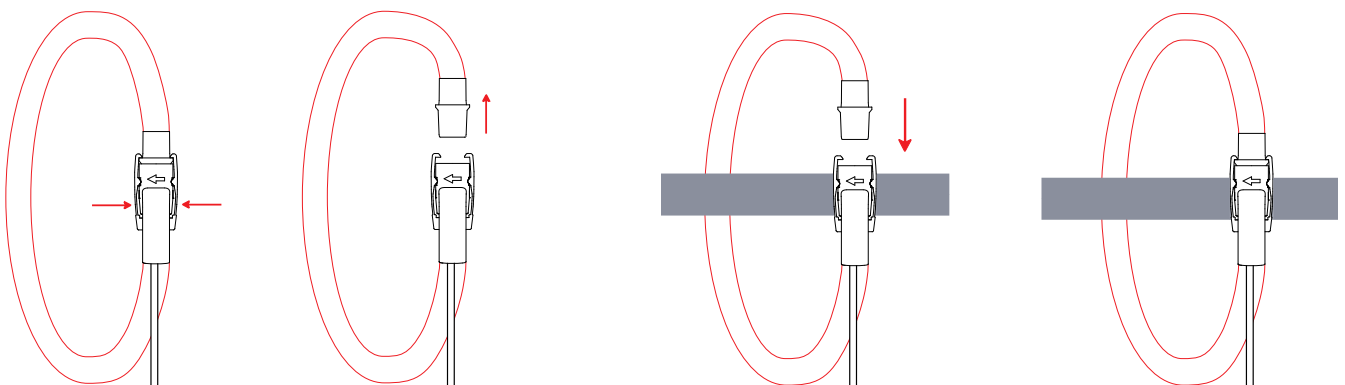


Abbildung 35

- Messschleife wieder schließen. Man sollte einen „Klick“ hören. Optimale Messqualität erzielt man, wenn der Leiter genau durch die Mitte des Stromwandlers verläuft und die Schleife so kreisrund wie möglich ist.
- Abnehmen des Stromwandlers: Schleife öffnen und vom Leiter entfernen. Dann nehmen Sie den Stromwandler vom Gerät ab.

| AmpFlex® A196A (IP 67) und AmpFlex® A193           |                                                                                               |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 100/400/2 000/10 000 AAC                                                                      |
| Messbereich                                        | 0,2 - 12 000 AAC                                                                              |
| Max. Umschließungsdurchmesser (modellabhängig)     | A196A: Länge=610 mm; Ø=170 mm<br>A193: Länge=450 mm; Ø=120 mm<br>A193: Länge=800 mm; Ø=235 mm |
| Auswirkung der Leiterposition im Wandler           | ≤ 2% generell und ≤ 4% beim Klickverschluss                                                   |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | > 40 dB generell und > 33 dB beim Klickverschluss                                             |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 1 000V KAT IV                                           |

Tabelle 13

**Hinweis:** Die Ströme <0,05 % des Nennbereichs werden mit Null angezeigt.  
Nennbereiche nur 50/200/1 000/5 000 AAC bei 400Hz.

#### b) MiniFlex MA196

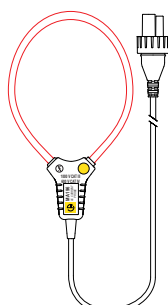
| MiniFlex MA196                                     |                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 100/400/2 000AAC                                                                                       |                                                                                      |
| Messbereich                                        | 200mA bis 2 400AAC                                                                                     |                                                                                      |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | Länge=250mm; Ø=70mm (nur MA 193)<br>Länge=350 mm; Ø=100 mm                                             |                                                                                      |
| Auswirkung der Leiterposition im Wandler           | typisch ≤ 1,5%, max. 2,5%                                                                              |                                                                                      |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >40dB, bei 50/60Hz, bei Berührung des Leiters mit dem Wandler und > 33 dB beim Klickverschluss |                                                                                      |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600V KAT IV, 1 000V KAT III                                      |                                                                                      |

Tabelle 14

**Hinweis:** Die Ströme <0,05% des Nennbereichs werden mit Null angezeigt.  
Nennbereiche nur 50/200/1 000/5 000 AAC bei 400Hz.

#### c) MiniFlex MA194

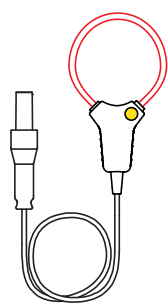
| MiniFlex MA194                                     |                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 100/400/2 000/10 000AAC (beim Modell 1000 mm)                                                          |                                                                                       |
| Messbereich                                        | 50mA bis 2 400AAC                                                                                      |                                                                                       |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | Länge=250mm; Ø=70 mm<br>Länge=350mm; Ø=100 mm<br>Länge=1 000mm, Ø=320 mm                               |                                                                                       |
| Auswirkung der Leiterposition im Wandler           | ≤ 2,5 %                                                                                                |                                                                                       |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >40dB, bei 50/60Hz, bei Berührung des Leiters mit dem Wandler und > 33 dB beim Klickverschluss |                                                                                       |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600V KAT IV, 1 000V KAT III                                      |                                                                                       |

Tabelle 15

**Hinweis:** Die Ströme <0,05% des Nennbereichs werden mit Null angezeigt.  
Nennbereiche nur 50/200/1 000/5 000 AAC bei 400Hz.  
Messbereich 10 000 A funktioniert nur, wenn man es schafft, den Leiter mit MiniFlex zu umschließen

#### d) Stromzange PAC93

**Hinweis:** Bei der Nullpunkteinstellung des Stroms werden die Leistungsberechnungen Null gestellt.

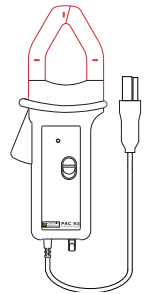
| Stromzange PAC93                                   |                                                                       |                                                                                     |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 1 000 AAC, 1 300 ADC                                                  |  |
| Messbereich                                        | 1 - 1 000 AAC, 1 - 1 300 APEAK AC+DC                                  |                                                                                     |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | Ein 42mm Leiter oder zwei 25,4mm Leiter oder zwei Bus-Leisten 50x5mm. |                                                                                     |
| Auswirkung der Leiterposition in der Klemme        | <0,5%, DC bei 440Hz                                                   |                                                                                     |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >40dB, bei 50/60Hz                                            |                                                                                     |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III     |                                                                                     |

Tabelle 16

**Hinweis:** Die Ströme <1 AAC/DC werden in Wechselstromnetzen mit Null angezeigt.

#### e) Stromzange C193

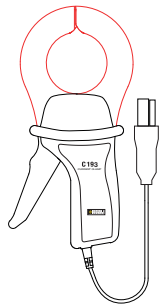
| Stromzange C193                                    |                                                                   |                                                                                      |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 1 000 AAC für $f \leq 1$ kHz                                      |  |
| Messbereich                                        | 1A - 1 200 AAC max ( $I > 1 000A$ max. 5 Minuten)                 |                                                                                      |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | 52mm                                                              |                                                                                      |
| Auswirkung der Leiterposition in der Klemme        | <0,5%, DC bei 440Hz                                               |                                                                                      |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >40dB, bei 50/60Hz                                        |                                                                                      |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600V KAT IV, 1 000V KAT III |                                                                                      |

Tabelle 17

**Hinweis:** Die Ströme < 0,5 A werden mit Null angezeigt.

#### f) Stromzange MN93

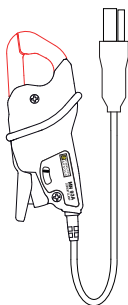
| Stromzange MN93                                    |                                                                   |                                                                                       |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 200 AAC für $f \leq 1$ kHz                                        |  |
| Messbereich                                        | max. 0,5 bis 240 AAC ( $I > 200A$ nicht dauerhaft)                |                                                                                       |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | 20 mm                                                             |                                                                                       |
| Auswirkung der Leiterposition in der Klemme        | <0,5%, bei 50/60Hz                                                |                                                                                       |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >35dB, bei 50/60Hz                                        |                                                                                       |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III |                                                                                       |

Tabelle 18

**Hinweis:** Die Ströme <100mA werden mit Null angezeigt.

## g Stromzange MN93A

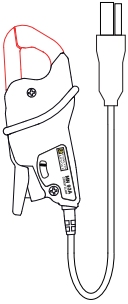
| Stromzange MN93A                                   |                                                                   |                                                                                     |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 5A und 100 AAC                                                    |  |
| Messbereich                                        | Bereich 5A: 0,005 - 6 AAC max<br>Bereich 100 A: 0,2 - 120 AAC max |                                                                                     |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | 20 mm                                                             |                                                                                     |
| Auswirkung der Leiterposition in der Klemme        | <0,5%, bei 50/60Hz                                                |                                                                                     |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >35dB, bei 50/60Hz                                        |                                                                                     |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III |                                                                                     |

Tabelle 19

Der Bereich 5A der Zangen MN93A eignet sich für das Messen der Sekundärströme von Stromwandlern.

**Hinweis:** Die Ströme  $<2,5\text{mA} \times \text{Verhältnis}$  im Bereich 5A und  $<50\text{mA}$  im Bereich 100A werden mit Null angezeigt.

## h) Stromzange E94 mit Adapter

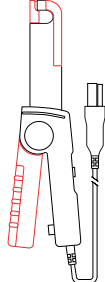
| Stromzange E94                                     |                                                                            |                                                                                      |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 10 AAC/DC und 100 AAC/DC                                                   |  |
| Messbereich                                        | Messbereich 10 A: 0,1 - 10 ASpitze<br>Messbereich 100 A: 0,5 - 100 ASpitze |                                                                                      |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | 11,8 mm                                                                    |                                                                                      |
| Auswirkung der Leiterposition in der Klemme        | < 0,5%                                                                     |                                                                                      |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >33dB, DC - 1kHz                                                   |                                                                                      |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III          |                                                                                      |

Tabelle 20

**Hinweis:** Die Ströme  $<50\text{mA}$  werden in Wechselstromnetzen mit Null angezeigt.

## i) Stromzangen J93

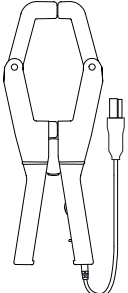
| Stromzangen J93                                    |                                                                   |                                                                                       |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                                        | 3 500 AAC, 5 000 Adc                                              |  |
| Messbereich                                        | 50-3 500 AAC; 50-5 000 Adc                                        |                                                                                       |
| Max. Umschließungsdurchmesser                      | 72 mm                                                             |                                                                                       |
| Auswirkung der Leiterposition in der Klemme        | $< \pm 2\%$                                                       |                                                                                       |
| Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom | typisch >35dB, DC - 2kHz                                          |                                                                                       |
| Sicherheit                                         | IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600V KAT IV, 1 000V KAT III |                                                                                       |

Tabelle 21

**Hinweis:** Die Ströme  $<5\text{A}$  werden in Wechselstromnetzen mit Null angezeigt.

j) Adaptergehäuse 5A und Essailec®

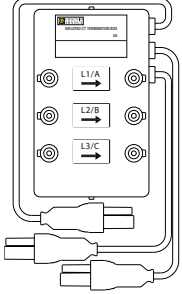
| Adaptergehäuse 5A und Essailec® |                                                    |                                                                                     |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennbereich                     | 5 AAC                                              |  |
| Messbereich                     | 0,005 - 6 AAC                                      |                                                                                     |
| Wandler-Eingänge                | 3                                                  |                                                                                     |
| Sicherheit                      | IEC61010-2-030, Verschmutzungsgrad 2, 300V KAT III |                                                                                     |

Tabelle 22

**Hinweis:** Die Ströme <2.5 mA werden mit Null angezeigt.

### 6.2.4.3. Eigenunsicherheit



Die Eigenunsicherheiten der Strom- und Phasenmessungen und des Geräts müssen für den jeweiligen Wert (Leistung, Energien, Leistungsfaktor,  $\tan \Phi$ , usw.) addiert werden.

Folgende Eigenschaften sind die Bezugsbedingungen der Stromwandler.

#### Eigenschaften der Stromwandler (1V-Ausgabe INenn)

| Strom-<br>wandler                | Nennstrom-<br>stärke   | Strom<br>(RMS oder DC)    | Eigen-<br>Unsicherheit<br>50 ,60Hz | Eigen-<br>Unsicherheit $\varphi$<br>50/60Hz | Typische<br>Abweichung $\varphi$<br>50/60Hz | Typische<br>Abweichung $\varphi$<br>400Hz |
|----------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Zange<br/>PAC193</b>          | 1 000 AAC<br>1 300 ADC | [1A; 50A[                 | $\pm 1,5\% R \pm 1 A$              | -                                           | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [50 A; 100 A[             | $\pm 1,5\% R \pm 1 A$              | $\pm 2,5^\circ$                             | -0,9°                                       | - 4,5°@ 100 A                             |
|                                  |                        | [100 A; 800 A[            | $\pm 2,5\% R$                      | $\pm 2^\circ$                               | - 0,8°                                      |                                           |
|                                  |                        | [800 A; 1000 A[           | $\pm 4\% R$                        |                                             | - 0,65°                                     |                                           |
|                                  |                        | ]1 000 ADC; 1 300<br>ADC[ | $\pm 4\% R$                        | -                                           | -                                           | -                                         |
| <b>Zange<br/>C193</b>            | 1 000 AAC              | [1A; 50A[                 | $\pm 1\% R$                        | -                                           | -                                           | +0,1°@ 1 000A                             |
|                                  |                        | [50 A; 100 A[             | $\pm 0,5\% R$                      | $\pm 1^\circ$                               | + 0,25°                                     |                                           |
|                                  |                        | [100 A; 1200 A[           | $\pm 0,3\% R$                      | $\pm 0,7^\circ$                             | + 0,2°                                      |                                           |
| <b>Zange<br/>MN93</b>            | 200 AAC                | [0.5 A; 5 A[              | $\pm 3\% R \pm 1 A$                | -                                           | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [5 A; 40 A[               | $\pm 2,5\% R \pm 1 A$              | $\pm 5^\circ$                               | + 2°                                        | -1,5°@ 40A                                |
|                                  |                        | [40 A; 100 A[             | $\pm 2\% R \pm 1 A$                | $\pm 3^\circ$                               | + 1,2°                                      | -0,8°@ 100A                               |
|                                  |                        | [100 A; 240 A[            | $\pm 1\% R \pm 1 A$                | $\pm 2,5^\circ$                             | $\pm 0,8^\circ$                             | -1°@ 200A                                 |
| <b>Zange<br/>MN93A</b>           | 100 AAC                | [200 mA; 5 A[             | $\pm 1\% R \pm 2 mA$               | $\pm 4^\circ$                               | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [5 A; 120 A[              | $\pm 1\% R$                        | $\pm 2,5^\circ$                             | + 0,75°                                     | -0,5°@100A                                |
|                                  | 5 AAC                  | [5 mA; 250 mA[            | $\pm 1,5\% R \pm 0,1 mA$           | -                                           | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [250 mA; 6 A[             | $\pm 1\% R$                        | $\pm 5^\circ$                               | + 1,7°                                      | -0,5°@ 5A                                 |
| <b>Zange<br/>E94</b>             | 100 AAC/DC             | [50 mA; 40 A[             | $\pm 4\% R \pm 50 mA$              | $\pm 1^\circ$                               | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [40 A; 100 A[             | $\pm 15\% R$                       | $\pm 1^\circ$                               | -                                           | -                                         |
|                                  | 10 AAC/DC              | [50 mA; 10 A[             | $\pm 3\% R \pm 50 mA$              | $\pm 1,5^\circ$                             | -                                           | -                                         |
| <b>Zangen<br/>J93</b>            | 3 500 AAC<br>5 000 ADC | [50 A; 250 A[             | $\pm 2\% R \pm 2,5 A$              | $\pm 3^\circ$                               | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [250 A; 500 A[            | $\pm 1,5\% R \pm 2,5 A$            | $\pm 2^\circ$                               | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [500 A; 3500 A[           | $\pm 1\% R$                        | $\pm 1,5^\circ$                             | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | ]3500 ADC; 5000 ADC[      | $\pm 1\% R$                        | -                                           | -                                           | -                                         |
| <b>Adapter<br/>5A/ Essailec®</b> | 5 AAC                  | [5 mA; 250 mA[            | $\pm 0,5\% R \pm 2 mA$             | $\pm 0,5^\circ$                             | -                                           | -                                         |
|                                  |                        | [250 mA; 6 A[             | $\pm 0,5\% R \pm 1 mA$             | $\pm 0,5^\circ$                             |                                             |                                           |

Tabelle 23

## Eigenschaften von AmpFlex® und MiniFlex

| Strom-<br>wandler                   | Nennstrom-<br>stärke    | Strom<br>(RMS oder DC) | Eigen-<br>Unsicherheit<br>50/60Hz | Eigen-<br>Unsicherheit<br>400Hz | Eigen-<br>Unsicherheit $\varphi$<br>50/60Hz | Typische<br>Abweichung $\varphi$<br>400Hz |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>AmpFlex®<br/>A196A<br/>A193</b>  | 100 AAC                 | [200 mA; 5 A]          | $\pm 1,2 \% R \pm 50 \text{ mA}$  | $\pm 2 \% R \pm 0,1 \text{ A}$  | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [5A; 120A] *           |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
|                                     | 400 AAC                 | [0,8 A; 20 A]          | $\pm 1,2 \% R \pm 0,2 \text{ A}$  | $\pm 2 \% R \pm 0,4 \text{ A}$  | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [20 A; 500 A] *        |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
|                                     | 2 000 AAC               | [4 A; 100 A]           | $\pm 1,2 \% R \pm 1 \text{ A}$    | $\pm 2 \% R \pm 2 \text{ A}$    | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [100 A; 2 400 A] *     |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
|                                     | 10 000 AAC              | [20 A; 500 A]          | $\pm 1,2 \% R \pm 5 \text{ A}$    | $\pm 2 \% R \pm 10 \text{ A}$   | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [500 A; 12 000 A] *    |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
| <b>MiniFlex<br/>MA196<br/>MA194</b> | 100 AAC                 | [200 mA; 5 A]          | $\pm 1 \% R \pm 50 \text{ mA}$    | $\pm 2 \% R \pm 0,1 \text{ A}$  | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [5A; 120A] *           |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
|                                     | 400 AAC                 | [0,8 A; 20 A]          | $\pm 1 \% R \pm 0,2 \text{ A}$    | $\pm 2 \% R \pm 0,4 \text{ A}$  | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [20 A; 500 A] *        |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
|                                     | 2 000 AAC               | [4 A; 100 A]           | $\pm 1 \% R \pm 1 \text{ A}$      | $\pm 2 \% R \pm 2 \text{ A}$    | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [100 A; 2 400 A] *     |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |
|                                     | 10 000 AAC <sup>1</sup> | [20 A; 500 A]          | $\pm 1 \% R \pm 1 \text{ A}$      | $\pm 2 \% R \pm 2 \text{ A}$    | -                                           | -                                         |
|                                     |                         | [500 A; 12 000 A] *    |                                   |                                 | $\pm 0,5^\circ$                             | - 0,5°                                    |

Tabelle 24

1: Wenn man es schafft, den Leiter zu umschließen.



Bei 400 Hz sind die Nennbereiche halbiert (\*).

### Beschränkung der AmpFlex® und MiniFlex

Wie bei allen Rogowski-Sensoren ist die Ausgangsspannung von AmpFlex® und MiniFlex proportional abhängig von der Frequenz. Bei hohem Strom und hoher Frequenz kann es am Stromeingang der Geräte zu Sättigung kommen.

Um eine Sättigung zu vermeiden, ist Folgendes zu berücksichtigen:

$$\sum_{n=1}^{n=\infty} [n \cdot I_n] < I_{\text{nom}}$$

Wobei:  $I_{\text{nom}}$  Messbereich des Stromwandlers  
 $n$  Ordnungszahl der Oberschwingung  
 $I_n$  Stromwert der Oberschwingung der Ordnungszahl  $n$

So muss z. B. der Eingangsstrombereich eines Stromstellers fünfmal kleiner sein als der gewählte Strombereich des Gerätes.

Hierbei nicht berücksichtigt ist die Bandbreitengrenze des Geräts, die zu weiteren Fehlern führen kann.

## 6.3. KOMMUNIKATION

### 6.3.1. USB

Anschlusstyp B  
USB 2

### 6.3.2. NETZ

RJ 45-Stecker mit zwei eingebauten LEDs  
Ethernet 100 Base T

### 6.3.3. WLAN

2,4GHz-Band IEEE 802.11 B/G/N Radio  
TX-Leistung: +17dBm  
RX-Empfindlichkeit: -97dBm  
DÜ-Rate: max. 72,2 Mb/sec  
Sicherheit: WPA/WPA2  
Access Point (AP): bis fünf Clients

## 6.4. STROMVERSORGUNG

### Versorgung über Netzanschluss

- **Betriebsspanne:** 100V - 1 000V bei 42,5 - 69Hz Frequenz  
100V - 600V bei 340 - 460Hz Frequenz  
140V - 1 000V bei DC
- **Maximale Leistung:** 30 VA

### Externes Spezial-Netzteil PA30W (optional)

- 600 V Kategorie IV – 1000 V Kategorie III.
- Betriebsbereich: von 90 bis 264 VAc @ 50/60 Hz.
- Max. Eingangsleistung: 65 VA.
- Ausgangsspannung: 15 VDC.

### Akku

- Typ: Aufladbarer NiMH-Akku
- Mass: Ca. 200 g
- Akku-Ladezyklen: > 1 000
- Ladezeit ca. 5 Std.
- Ladetemperatur -20 bis +55°C
- Betriebsautonomie: ohne Wi-Fi ca. 1 Stunde



Die Echtzeituhr eines ausgeschalteten Geräts bleibt über 20 Tage aufrecht erhalten.

---

## 6.5. MECHANISCHE DATEN

- **Abmessungen:** 270mm (+50mm mit Messleitungen)×245mm×180mm
- **Mass:** Ca. 3,4kg
- **Fallfestigkeit:** 20cm in der ungünstigsten Position ohne dauerhafte mechanische Schäden bzw. Funktionsbeeinträchtigung.  
1m in der Verpackung.
- **Schutzart gemäß IEC60529**
  - IP 67: Gerätedeckel geschlossen, Spannungsdrähte angeschraubt und AmpFlex® A196A-Leitungen geschraubt;
  - IP 67: Gerätedeckel geschlossen, Schutzstöpsel angebracht.
  - IP 54: Gerätedeckel offen, Gerät steht waagrecht, Schutzstöpsel angebracht.
  - IP 40: Gerätedeckel offen, Gerät steht waagrecht, Schutzstöpsel nicht angebracht.

## 6.6. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

- Verwendung in Innenräumen und im Freien.
- **Höhenlage:**
  - Betrieb: 0 - 2 000m
  - Lagerung: 0 - 10 000m

- **Temperatur und relative Feuchte**

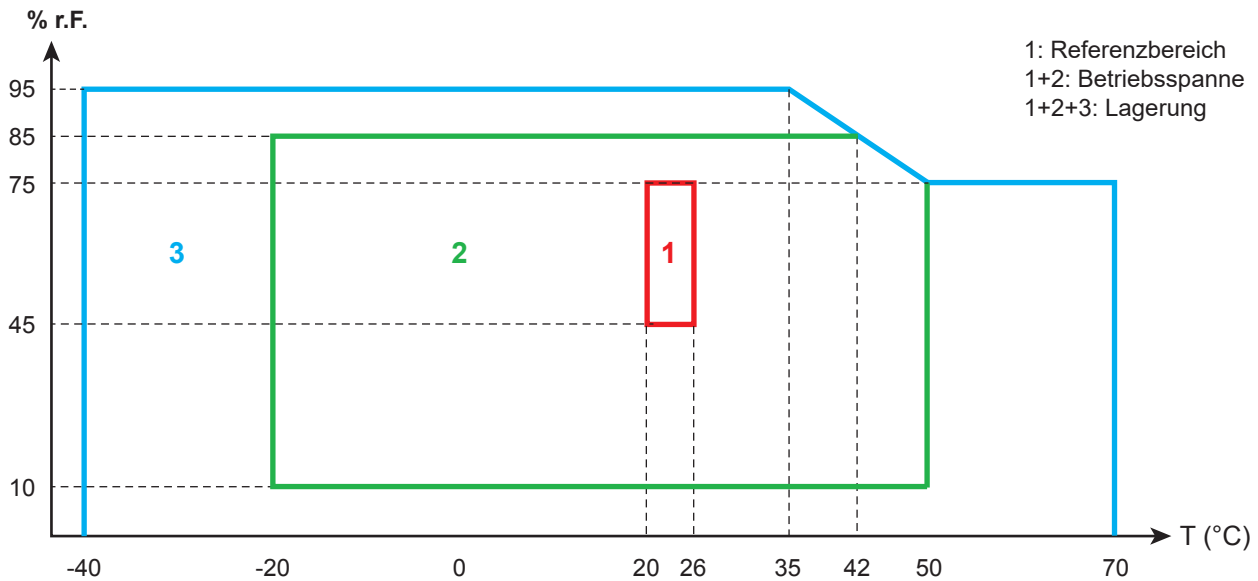


Abbildung 36

## 6.7. ELEKTRISCHE SICHERHEIT

Die Geräte erfüllen die Norm IEC/EN 61010-2-030 oder BS EN 61010-2-030:

- Messeingänge und Gehäuse: 1 000V Überspannungskategorien IV, Verschmutzungsgrad 3 (4 bei geschlossenem Gerät)
- Stromversorgung: 1 000V Überspannungskategorien IV, Verschmutzungsgrad 2

Die Stromwandler erfüllen die Norm IEC/EN 61010-2-032 oder BS EN 61010-2-032.

Die Prüfdrähte und Krokodilklemmen erfüllen die Norm IEC/EN 61010-031 oder BS EN 61010-031.

## 6.8. ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Emissivität und Immunität im industriellen Umfeld entsprechen der Norm IEC/EN 61326-1 oder BS/EN 61326-1.

Mit AmpFlex® und MiniFlex: Typischerweise 0,5% Messeinfluss am Endwert, wobei 5A der Höchstwert ist.

## 6.9. FUNKEMISSION

Die Geräte erfüllen die RED-Richtlinie 2014/53/EU und die FCC-Vorschriften.

Wi-Fi: FCC-Zertifizierung QQQWF121

## 6.10. SPEICHERKARTE

Der PEL funktioniert mit FAT32-formatierten SD, SDHC und SDXC-Karten und mit bis zu 32 Gb Kapazität. SDXC-Karten müssen im Gerät formatiert werden.

Einlegen und Herausnehmen: 1 000 Mal.

Das Übertragen größerer Datenmengen kann lange dauern. Manche Computer stoßen bei solchen Datenmengen an ihre Grenzen und Tabellenkalkulationsprogramme verarbeiten nur eine beschränkte Datenmenge.

Daher empfehlen wir, die Daten zuerst auf der SD-Karte zu optimieren und nur die tatsächlich benötigten Messungen abzuspeichern. Zur Information: 5 Tage Aufzeichnung, Aggregationszeitraum 15 Minuten, Aufzeichnung der „1s“- und Oberschwingungsdaten, für

4-Leiter-Drehstromnetz belegt rund 530 Mb. Ohne Oberschwingungen sinkt die nötige Speicherkapazität auf rund 67 Mb.

Wenn diese also nicht unbedingt benötigt werden, sollte ihre Aufzeichnung deaktiviert werden. Maximale Aufzeichnungsdauern für eine 2 Gb-Karte:

- 19 Tage Aufzeichnung wenn Aggregationszeitraum 1 Minute, mit „1s“- und Oberschwingungsdaten.
- 12 Wochen Aufzeichnung wenn Aggregationszeitraum 1 Minute, mit „1s“-Werten aber ohne und Oberschwingungsdaten.
- 2 Jahre wenn Aggregationszeitraum 1 Minute.

Es sollten nicht mehr als 32 Aufzeichnungen auf der SD-Karte gespeichert werden.

Bei Aufzeichnungen mit Oberschwingen oder langer Laufzeit (über eine Woche) müssen SDHC-Karten Kl. 4 oder höher verwendet werden.

Bei umfangreichen Aufzeichnungen raten wir von Wi-Fi-Verbindungen zum Übertragen ab, weil das zu lange dauern würde. Wenn dies unumgänglich ist, sollte man sich überlegen, ob die „1s“-Daten und Oberschwingungen tatsächlich benötigt werden, denn ohne diese Daten belegt dieselbe 30-tägige Aufzeichnung nur mehr 2,5 Mb.

USB- oder Ethernet-Verbindungen hingegen sind für die Datenübertragung möglicherweise tragbar, je nach Aufzeichnungsdauer und Netzgeschwindigkeit.

Wir empfehlen jedoch, die Karte direkt in den PC bzw. den SD/USB-Adapter einzulegen, so werden die Daten am schnellsten übertragen.

## 7. WARTUNG

---



**Mit Ausnahme der Dichtungen an den Verbindungssteckern und der Schutzstöpsel dürfen keine Geräteteile von unqualifiziertem, nicht zugelassenem Personal ausgetauscht werden. Jeder unzulässige Eingriff oder Austausch von Teilen durch sog. „gleichwertige“ Teile kann die Gerätesicherheit schwerstens gefährden.**

---

Überprüfen Sie regelmäßig die O-Ringe an den Drähten. Bei Brechen der Dichtungen ist die Dichtheit nicht mehr gewährleistet.

### 7.1. REINIGUNG

---



**Trennen Sie das Gerät von jedem Anschluss.**

---

Verwenden Sie ein weiches, leicht mit Seifenwasser befeuchtetes Tuch zur Reinigung. Mit einem feuchten Lappen abwischen und kurz danach mit einem trockenen Tuch oder in einem Luftstrom trocknen. Zur Reinigung weder Alkohol, noch Lösungsmittel oder Benzin verwenden.

Das Gerät nicht mit feuchten Buchsen oder Tastenfeld benutzen. Immer zuerst trocknen!

Für Stromwandler:

- Achten Sie darauf, dass keine Fremdkörper den Schließmechanismus des Stromwandlers behindern.
- Halten Sie die Luftspalte der Zange tadellos sauber. Zange vor Spritzwasser schützen.

### 7.2. AKKU

Das Gerät ist mit einem NiMH-Akku ausgestattet. Diese Technologie bietet mehrere Vorteile:

- Lange Betriebsdauer bei geringem Platzbedarf und Gewicht.
- Verringerter Memory-Effekt: Sie können den Akku jederzeit nachladen, auch wenn er noch nicht ganz entladen ist.
- Umweltschutz: Keine umweltschädlichen Stoffe (Blei, Kadmium) gemäß den anwendbaren Richtlinien.

Nach längerer Nichtbenutzung des Geräts kann sich der Akku vollständig entladen. In diesem Fall kann der Aufladevorgang mehrere Stunden dauern. In diesem Fall erreicht der Akku erst nach fünf Entlade-/Ladezyklen wieder 95 % seiner Kapazität.

Mit folgenden Tipps können Sie die Akku-Nutzung optimieren und die Lebensdauer Ihrer Akkus verlängern:

- Das Gerät nur bei Temperaturen zwischen -20 und 55°C aufladen.
- Achten Sie auf die Bedingungen für den Gerätebetrieb.
- Achten Sie auf die Bedingungen für die Gerätelagerung.

### 7.3. AKTUALISIERUNG DER EINGEBAUTEN SOFTWARE

Um mit den technischen Entwicklungen laufend Schritt zu halten und um Ihnen den bestmöglichen Service im Hinblick auf Leistung und Aktualisierung Ihres Geräts zu bieten, können Sie die Software in Ihrem Gerät jederzeit kostenlos durch Download von unserer Website aktualisieren.

Rufen Sie dazu unsere Website auf:

[www.chauvin-arnoux.com](http://www.chauvin-arnoux.com)

Dann gehen Sie in der Rubrik **Software-Support** auf **Software-Downloads**, **PEL115**.

Schließen Sie Ihr Gerät mit dem mitgelieferten USB-Anschlusskabel an Ihren PC an.

Die PEL-Transfer-Software informiert Sie, wenn ein Update bereit steht und installiert es problemlos.

---



**Bei einer Aktualisierung der Software können die benutzerspezifische Konfiguration des Geräts und die gespeicherten Messdaten verloren gehen. Sichern Sie diese Daten daher vorher auf Ihrem PC bevor Sie mit der Aktualisierung beginnen.**

---

## 8. GARANTIE

---

Unsere Garantie erstreckt sich, soweit nichts anderes ausdrücklich gesagt ist, auf eine Dauer von **24 Monaten** nach Überlassung des Geräts. Den Auszug aus unseren Allgemeinen Verkaufsbedingungen finden Sie auf unserer Website.

[www.group.chauvin-arnoux.com/de/allgemeine-geschaeftsbedingungen](http://www.group.chauvin-arnoux.com/de/allgemeine-geschaeftsbedingungen)

Eine Garantieleistung ist in folgenden Fällen ausgeschlossen:

- Bei unsachgemäßer Benutzung des Geräts oder Benutzung in Verbindung mit einem inkompatiblen anderen Gerät.
- Nach Änderungen am Gerät, die ohne ausdrückliche Genehmigung des Herstellers vorgenommen wurden.
- Nach Eingriffen am Gerät, die nicht von vom Hersteller dafür zugelassenen Personen vorgenommen wurden.
- Nach Anpassungen des Geräts an besondere Anwendungen, für die das Gerät nicht bestimmt ist oder die nicht in der Bedienungsanleitung genannt sind.
- In Fällen von Stößen, Stürzen oder Wasserschäden.



#### 9.1.2.2. Abtastrate sperren

- Standardmäßig ist die Abtastrate an V1 gebunden.
- Wenn V1 nicht vorhanden ist, versucht sie zuerst V2, dann V3, I1, I2 und I3.

#### 9.1.2.3. AC/DC

PEL führt AC- und DC-Messungen in Wechselstrom- und Gleichstromnetzen durch. Der Benutzer legt fest, ob AC oder DC gemessen wird.

PEL-Transfer liefert die AC + DC Werte.

#### 9.1.2.4. Strom des Neutralleiters

Je nach Versorgungsnetz wird, wenn kein Stromwandler an  $I_N$  vorhanden ist, der Strom des Neutralleiters berechnet.

#### 9.1.2.5. Mengen „200ms“

Das Gerät berechnet ausgehend von den im Zeitraum (10 Zyklen für 50Hz, 12 Zyklen für 60Hz und 80 Zyklen für 400 Hz) vorgenommenen Messungen im 200ms-Takt folgende Mengen (gem. TabelleTabelle 25).

Mengen „200ms“ dienen:

- Tendenzen über „1s“
- als Wertesammlung für aggregierte Werte „1s“ (siehe Abs. 9.1.2.6)

Alle „200ms“ Mengen werden während der Speichervorgangs auf der SD-Karte aufgezeichnet.

#### 9.1.2.6. Mengen „1s“ (eine Sekunde)

Das Gerät berechnet ausgehend von den im Zeitraum (50 Zyklen für 50Hz, 60 Zyklen für 60Hz und 400 Zyklen für 400Hz) vorgenommenen Messungen im Sekundentakt folgende Mengen (gem. TabelleTabelle 25).

Die „1s“ Mengen dienen:

- als Echtzeitwerte
- Tendenzen
- als Wertesammlung für aggregierte Werte (siehe Abs. 9.1.2.7)
- zur Bestimmung der Min.- und Max.-Werte für „aggregierte“ Entwicklungswerte.

Alle „1s“ Mengen werden während des Speichervorgangs auf der SD-Karte aufgezeichnet.

#### 9.1.2.7. Aggregation

Aggregierte Mengen sind Werte, die über einen bestimmten Zeitraum nach den Formeln in Tabelle Tabelle 26 berechnet werden.

Der Aggregationszeitraum beginnt immer mit der vollen Stunde oder Minute. Der Aggregationszeitraum ist für alle Mengen gleich lang. Folgende Zeiträume sind möglich: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 und 60 min.

Alle aggregierten Mengen werden während des Speichervorgangs auf der SD-Karte aufgezeichnet. Sie können in PEL-Transfer aufgerufen werden (siehe Abs. 5).

#### 9.1.2.8. Min. und Max.

Min. und Max. sind die Minimal- und Maximalwerte der „1s“ Mengen für den betrachteten Aggregationszeitraum. Diese Werte werden mit Datum und Uhrzeit abgespeichert (siehe Tabelle Tabelle 26). Die Höchstwerte gewisser aggregierter Werte werden direkt am Gerät angezeigt.

#### 9.1.2.9. Berechnung der Energien

Die Energien werden im Sekundentakt berechnet.

Die Gesamtenergie entspricht dem Bedarf im Verlauf des Speichervorgangs.

Die Teilenergie lässt sich für eine bestimmte Integrationsperiode festlegen. Folgende Zeiträume sind möglich: 1 Std., 1 Tag, 1 Woche bzw. 1 Monat. Der Teilenergieindex ist nur in Echtzeit verfügbar, er wird nicht aufgezeichnet.

Der Gesamtenergieindex steht mit den Daten des Speichervorgangs jedoch zur Verfügung.

## 9.2. MESSFORMELN

Die meisten Formeln stammen aus der Norm IEEE 1459.

Der PEL misst 128 Samples pro Zyklus (16 bei 400Hz) und berechnet die folgenden Mengen pro Zyklus. Auf diese Werte hat der Benutzer keinen Zugriff.

Anschließend berechnet PEL einen aggregierten Wert über 10 Zyklen (50Hz), 12 Zyklen (60Hz) oder 80 Zyklen (400Hz), (Mengen „200ms“), und dann über 50 Zyklen (50Hz), 60 Zyklen (60Hz) oder 400 Zyklen (400Hz), (Mengen „1s“).

| Mengen                                                                             | Formeln                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Kommentare                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AC-Messungen</b>                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |
| Scheitelfaktor Spannung AC ( $V_{L-CF}$ )                                          | $V_{L-CF}[T] = \frac{\frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n V_{L-peak\ x}}{V_L}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | L=1, 2 od. 3                                                                                                      |
| Inverse Unsymmetrie Spannung AC ( $u_2$ )                                          | $u_2 = 100 \times \frac{V^-}{V^+}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | *                                                                                                                 |
| Homopolare Unsymmetrie Spannung AC ( $u_0$ )                                       | $u_0 = 100 \times \frac{V^0}{V^+}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | *                                                                                                                 |
| Scheitelfaktor des Stroms ( $I_{L-CF}$ )                                           | $I_{L-CF}[T] = \frac{\frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n I_{L-peak\ x}}{I_L}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | L=1, 2 od. 3                                                                                                      |
| Inverse Unsymmetrie Strom AC ( $i_2$ )                                             | $i_2 = 100 \times \frac{I^-}{I^+}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | *                                                                                                                 |
| Homopolare Unsymmetrie Strom AC ( $i_0$ )                                          | $i_0 = 100 \times \frac{I^0}{I^+}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | *                                                                                                                 |
| AC-Blindleistung ( $Q_L$ )                                                         | $Q_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \sin \phi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$<br>$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | L=1, 2 od. 3                                                                                                      |
| AC-Scheinleistung ( $S_L$ )                                                        | $S_L = V_L \times I_L$<br>$S_T = S_1 + S_2 + S_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | L=1, 2 od. 3                                                                                                      |
| Grundschwingungswinkel<br>$\phi(I_L, V_L)$<br>$\phi(I_L, I_M)$<br>$\phi(I_M, V_M)$ | FFT-Berechnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\phi$ ist die Phasenverschiebung zwischen dem Grundschwingungsstrom $I_L$ und der Grundschwingungsspannung $V_L$ |
| AC-Blindleistung ( $N_L$ )                                                         | $N_L = \sqrt{S_L^2 - P_L^2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                   |
| AC-Verzerrungsleistung ( $D_L$ )                                                   | $D_L = \sqrt{N_L^2 - Q_L^2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                   |
| Quadrant (q)                                                                       | Quadranten sind wie folgt definiert:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>■ wenn <math>Pf_L[10/12] &gt; 0</math> und <math>Q_L[10/12] &gt; 0</math>: Quadrant 1</li> <li>■ wenn <math>Pf_L[10/12] &gt; 0</math> und <math>Q_L[10/12] &lt; 0</math>: Quadrant 2</li> <li>■ wenn <math>Pf_L[10/12] &lt; 0</math> und <math>Q_L[10/12] &gt; 0</math>: Quadrant 3</li> <li>■ wenn <math>Pf_L[10/12] &lt; 0</math> und <math>Q_L[10/12] &lt; 0</math>: Quadrant 4</li> </ul> |                                                                                                                   |
| AC-Grundwirkleistung ( $Pf_L$ )                                                    | $Pf_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \cos \phi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$<br>$Pf_T = Pf_1 + Pf_2 + Pf_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | L=1, 2 od. 3                                                                                                      |
| Direkte AC-Grundwirkleistung ( $P^+$ )                                             | $P^+ = 3 \times V^+ \times I^+ \times \cos \theta(I^+, V^+)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                   |

| Mengen                                                   | Formeln                                                                                                                                                                                                    | Kommentare      |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| AC-Grundscheinleistung ( $Sf_L$ )                        | $Sf_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1}$ $Sf_T = Sf_1 + Sf_2 + Sf_3$                                                                                                                                              | L=1, 2 od. 3    |
| AC-Leistungsfaktor ( $PF_L$ )                            | $PF_L = \frac{P_L}{S_L}$                                                                                                                                                                                   | L=1, 2 od. 3    |
| AC -Wirkleistungen Unsymmetrie ( $P_U$ )                 | $P_U = Pf_T - P^+$                                                                                                                                                                                         |                 |
| AC-Wirkleistungen Oberschwingungen ( $P_H$ )             | $P_H = P_T - Pf_T$                                                                                                                                                                                         |                 |
| DPF <sub>L</sub> / Cos $\varphi_L$ AC                    | $DPF_L = \cos \varphi_L = \cos \varphi (I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $\cos \varphi_T = \frac{Pf_T}{Sf_T}$                                                                                                          | L=1, 2 od. 3    |
| Tan $\Phi$ AC                                            | $\tan \Phi = \frac{Q_T}{P_T}$                                                                                                                                                                              |                 |
| <b>DC-Messungen</b>                                      |                                                                                                                                                                                                            |                 |
| DC-Spannung ( $V_{Ldc}$ )                                | $V_{Ldc}[T] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n V_{Ldc.x}$                                                                                                                                                   | L=1, 2, 3 od. E |
| DC-Strom ( $I_{Ldc}$ )                                   | $I_{Ldc}[T] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n I_{Ldc.x}$ <p>Wenn an <math>I_N</math> kein Stromwandler liegt, wird <math>I_N</math> berechnet:<br/> <math>I_{Ndc} = I_{1dc} + I_{2dc} + I_{3dc}</math></p> | L=1, 2, 3 od. N |
| <b>Energiemessungen</b>                                  |                                                                                                                                                                                                            |                 |
| AC-Wirkenergie-Verbrauch (von der Last) ( $E_{p+}$ )     | $E_{p+} = \sum P_{T+x}$                                                                                                                                                                                    |                 |
| AC-Wirkenergie-Lieferung (von der Quelle) ( $E_{p-}$ )   | $E_{p-} = (-1) \times \sum P_{T-x}$                                                                                                                                                                        |                 |
| AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 1 ( $E_{Q1}$ )    | $E_{Q1} = \sum Q_{Tq1x}$                                                                                                                                                                                   |                 |
| AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 2 ( $E_{Q2}$ )    | $E_{Q2} = \sum Q_{Tq2x}$                                                                                                                                                                                   |                 |
| AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 3 ( $E_{Q3}$ )    | $E_{Q3} = (-1) \times \sum Q_{Tq3x}$                                                                                                                                                                       |                 |
| AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 4 ( $E_{Q4}$ )    | $E_{Q4} = (-1) \times \sum Q_{Tq4x}$                                                                                                                                                                       |                 |
| AC-Scheinenergie-Verbrauch (von der Last) ( $E_{s+}$ )   | $E_{s+} = \sum S_{T+x}$                                                                                                                                                                                    |                 |
| AC-Scheinenergie-Lieferung (von der Quelle) ( $E_{s-}$ ) | $E_{s-} = \sum S_{T-x}$                                                                                                                                                                                    |                 |
| DC-Energie-Verbrauch (von der Last) ( $E_{pdc+}$ )       | $E_{pdc+} = \sum P_{Tdc+x}$                                                                                                                                                                                |                 |
| DC-Energie-Verbrauch (von der Last) ( $E_{pdc-}$ )       | $E_{pdc-} = (-1) \times \sum P_{Tdc-x}$                                                                                                                                                                    |                 |

Tabelle 25

T ist der Zeitraum

n ist die Sample- Anzahl

\*: Direkte, inverse und homopolare ( $V^+$ ,  $I^+$ ,  $V^-$ ,  $I^-$ ,  $V^0$ ,  $I^0$ ) Spannungen und Ströme werden mit der Fortescue-Transformation berechnet.

$V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  sind die Spannungen Phase-Null der gemessenen Anlage. [ $V_1=V_{L1-N}$ ;  $V_2=V_{L2-N}$ ;  $V_3=V_{L3-N}$ ].

Die Kleinbuchstaben  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  bezeichnen die abgetasteten Werte.

$U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{31}$  sind die Spannungen zwischen den Phasen der gemessenen Anlage.

Die Kleinbuchstaben bezeichnen die abgetasteten Werte [ $u_{12}=v_1-v_2$ ;  $u_{23}=v_2-v_3$ ;  $u_{31}=v_3-v_1$ ].

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> sind die Ströme in den Phasenleitern der gemessenen Anlage.

I<sub>N</sub> ist der Strom in den Nullleitern der gemessenen Anlage.

Die Kleinbuchstaben i<sub>1</sub>, i<sub>2</sub>, i<sub>3</sub> bezeichnen die abgetasteten Werte.

Bei einigen Leistungsgrößen werden die Mengen „Last“ und „Quelle“ für aggregierte Werte ab „1s“ Werten gesondert aufgezeichnet.

| Mengen                                                                | Formeln                                                                                         | Kommentare                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AC-Messungen</b>                                                   |                                                                                                 |                                                                                                                                      |
| AC-Wirkleistung-Verbrauch (von der Last) (P <sub>L+</sub> )           | $P_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L+x}$                                              | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                                      |
| AC-Wirkleistung-Lieferung (von der Quelle) (P <sub>L-</sub> )         | $P_{L-} = (-1) \times \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L-x}$                                  | P <sub>L-</sub> > 0<br>L=1, 2, 3 od. T                                                                                               |
| AC-Blindleistung-Verbrauch (von der Last) (Q <sub>L+</sub> )          | $Q_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Q_{L+x}$                                              | Q <sub>L+</sub> ist entweder >0 oder <0<br>Q <sub>L+</sub> [agg] = Q <sub>L1</sub> [agg] - Q <sub>L4</sub> [agg]<br>L=1, 2, 3 od. T  |
| AC-Blindleistung-Lieferung (von der Quelle) (Q <sub>L-</sub> )        | $Q_{L-} = (-1) \times \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Q_{L-x}$                                  | Q <sub>L-</sub> ist entweder >0 oder <0<br>Q <sub>L-</sub> [agg] = -Q <sub>L2</sub> [agg] - Q <sub>L3</sub> [agg]<br>L=1, 2, 3 od. T |
| AC-Scheinleistung-Verbrauch (von der Last) (S <sub>L+</sub> )         | $S_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L+x}$                                              | S <sub>L+</sub> wird zur Berechnung des PF <sub>L+</sub> und von E <sub>L+</sub> herangezogen.<br>L=1, 2, 3 od. T                    |
| AC-Scheinleistung-Lieferung (von der Quelle) (S <sub>L-</sub> )       | $S_{L-} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L-x}$                                              | S <sub>L-</sub> wird zur Berechnung des PF <sub>L-</sub> und von E <sub>L-</sub> herangezogen.<br>L=1, 2, 3 od. T                    |
| AC-Grundwirkleistung-Verbrauch (von der Last) (Pf <sub>L+</sub> )     | $Pf_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Pf_{L+x}$<br>$Pf_{T+} = Pf_{1+} + Pf_{2+} + Pf_{3+}$ | L=1, 2 od. 3                                                                                                                         |
| AC-Grundwirkleistung-Lieferung (von der Quelle) (Pf <sub>L-</sub> )   | $Pf_{L-} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Pf_{L-x}$                                            | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                                      |
| AC-Grundscheinleistung-Verbrauch (von der Last) (Sf <sub>L+</sub> )   | $Sf_{L+} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Sf_{L+x}$                                            | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                                      |
| AC-Grundscheinleistung-Lieferung (von der Quelle) (Sf <sub>L-</sub> ) | $Sf_{L-} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n Sf_{L-x}$<br>$Sf_{T-} = Sf_{1-} + Sf_{2-} + Sf_{3-}$ | L=1, 2 od. 3                                                                                                                         |
| AC-Leistungsfaktor-Verbrauch (von der Last) (PF <sub>L+</sub> )       | $PF_{L+} = \frac{P_{L+}}{S_{L+}}$                                                               | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                                      |
| AC-Leistungsfaktor-Lieferung (von der Quelle) (PF <sub>L-</sub> )     | $PF_{L-} = \frac{P_{L-}}{S_{L-}}$                                                               | PF <sub>L-</sub> > 0<br>L=1, 2, 3 od. T                                                                                              |
| Cos φ <sub>L</sub> AC Verbrauch (von der Last) (Cos φ <sub>L+</sub> ) | $Cos \varphi_{L+} = \frac{Pf_{L+}}{Sf_{L+}}$                                                    | L=1, 2, 3 od. T                                                                                                                      |
| Cos φ <sub>L</sub> AC Verbrauch (von der Last) (Cos φ <sub>L-</sub> ) | $Cos \varphi_{L-} = \frac{Pf_{L-}}{Sf_{L-}}$                                                    | Cos φ <sub>L-</sub> > 0<br>L=1, 2, 3 od. T                                                                                           |
| Tan Φ AC Verbrauch (von der Last) (Φ <sub>+</sub> )                   | $Tan \Phi_{+} = \frac{Q_{T+}}{P_{T+}}$                                                          |                                                                                                                                      |

| Mengen                                                            | Formeln                                                                | Kommentare      |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Tan $\Phi$ AC Verbrauch (von der Last)<br>( $\Phi$ -)             | $\tan \Phi = \frac{Q_{T-}}{P_{T-}}$                                    |                 |
| <b>DC-Messungen</b>                                               |                                                                        |                 |
| DC-Wirkleistung-Verbrauch (von der Last) ( $P_{L+dc}$ )           | $P_{L+d.c.} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L+d.c.x}$             | L=1, 2, 3 od. T |
| DC-Wirkleistung-Lieferung (von der Quelle) ( $P_{L-dc}$ )         | $P_{L-d.c.} = (-1) \times \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n P_{L-d.c.x}$ | L=1, 2, 3 od. T |
| <b>AC/DC-Messungen</b>                                            |                                                                        |                 |
| AC/DC-Wirkleistung-Verbrauch (von der Last) ( $P_{L+ac+dc}$ )     | $P_{L+a.c.+d.c.} = P_{L+} + P_{L+d.c.}$                                | L=1, 2, 3 od. T |
| AC/DC-Wirkleistung-Lieferung (von der Quelle) ( $P_{L-ac+dc}$ )   | $P_{L-a.c.+d.c.} = P_{L-} + P_{L-d.c.}$                                | L=1, 2, 3 od. T |
| AC/DC-Scheinleistung-Verbrauch (von der Last) ( $S_{L+ac+dc}$ )   | $S_{L+a.c.+d.c.} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L+a.c.+d.c.x}$   | L=1, 2, 3 od. T |
| AC/DC-Scheinleistung-Lieferung (von der Quelle) ( $S_{L-ac+dc}$ ) | $S_{L-a.c.+d.c.} = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n S_{L-a.c.+d.c.x}$   | L=1, 2, 3 od. T |

Tabelle 26

+ = Last

- = Quelle

q = Quadrant = 1, 2, 3 oder 4

### 9.3. ZULÄSSIGE STROMNETZE

Folgende Versorgungsnetze werden gestützt:

| Versorgungsnetz                                         | Abkürzung        | Phasenfolge | Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Referenzdarstellung |
|---------------------------------------------------------|------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Einphasig (einphasig 2 Leiter)                          | 1P-2W            | Nein        | Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen. Der Strom wird am Leiter L1 gemessen.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Siehe Abs. 4.1.1.   |
| Zweiphasig (split-phase einphasig 3 Leiter)             | 1P-3W            | Nein        | Die Spannung wird zwischen L1, L2 und N gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1 und L2 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird gemessen oder berechnet:<br>$i_N = i_1 + i_2$                                                                                                                                                                        | Siehe Abs. 4.1.2.   |
| Dreiphasig 3 Leiter $\Delta$ [2 Stromwandler]           | 3P-3W $\Delta$ 2 | Ja          | Die Leistungsmessung basiert auf der Zwei-Wattmeter-Methode mit virtuellem Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1 und L3 gemessen. Der Strom $i_2$ wird berechnet (kein Stromwandler an L2): $i_2 = -i_1 - i_3$ . Der Neutralleiter steht beim Strom- und Spannungsmessen nicht zur Verfügung. | Siehe Abs. 4.1.3.1. |
| Dreiphasig 3 Leiter (offenes $\Delta$ , 2 Stromwandler) | 3P-3WO2          |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Siehe Abs. 4.1.3.3. |
| Dreiphasig 3 Leiter Y [2 Stromwandler]                  | 3P-3WY2          |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Siehe Abs. 4.1.3.5. |

| Versorgungsnetz                                               | Abkürzung        | Phasen-<br>folge | Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Referenz-<br>darstellung |
|---------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dreiphasig 3<br>Leiter ( $\Delta$ , 3<br>Stromwandler)        | 3P-3W $\Delta$ 3 | Ja               | Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-<br>Methode mit virtuellem Neutralleiter.<br>Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Neutralleiter steht beim Strom- und<br>Spannungsmessen nicht zur Verfügung.                                                                                                                                                                                                       | Siehe Abs.<br>4.1.3.2.   |
| Dreiphasig 3<br>Leiter (offenes $\Delta$ ,<br>3 Stromwandler) | 3P-3WO3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Siehe Abs.<br>4.1.3.4.   |
| Dreiphasig 3 Leiter<br>Y [3 Stromwandler]                     | 3P-3WY3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Siehe Abs.<br>4.1.3.6.   |
| Dreiphasig 3 Leiter<br>$\Delta$ symmetrisch                   | 3P-3W $\Delta$ B | Nein             | Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-<br>Methode.<br>Die Spannung wird zwischen L1 und L2 gemessen.<br>Der Strom wird am Leiter L3 gemessen.<br>$U_{23} = U_{31} = U_{12}$<br>$I_1 = I_2 = I_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Siehe Abs.<br>4.1.3.7.   |
| Dreiphasig 4 Leiter Y                                         | 3P-4WY           | Ja               | Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-<br>Methode mit Neutralleiter.<br>Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Strom des Neutralleiters wird gemessen oder berech-<br>net: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$ .                                                                                                                                                                                                        | Siehe Abs.<br>4.1.4.1.   |
| Dreiphasig 4 Leiter<br>Y symmetrisch                          | 3P-4WYB          | Nein             | Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-<br>Methode.<br>Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen.<br>Der Strom wird am Leiter L1 gemessen.<br>$V_1 = V_2 = V_3$<br>$U_{23} = U_{31} = U_{12} = V_1 \times \sqrt{3}$<br>$I_1 = I_2 = I_3$<br>$I_N = 3 \times I_1$                                                                                                                                                                                                                       | Siehe Abs.<br>4.1.4.2.   |
| Dreiphasig 4 Leiter<br>Y 2½ symmetrisch                       | 3P-4WY2          | Ja               | Diese Methode ist die so genannte 2,5-Elemente-<br>Methode.<br>Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-<br>Methode mit virtuellem Neutralleiter.<br>Die Spannung wird zwischen L1, L3 und N gemessen.<br>V2 wird berechnet: $v_2 = -v_1 - v_3$ , $u_{12} = 2v_1 + v_3$ ,<br>$u_{23} = -v_1 - 2v_3$ , $V_2$ sollte symmetrisch sein.<br>Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Strom des Neutralleiters wird gemessen oder berech-<br>net: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$ . | Siehe Abs.<br>4.1.4.3.   |
| Dreiphasig 4 Leiter<br>$\Delta$                               | 3P-4W $\Delta$   | Nein             | Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-<br>Methode mit Neutralleiter, aber für die einzelnen Phasen<br>sind keine Leistungsdaten verfügbar.<br>Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Strom des Neutralleiters wird nur für einen Zweig des<br>Wandlers gemessen oder berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$ .                                                                                                   | Siehe Abs.<br>4.1.5.1.   |
| Dreiphasig 4 Leiter<br>(offenes $\Delta$ )                    | 3P-4WO           |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Siehe Abs.<br>4.1.5.2.   |
| DC 2 Leiter                                                   | DC-2W            | Nein             | Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen.<br>Der Strom wird am Leiter L1 gemessen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Siehe Abs.<br>4.1.6.1.   |
| DC 3 Leiter                                                   | DC-3W            | Nein             | Die Spannung wird zwischen L1, L2 und N gemessen.<br>Der Strom wird an den Leitern L1 und L2 gemessen.<br>Der Sperrstrom (Rückwärtsstrom) wird gemessen oder<br>berechnet: $i_N = i_1 + i_2$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Siehe Abs.<br>4.1.6.2.   |
| DC 4 Leiter                                                   | DC-4W            | Nein             | Die Spannung wird zwischen L1, L2, L3 und N gemessen.<br>Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen.<br>Der Sperrstrom (Rückwärtsstrom) wird gemessen oder<br>berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Siehe Abs.<br>4.1.6.3.   |

Tabelle 27

## 9.4. GRÖSSEN NACH VERSORGUNGSNETZEN

☒ = ja
 ☐ = nein

| Mengen     |                   | 1P-2W | 1P-3W | 3P-3W $\Delta$ 2<br>3P-3W $\Delta$ 3<br>3P-3W $\Delta$ B | 3P-3W $\Delta$ 2<br>3P-3W $\Delta$ 3<br>3P-3W $\Delta$ B | 3P-3W $\Delta$ B | 3P-4WY | 3P-4WYB   | 3P-4WY2 | 3P-4W $\Delta$<br>3P-4W $\Delta$ O | DC-2W | DC-3W | DC-4W |
|------------|-------------------|-------|-------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|--------|-----------|---------|------------------------------------|-------|-------|-------|
| $V_1$      | AC<br>RMS         | •     | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_2$      | AC<br>RMS         |       | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | • = $V_1$ | •(10)   | •                                  |       |       |       |
| $V_3$      | AC<br>RMS         |       |       |                                                          |                                                          |                  | •      | • = $V_1$ | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_{NE}$   | AC<br>RMS         | •     | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_1$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    | •     | •     | •     |
| $V_2$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    |       | •     | •     |
| $V_3$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    |       |       | •     |
| $V_{NE}$   | DC                | •     | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  | •     | •     | •     |
| $V_1$      | AC +<br>DC<br>RMS | •     | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_2$      | AC +<br>DC<br>RMS |       | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •(1)      | •(10)   | •                                  |       |       |       |
| $V_3$      | AC +<br>DC<br>RMS |       |       |                                                          |                                                          |                  | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_{NE}$   | AC +<br>DC<br>RMS | •     | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $U_{12}$   | AC<br>RMS         |       | •     | •                                                        | •                                                        | •                | •      | •(1)      | •(10)   | •                                  |       |       |       |
| $U_{23}$   | AC<br>RMS         |       |       | •                                                        | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •(10)   | •                                  |       |       |       |
| $U_{31}$   | AC<br>RMS         |       |       | •                                                        | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_1$      | AC<br>RMS         | •     | •     | •                                                        | •                                                        | •                | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_2$      | AC<br>RMS         |       | •     | •(2)                                                     | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_3$      | AC<br>RMS         |       |       | •                                                        | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_N$      | AC<br>RMS         |       | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_1$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    | •     | •     | •     |
| $I_2$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    |       | •     | •     |
| $I_3$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    |       |       | •     |
| $I_N$      | DC                |       |       |                                                          |                                                          |                  |        |           |         |                                    |       | •     | •     |
| $I_1$      | AC +<br>DC<br>RMS | •     | •     | •                                                        | •                                                        | •(1)             | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_2$      | AC +<br>DC<br>RMS |       | •     | •(2)                                                     | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_3$      | AC +<br>DC<br>RMS |       |       | •                                                        | •                                                        | •                | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_N$      | AC +<br>DC<br>RMS |       | •     |                                                          |                                                          |                  | •(2)   | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_{1-CF}$ |                   | •     | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_{2-CF}$ |                   |       | •     |                                                          |                                                          |                  | •      | •(1)      | •(10)   | •                                  |       |       |       |
| $V_{3-CF}$ |                   |       |       |                                                          |                                                          |                  | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_{1-CF}$ |                   | •     | •     | •                                                        | •                                                        | •                | •      | •         | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_{2-CF}$ |                   |       | •     | •(2)                                                     | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $I_{3-CF}$ |                   |       |       | •                                                        | •                                                        | •(1)             | •      | •(1)      | •       | •                                  |       |       |       |
| $V_+$      |                   |       |       | •                                                        | •                                                        | •                | •      | •         | •(10)   |                                    |       |       |       |
| $V_-$      |                   |       |       | •                                                        | •                                                        | •(4)             | •      | •(4)      | •(10)   |                                    |       |       |       |
| $V_0$      |                   |       |       | •                                                        | •                                                        | •(4)             | •      | •(4)      | •(10)   |                                    |       |       |       |
| $I_+$      |                   |       |       | •                                                        | •                                                        | •                | •      | •         | •       |                                    |       |       |       |

| Mengen          |       | 1P-2W | 1P-3W | 3P-3W $\Delta$ 2<br>3P-3WO2<br>3P-3WY2 | 3P-3W $\Delta$ 3<br>3P-3WO3<br>3P-3WY3 | 3P-3W $\Delta$ B | 3P-4WY | 3P-4WYB | 3P-4WY2 | 3P-4W $\Delta$<br>3P-4WO | DC-2W | DC-3W | DC-4W |
|-----------------|-------|-------|-------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------|--------|---------|---------|--------------------------|-------|-------|-------|
| I <sub>1</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●       |                          |       |       |       |
| I <sub>0</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●       |                          |       |       |       |
| u <sub>0</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●(4)    | ●(3)                     |       |       |       |
| u <sub>2</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●(4)    | ●(3)                     |       |       |       |
| i <sub>0</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●       | ●(3)                     |       |       |       |
| i <sub>2</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●       | ●(3)                     |       |       |       |
| F               |       | ●     | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>1</sub>  | AC    | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>2</sub>  | AC    |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| P <sub>3</sub>  | AC    |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>T</sub>  | AC    | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>1</sub>  | DC    |       |       |                                        |                                        |                  |        |         |         |                          | ●     | ●     | ●     |
| P <sub>2</sub>  | DC    |       |       |                                        |                                        |                  |        |         |         |                          |       | ●     | ●     |
| P <sub>3</sub>  | DC    |       |       |                                        |                                        |                  |        |         |         |                          |       |       | ●     |
| P <sub>T</sub>  | DC    |       |       |                                        |                                        |                  |        |         |         |                          | ●(7)  | ●     | ●     |
| P <sub>1</sub>  | AC+DC | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>2</sub>  | AC+DC |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| P <sub>3</sub>  | AC+DC |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>T</sub>  | AC+DC | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| Pf <sub>1</sub> |       | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| Pf <sub>2</sub> |       |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| Pf <sub>3</sub> |       |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| Pf <sub>T</sub> |       | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| P <sub>+</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       |                          |       |       |       |
| P <sub>U</sub>  |       |       |       | ●                                      | ●                                      | ●(4)             | ●      | ●(4)    | ●       |                          |       |       |       |
| P <sub>h</sub>  |       | ●     | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●       | ●       |                          |       |       |       |
| Q <sub>1</sub>  |       | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| Q <sub>2</sub>  |       |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| Q <sub>3</sub>  |       |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| Q <sub>T</sub>  |       | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| S <sub>1</sub>  | AC    | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| S <sub>2</sub>  | AC    |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| S <sub>3</sub>  | AC    |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| S <sub>T</sub>  | AC    | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| S <sub>1</sub>  | AC+DC | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| S <sub>2</sub>  | AC+DC |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| S <sub>3</sub>  | AC+DC |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| S <sub>T</sub>  | AC+DC | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| Sf <sub>1</sub> |       | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| Sf <sub>2</sub> |       |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| Sf <sub>3</sub> |       |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| Sf <sub>T</sub> |       | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| N <sub>1</sub>  | AC    | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| N <sub>2</sub>  | AC    |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |
| N <sub>3</sub>  | AC    |       |       |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| N <sub>T</sub>  | AC    | ●(7)  | ●     | ●                                      | ●                                      | ●                | ●      | ●(1)    | ●       | ●                        |       |       |       |
| N <sub>1</sub>  | AC+DC | ●     | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●       | ●       | ●                        |       |       |       |
| N <sub>2</sub>  | AC+DC |       | ●     |                                        |                                        |                  | ●      | ●(1)    | ●(10)   | ●                        |       |       |       |

| Mengen                    |                            | 1P-2W | 1P-3W | 3P-3W $\Delta$ 2<br>3P-3WO2<br>3P-3WY2 | 3P-3W $\Delta$ 3<br>3P-3WO3<br>3P-3WY3 | 3P-3W $\Delta$ B | 3P-4WY | 3P-4WYB | 3P-4WY2 | 3P-4W $\Delta$<br>3P-4WO | DC-2W | DC-3W | DC-4W |
|---------------------------|----------------------------|-------|-------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------|--------|---------|---------|--------------------------|-------|-------|-------|
| N <sub>3</sub>            | AC+DC                      |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| N <sub>T</sub>            | AC+DC                      | •(7)  | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| D <sub>1</sub>            | AC                         | •     | •     |                                        |                                        |                  | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| D <sub>2</sub>            | AC                         |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| D <sub>3</sub>            | AC                         |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| D <sub>T</sub>            | AC                         | •(7)  | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| D <sub>1</sub>            | AC+DC                      | •     | •     |                                        |                                        |                  | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| D <sub>2</sub>            | AC+DC                      |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| D <sub>3</sub>            | AC+DC                      |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| D <sub>T</sub>            | AC+DC                      | •(7)  | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| PF <sub>1</sub>           |                            | •     | •     |                                        |                                        |                  | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| PF <sub>2</sub>           |                            |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| PF <sub>3</sub>           |                            |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| PF <sub>T</sub>           |                            | •(7)  | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| Cos $\varphi_1$           |                            | •     | •     |                                        |                                        |                  | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| Cos $\varphi_2$           |                            |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| Cos $\varphi_3$           |                            |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| Cos $\varphi_T$           |                            | •(7)  | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| Tan $\Phi$                |                            | •     | •     | •                                      | •                                      | •(3)             | •      | •       | •(10)   | •                        |       |       |       |
| V <sub>1</sub> -Hi        | i=1<br>bei 50<br>(6)<br>%f | •     | •     |                                        |                                        |                  | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| V <sub>2</sub> -Hi        |                            |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| V <sub>3</sub> -Hi        |                            |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| U <sub>12</sub> -Hi       | i=1<br>bei 50<br>(6)<br>%f |       | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| U <sub>23</sub> -Hi       |                            |       |       | •                                      | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| U <sub>31</sub> -Hi       |                            |       |       | •                                      | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>1</sub> -Hi        | i=1<br>bei 50<br>(6)<br>%f | •     | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>2</sub> -Hi        |                            |       | •     | •(2)                                   | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>3</sub> -Hi        |                            |       |       | •                                      | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>N</sub> -Hi        |                            |       | •(2)  |                                        |                                        |                  | •(2)   | •(4)    | •(2)    | •(2)                     |       |       |       |
| V <sub>1</sub> -THD       | %f                         | •     | •     |                                        |                                        |                  | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| V <sub>2</sub> -THD       | %f                         |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •(10)   | •                        |       |       |       |
| V <sub>3</sub> -THD       | %f                         |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| U <sub>12</sub> -THD      | %f                         |       | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| U <sub>23</sub> -THD      | %f                         |       |       | •                                      | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| U <sub>31</sub> -THD      | %f                         |       |       | •                                      | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>1</sub> -THD       | %f                         | •     | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>2</sub> -THD       | %f                         |       | •     | •(2)                                   | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>3</sub> -THD       | %f                         |       |       | •                                      | •                                      | •(1)             | •      | •(1)    | •       | •                        |       |       |       |
| I <sub>N</sub> -THD       | %f                         |       | •(2)  |                                        |                                        |                  | •(2)   | •(4)    | •(2)    | •(2)                     |       |       |       |
| Phasen-<br>folge          | I                          |       |       | •                                      | •                                      | •                | •      |         | •       | •                        |       |       |       |
|                           | V                          |       |       | •                                      | •                                      | •                | •      |         | •       | •                        |       |       |       |
|                           | I, V                       | •     | •     | •                                      | •                                      | •                | •      | •       | •       | •                        |       |       |       |
| $\varphi(V_2, V_1)$       |                            |       | •     |                                        |                                        |                  | •      | •(9)    |         |                          |       |       |       |
| $\varphi(V_3, V_2)$       |                            |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(9)    |         |                          |       |       |       |
| $\varphi(V_1, V_3)$       |                            |       |       |                                        |                                        |                  | •      | •(9)    | •       | •                        |       |       |       |
| $\varphi(U_{23}, U_{12})$ |                            |       |       | •                                      | •                                      | •(9)             | •      | •(9)    |         | •                        |       |       |       |
| $\varphi(U_{12}, U_{31})$ |                            |       |       | •                                      | •                                      | •(9)             | •      | •(9)    |         | •                        |       |       |       |
| $\varphi(U_{31}, U_{23})$ |                            |       |       | •                                      | •                                      | •(9)             | •      | •(9)    |         | •                        |       |       |       |

| Mengen              |           | 1P-2W | 1P-3W | 3P-3WΔ2<br>3P-3WO2<br>3P-3WY2 | 3P-3WΔ3<br>3P-3WO3<br>3P-3WY3 | 3P-3WΔB | 3P-4WY | 3P-4WYB | 3P-4WY2 | 3P-4WΔ<br>3P-4WO | DC-2W | DC-3W | DC-4W |
|---------------------|-----------|-------|-------|-------------------------------|-------------------------------|---------|--------|---------|---------|------------------|-------|-------|-------|
| $\varphi(I_2, I_1)$ |           |       | •     |                               | •                             | •(9)    | •      | •(9)    | •       | •                |       |       |       |
| $\varphi(I_3, I_2)$ |           |       |       |                               | •                             | •(9)    | •      | •(9)    | •       | •                |       |       |       |
| $\varphi(I_1, I_3)$ |           |       |       | •                             | •                             | •(9)    | •      | •(9)    | •       | •                |       |       |       |
| $\varphi(I_1, V_1)$ |           | •     | •     |                               |                               | •(8)    | •      | •       | •       | •                |       |       |       |
| $\varphi(I_2, V_2)$ |           |       | •     |                               |                               |         | •      | •       |         |                  |       |       |       |
| $\varphi(I_3, V_3)$ |           |       |       |                               |                               |         | •      | •       | •       | •                |       |       |       |
| $E_{PT}$            | Quelle AC | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{PT}$            | Last AC   | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{QT}$            | Quad 1    | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{QT}$            | Quad 2    | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{QT}$            | Quad 3    | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{QT}$            | Quad 4    | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{ST}$            | Quelle    | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{ST}$            | Last      | •     | •     | •                             | •                             | •       | •      | •       | •       | •                | •(5)  | •(5)  | •(5)  |
| $E_{PT}$            | Quelle DC | •(5)  | •(5)  | •(5)                          | •(5)                          | •(5)    | •(5)   | •(5)    | •(5)    | •(5)             | •     | •     | •     |
| $E_{PT}$            | Last DC   | •(5)  | •(5)  | •(5)                          | •(5)                          | •(5)    | •(5)   | •(5)    | •(5)    | •(5)             | •     | •     | •     |

Tabelle 28

1) hochgerechnet

(2) berechnet

(3) nicht aussagekräftig

(4) immer=0

(5) AC+DC wenn gewählt

(6) 7. Ordnung max. bei 400Hz

(7)  $P_i = P_T$ ,  $\varphi_i = \varphi_T$ ,  $S_i = S_T$ ,  $PF_i = PF_T$ ,  $\cos \varphi_i = \cos \varphi_T$ ,  $Q_i = Q_T$ ,  $N_i = N_T$ ,  $D_i = D_T$

(8)  $\varphi(I_3, U_{12})$

(9) immer=120°

(10) Interpoliert

## 9.5. GLOSSAR

|                             |                                                                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\varphi$                   | Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.                                     |
| $\vec{L}$                   | Induktive Phasenverschiebung.                                                                                         |
| $\vec{C}$                   | Kapazitive Phasenverschiebung.                                                                                        |
| °                           | Grad.                                                                                                                 |
| %                           | Prozent.                                                                                                              |
| A                           | Ampère (Stromeinheit).                                                                                                |
| AC                          | Wechselkomponente (Strom oder Spannung).                                                                              |
| Aggregation                 | Verschiedene Mittelwerte, Definition siehe Abs. 9.2.                                                                  |
| APN                         | Bezeichnung des Netzzugangspunkts (Access Point Name). Diese hängt von Ihrem Internetanbieter ab.                     |
| CF                          | Scheitelfaktor des Stroms bzw. der Spannung: Verhältnis zwischen dem Scheitelwert und dem Effektivwert eines Signals. |
| $\cos \varphi$              | Kosinus der Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.                         |
| D                           | Verzerrungsleistung.                                                                                                  |
| DC                          | Gleichkomponente (Strom oder Spannung).                                                                               |
| $E_p$                       | Wirkenergie (Wirkarbeit).                                                                                             |
| $E_q$                       | Blindenergie (Blindarbeit).                                                                                           |
| $E_s$                       | Scheinenergie.                                                                                                        |
| f (Frequenz)                | Anzahl der kompletten Schwingungen einer Spannung oder eines Stroms pro Sekunde.                                      |
| Grundschwingungskomponente: | Komponente der Grundfrequenz.                                                                                         |
| Hz                          | Hertz (Einheit der Frequenz).                                                                                         |
| I                           | Symbol für Strom.                                                                                                     |
| I-CF                        | Scheitelfaktor des Stroms.                                                                                            |

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I-THD</b>                                                                    | Gesamte harmonische Verzerrung des Stroms.                                                                                                                                                             |
| <b>I<sub>L</sub></b>                                                            | Effektivstrom (L=1, 2 od. 3)                                                                                                                                                                           |
| <b>I<sub>L-Hn</sub></b>                                                         | Wert oder Prozentanteil des Stroms der Oberschwingung n-ter Ordnung (L = 1, 2 od. 3).                                                                                                                  |
| <b>IRD-Server (DataViewSync™)</b>                                               | Internet Relay Device server. Server zur Datenübermittlung zwischen Logger und PC.                                                                                                                     |
| <b>L</b>                                                                        | Phase eines mehrphasigen Stromnetzes.                                                                                                                                                                  |
| <b>MAX</b>                                                                      | Höchstwert.                                                                                                                                                                                            |
| <b>Messverfahren:</b>                                                           | Messverfahren für eine einzelne Messung.                                                                                                                                                               |
| <b>MIN</b>                                                                      | Mindestwert.                                                                                                                                                                                           |
| <b>N</b>                                                                        | Gesamtblindleistung.                                                                                                                                                                                   |
| <b>Nennspannung:</b>                                                            | Nennspannung eines Netzes.                                                                                                                                                                             |
| <b>Oberschwingungen:</b>                                                        | Spannungen oder Ströme in elektrischen Anlagen mit Frequenzen, die ein Vielfaches der Grundschiwingung darstellen.                                                                                     |
| <b>Ordnung einer Oberschwingung:</b>                                            | Ganze Zahl, die das Verhältnis der Frequenz der Oberschwingung zur Frequenz der Grundschiwingung wiedergibt.                                                                                           |
| <b>P</b>                                                                        | Wirkleistung.                                                                                                                                                                                          |
| <b>PF</b>                                                                       | Leistungsfaktor (Power Factor): Verhältnis zwischen der Wirkleistung und der Scheinleistung.                                                                                                           |
| <b>Phase</b>                                                                    | Zeitliche Verknüpfung zwischen Strom und Spannung in Wechselstromkreisen.                                                                                                                              |
| <b>Q</b>                                                                        | Blindleistung.                                                                                                                                                                                         |
| <b>RMS</b>                                                                      | RMS (Root Mean Square) Quadratischer Mittelwert des Stroms oder der Spannung. Quadratwurzel des Mittelwerts der Quadratwerte der Momentwerte einer Größe in einem bestimmten Zeitraum.                 |
| <b>S</b>                                                                        | Scheinleistung.                                                                                                                                                                                        |
| <b>tan Φ</b>                                                                    | Verhältnis der Blindleistung zur Wirkleistung.                                                                                                                                                         |
| <b>THD</b>                                                                      | Gesamtverzerrungsfaktor (Total Harmonic Distortion). Beschreibt den Anteil der Oberschwingungen eines Signals im Verhältnis zum RMS-Grundwert bzw. im Verhältnis zum RMS-Gesamtwert ohne DC.           |
| <b>U</b>                                                                        | Spannung zwischen zwei Phasen.                                                                                                                                                                         |
| <b>U-CF</b>                                                                     | Scheitelfaktor der Spannung Phase-Phase                                                                                                                                                                |
| <b>u2</b>                                                                       | Unsymmetrie der Spannungen Phase-Neutral.                                                                                                                                                              |
| <b>U<sub>L-Hn</sub></b>                                                         | Wert oder Prozentanteil der Spannung der Oberschwingung n-ter Ordnung (L=1, 2 od. 3)                                                                                                                   |
| <b>Unsymmetrie der Spannungen in einem mehrphasigen elektrischen Stromnetz:</b> | Zustand, in dem die Effektivwerte der Spannungen zwischen den Leitern (Grundschiwingungskomponente) und/oder die Phasenverschiebungen zwischen aufeinander folgenden Leitern nicht völlig gleich sind. |
| <b>Uxy-THD</b>                                                                  | Gesamte harmonische Verzerrung der Spannung zwischen zwei Phasen.                                                                                                                                      |
| <b>V</b>                                                                        | Spannung Phase-Null oder Volt (Einheit der Spannung).                                                                                                                                                  |
| <b>V-CF</b>                                                                     | Scheitelfaktor der Spannung (V-CF)                                                                                                                                                                     |
| <b>V-THD</b>                                                                    | Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Null.                                                                                                                                                       |
| <b>VA</b>                                                                       | Einheit der Scheinleistung (Volt x Ampère).                                                                                                                                                            |
| <b>var</b>                                                                      | Einheit der Blindleistung.                                                                                                                                                                             |
| <b>varh</b>                                                                     | Einheit der Blindenergie.                                                                                                                                                                              |
| <b>V<sub>L</sub></b>                                                            | Effektivspannung (L=1, 2 od. 3)                                                                                                                                                                        |
| <b>V<sub>L-Hn</sub></b>                                                         | Wert oder Prozentanteil der Spannung Phase-Null der Oberschwingung n (L = 1, 2 od. 3).                                                                                                                 |
| <b>W</b>                                                                        | Einheit der Wirkleistung (Watt).                                                                                                                                                                       |
| <b>Wh</b>                                                                       | Einheit der Wirkenergie (Watt x Stunde).                                                                                                                                                               |

Abkürzung (für Einheiten) im Internationalen System (IS)

| Abkürzung | Symbol | Multipliziert mit |
|-----------|--------|-------------------|
| milli     | m      | 10 <sup>-3</sup>  |
| kilo      | k      | 10 <sup>3</sup>   |
| Mega      | M      | 10 <sup>6</sup>   |
| Giga      | G      | 10 <sup>9</sup>   |
| Tera      | T      | 10 <sup>12</sup>  |
| Peta      | P      | 10 <sup>15</sup>  |
| Exa       | E      | 10 <sup>18</sup>  |

Tabelle 29



## FRANCE

### **Chauvin Arnoux**

12-16 rue Sarah Bernhardt

92600 Asnières-sur-Seine

Tél : +33 1 44 85 44 85

Fax : +33 1 46 27 73 89

[info@chauvin-arnoux.com](mailto:info@chauvin-arnoux.com)

[www.chauvin-arnoux.com](http://www.chauvin-arnoux.com)

## INTERNATIONAL

### **Chauvin Arnoux**

Tél : +33 1 44 85 44 38

Fax : +33 1 46 27 95 69

### **Our international contacts**

[www.chauvin-arnoux.com/contacts](http://www.chauvin-arnoux.com/contacts)



**CHAUVIN  
ARNOUX**