

PEWA
Messtechnik GmbH
Weidenweg 21
58239 Schwerte
Tel.: 02304-96109-0
Fax: 02304-96109-88
E-Mail: info@pewa.de
Homepage: www.pewa.de



PEL 105



Leistungs- und Energie-Logger

Measure up



Sie haben einen **Power- und Energy-Logger PEL 105** 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.	
	Das Gerät ist durch eine doppelte Isolierung geschützt.	 Erde.
	USB.	 Ethernet (RJ45).
	SD Karte.	 Netzanschluss.
	Praktischer Hinweis oder guter Tipp.	
	Die Lebenszyklusanalyse des Produkts gemäß ISO 14040 hat ergeben, dass das Produkt als recyclingfähig eingestuft wird.	
	Die CE-Kennzeichnung bestätigt die Übereinstimmung mit den europäischen Richtlinien, insbesondere der Niederspannungs-Richtlinie und der EMV-Richtlinie.	
	Der durchgestrichene Mülleimer bedeutet, dass das Produkt in der europäischen Union gemäß der WEEE-Richtlinie 2002/96/EG einer getrennten Elektroschrott-Verwertung zugeführt werden muss. Das Produkt darf nicht als Haushaltsmüll entsorgt werden.	

Definition der Messkategorien

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

SICHERHEITSHINWEISE

Dieses Gerät entspricht der Sicherheitsnorm IEC 61010-2-30, die Messleitungen entsprechen IEC 61010-031 und die Stromwandler IEC 61010-2-032 für Spannungen bis 1 000V in der Messkategorie IV.

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 Zubehör (Messleitungen, Prüfspitzen usw....). Die Verwendung von Drähten bzw. Zubehör mit niedrigerer Bemessungsspannung oder Messkategorie verringert die zulässige Spannung bzw. Messkategorie auf den jeweils niedrigsten Wert des verwendeten Zubehörs.
- 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.

INHALTSVERZEICHNIS

1. ERSTE INBETRIEBNAHME	4
1.1. Lieferumfang.....	4
1.2. Zubehör.....	5
1.3. Ersatzteile.....	5
2. GERÄTEVORSTELLUNG	6
2.1. Beschreibung.....	6
2.2. Vorderseite.....	7
2.3. Anschlussleiste.....	8
2.4. Anbringen der Farbklemmen.....	8
2.5. Tastenfunktionen.....	9
2.6. LCD-Anzeige.....	9
2.7. Signallampen.....	10
2.8. Speicherkarte.....	11
3. KONFIGURATION	12
3.1. Ein- und Ausschalten des Geräts.....	12
3.2. Akkuladung.....	13
3.3. Verbindung über USB oder LAN Ethernet.....	13
3.4. Verbindung über Wi-Fi bzw. Bluetooth.....	14
3.5. Gerätekonfiguration.....	14
3.6. Information.....	18
4. VERWENDUNG	21
4.1. Versorgungsnetze und PEL-Anschlüsse.....	21
4.2. Aufzeichnung.....	27
4.3. Anzeige von Messungen.....	27
5. PEL-TRANSFER-SOFTWARE	47
5.1. Funktionsumfang.....	47
5.2. PEL Transfer installieren.....	47
6. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN	49
6.1. Referenzbedingungen.....	49
6.2. Elektrische Daten.....	49
6.3. Kommunikation.....	58
6.4. Stromversorgung.....	59
6.5. Umgebungsbedingungen.....	59
6.6. Mechanische Daten.....	59
6.7. Elektrische Sicherheit.....	60
6.8. Elektromagnetische Verträglichkeit.....	60
6.9. Speicherkarte.....	60
7. WARTUNG	61
7.1. Reinigung.....	61
7.2. Akku.....	61
7.3. Aktualisierung der eingebauten Software.....	61
8. GARANTIE	62
9. ANLAGEN	63
9.1. Messungen.....	63
9.2. Messformeln.....	65
9.3. Zulässige Stromnetze.....	69
9.4. Größen nach Versorgungsnetzen.....	70
9.5. Glossar.....	74

1. ERSTE INBETRIEBNAHME

1.1. LIEFERUMFANG

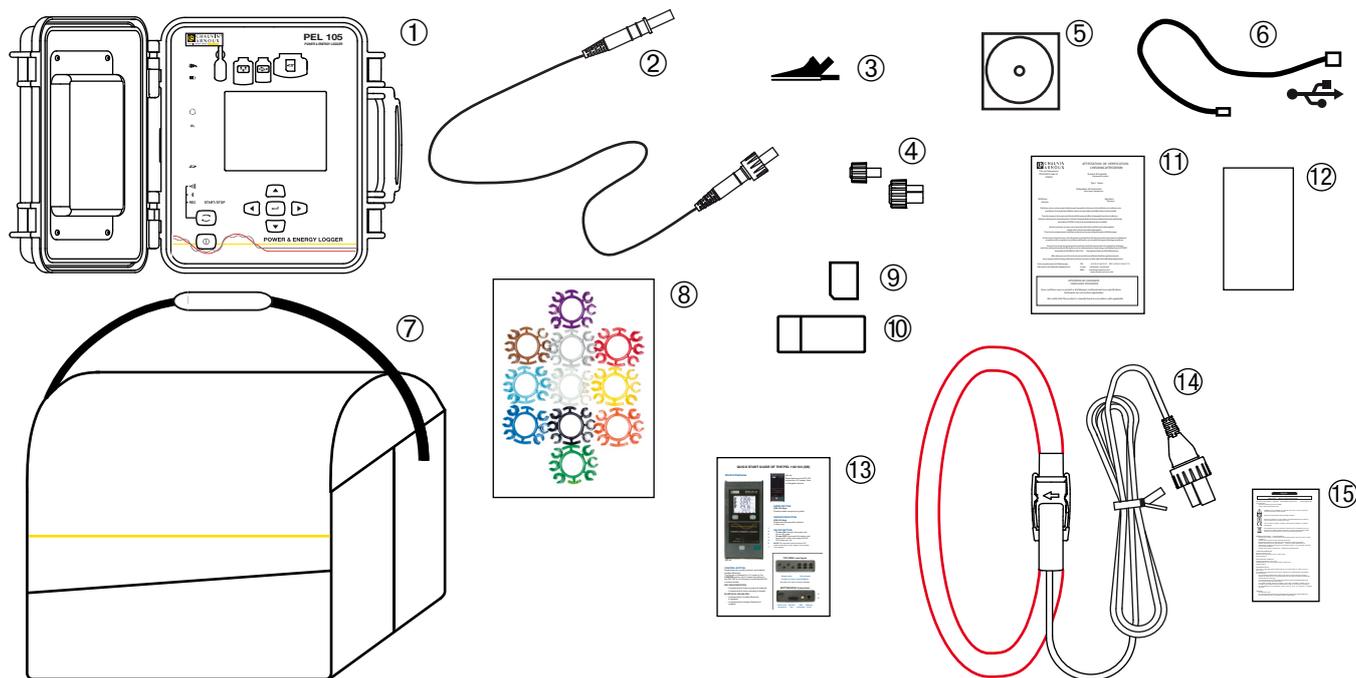


Abbildung 1

Nr.	Bezeichnung	Menge
①	PEL 105.	1
②	Sicherheitsleitungen, 3 m lang, Banane-Banane gerade-gerade, schwarz, dicht und verschleißbar.	5
③	Schwarze Sicherheits-Krokodilklemmen.	5
④	Schutzstöpsel für die Buchsen (am Gerät angebracht).	9
⑤	CD mit den Bedienungsanleitungen sowie der Software PEL Transfer.	1
⑥	USB-Kabel Typ A-B, 1,5 m.	1
⑦	Transporttasche.	1
⑧	Satz Stifte und Ringe zur Kennzeichnung der einzelnen Phasen bei den Messleitungen und Stromwandlern.	12
⑨	8 Gb SD-Karte (im Gerät).	1
⑩	Adapter SD-Karte/USB.	1
⑪	Prüfzertifikat.	1
⑫	PEL 105-Sicherheitsdatenblatt.	1
⑬	Schnellstart-Anleitung PEL 105.	15
⑭	Dichte Stromwandler AmpFlex® A196.	4
⑮	Sicherheitsdatenblatt Stromwandler und Leitungen.	2

Tabelle 1

1.2. ZUBEHÖR

MiniFlex® MA193 250 mm

MiniFlex® MA193 350 mm

Stromzange MN93

Stromzange MN93A

Stromzange C193

Stromzange PAC93

Stromzange E3N

BNC-Adapter (für Stromzange E3N)

Stromzange J93

Adapter 5A (dreiphasig)

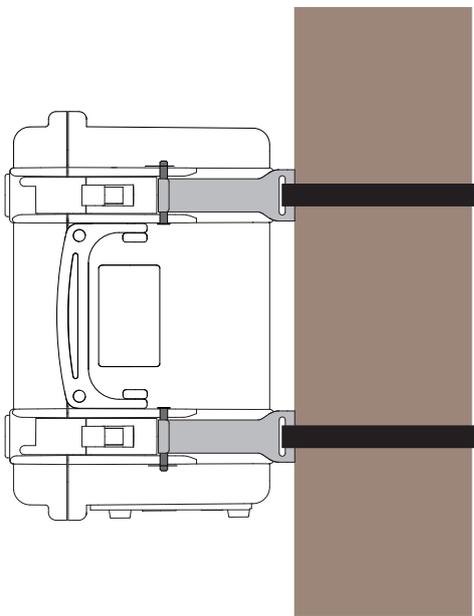
Adapter 5 A Essailec®

Netzteil + Stromzange E3N

Software DataView

Netzadapter/Ladegerät PA30W

Befestigungs-Set für Pfosten



Leitungsaufwickler



1.3. ERSATZTEILE

Satz mit 5 Sicherheitsleitungen, 3 m lang, Banane-Banane, gerade-gerade, schwarz, dicht und verschließbar.

Satz mit 5 schwarzen Sicherheits-Krokodilklemmen.

MiniFlex® A196 450 mm

USB-A - USB-B-Kabel

Transporttasche Nr. 23

Satz mit 4 Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz, 4 Krokodilklemmen und 12 Stiften und Ringen zur Kennzeichnung der Phase, Spannungsleitungen und Stromwandler.

2. GERÄTEVORSTELLUNG

2.1. BESCHREIBUNG

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

PEL 105 ist ein Leistungs- und DC-Energieregistriergerät (ein-, zwei- bzw. dreiphasig Y und Δ) 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 mit Stromwandlern A196 in den Bereichen 50mA bis 10 000A.
- 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), $\cos \varphi$ und $\tan \Phi$.
- Scheitelfaktor.
- Gesamtverzerrungsfaktor (THD) der Spannungen und Ströme.
- Oberschwingungen von Spannung und Strom bis zur 50. Ordnung bei 50/60 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), Wi-Fi und Bluetooth-Anschluss.
- PEL Transfer Software ermöglicht Daten einlesen, Konfiguration und Kommunikation durch PC-Koppelung in Echtzeit.

2.2. VORDERSEITE

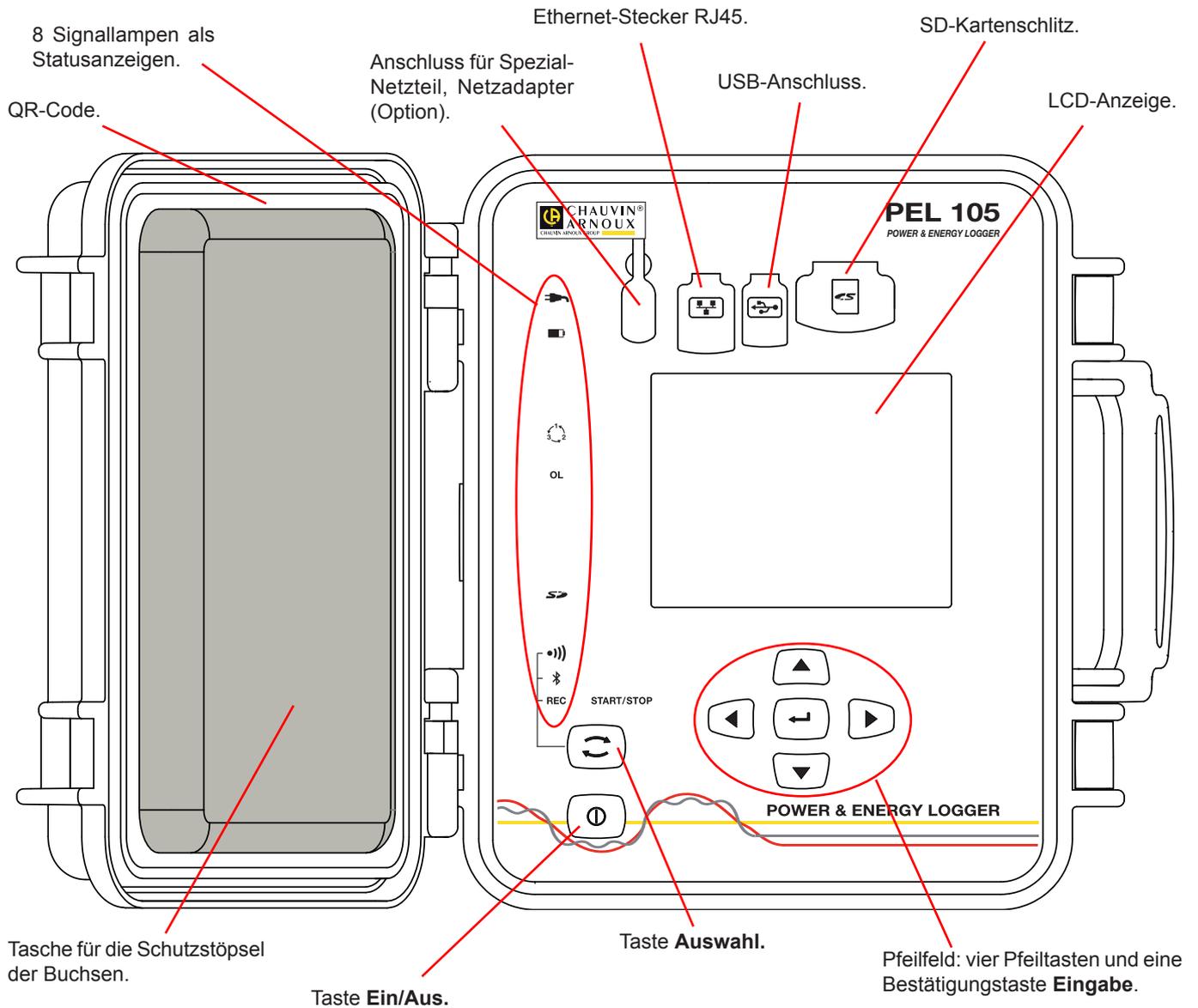
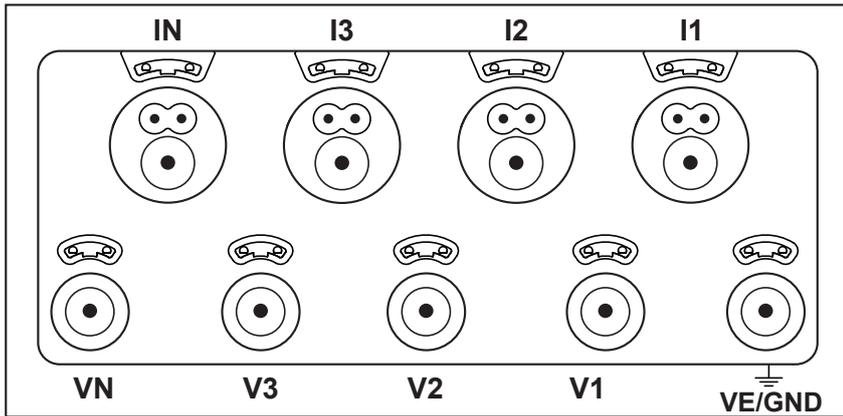


Abbildung 2

Elastomer-Schutzstüpsel 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. 3.1.3).

2.3. ANSCHLUSSLEISTE



4 Stromeingänge (4-polige Steckverbinder).

5 Spannungseingänge (Sicherheitsstecker).

Abbildung 3

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.

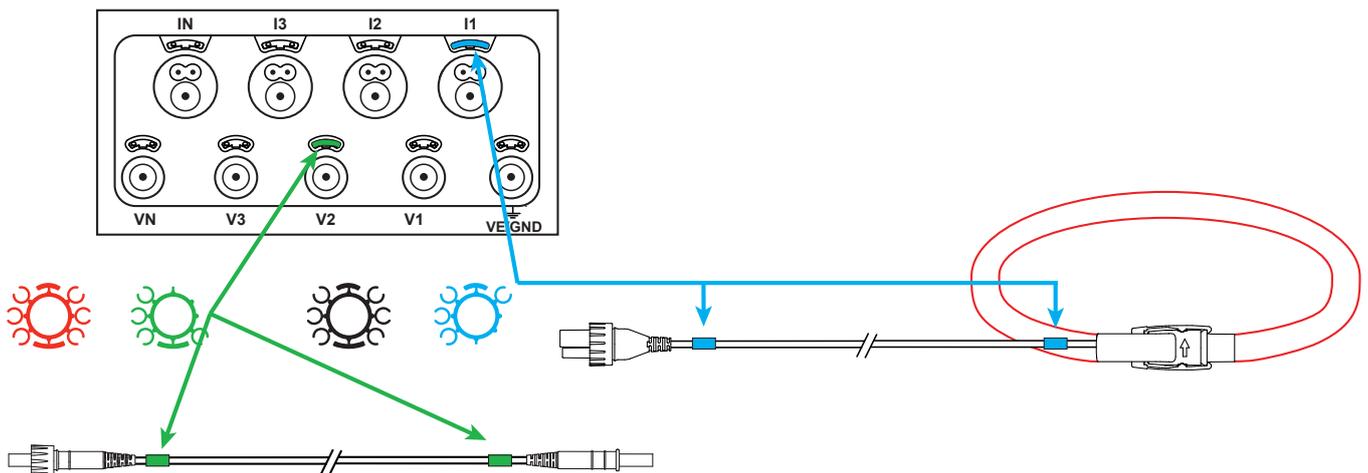


Abbildung 4

2.5. TASTENFUNKTIONEN

Taste	Beschreibung
	Taste Ein/Aus: Gerät ein- und ausschalten. Hinweis: Solange das Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist (über Messeingänge oder den Netzadapter) bzw. solange noch eine Aufzeichnung läuft, kann es nicht ausgeschaltet werden.
	Wahltaste: Ein- und Ausschalten des Aufzeichnungsvorgangs bzw. der Wi-Fi oder Bluetooth-Verbindung.
	Eingabetaste: Im Konfigurationsmodus: Auswahl des zu ändernden Parameters. Messungsanzeige- und Leistungsanzeigemodus: Anzeige der Phasenwinkel und Teilenergien.
	Navigationstasten: Auswahl und Durchblättern der Anzeigedaten für den LCD-Bildschirm.

Tabelle 2

2.6. LCD-ANZEIGE

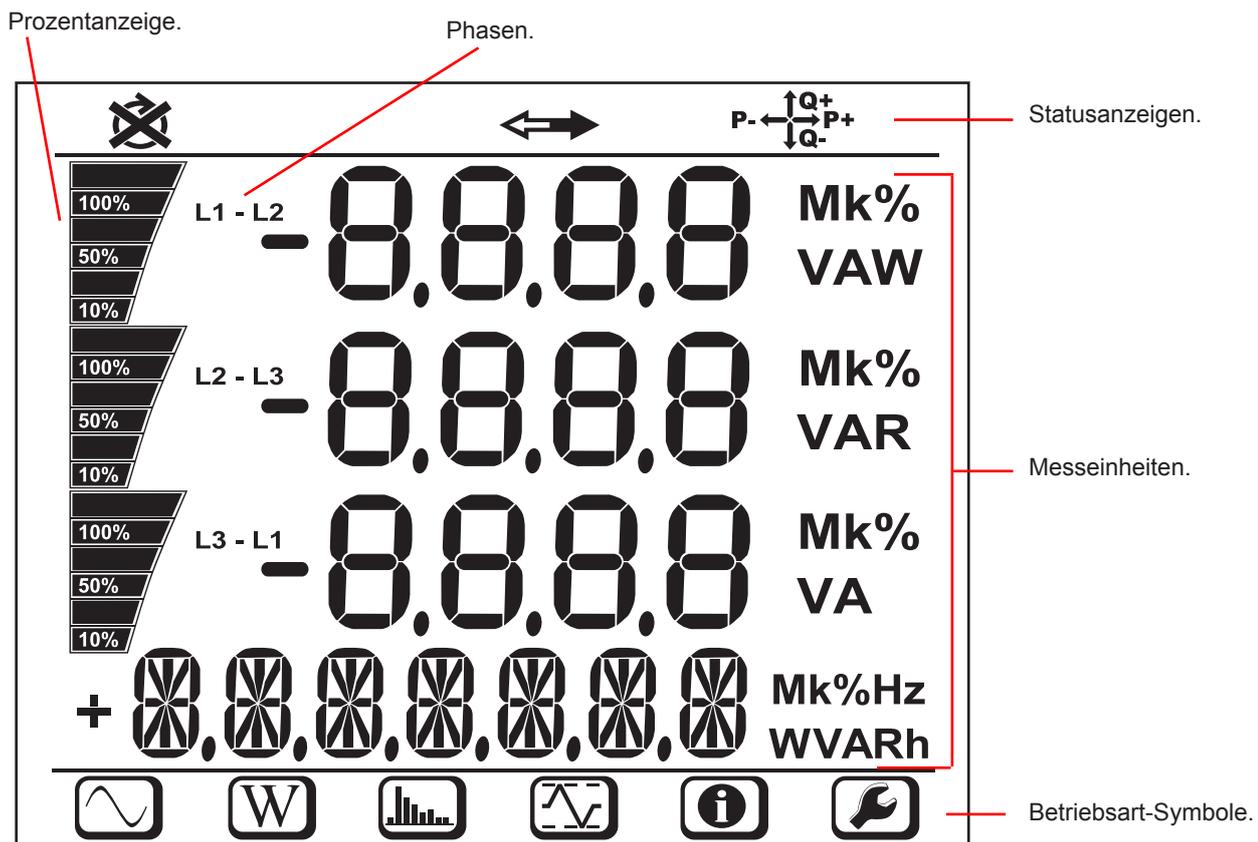


Abbildung 5

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:

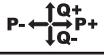
Symbol	Beschreibung
	Umkehrung der Phasenfolge bzw. Phase fehlt (nur bei Dreiphasensystemen und nur im Messmodus, siehe Erklärung dazu unten)
	Daten stehen zum Speichern bereit.
	Identifizieren des Quadranten.
	Messmodus (Ist-Werte). Siehe Abs. 4.3.1.
	Modus Leistung und Energie. Siehe Abs. 4.3.2.
	Modus 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 eingestellt sein, damit die Energierichtung (importiert bzw. exportiert) definiert werden kann.

2.7. SIGNALLAMPEN

Signallampen	Farbe und Funktion
	<p>Grüne LED: Netz LED blinkt: Das Gerät ist über die externe Stromversorgung (Netzadapter (Option)) mit dem Stromnetz verbunden LED leuchtet nicht: Das Gerät wird mit Akku oder über die Spannungseingänge betrieben.</p>
	<p>Orange/Rote LED: Akku Der Akku lädt sich wieder ganz auf, wenn das Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist. LED leuchtet nicht: Akku ist geladen. Orange LED blinkt: Akku wird geladen. Rote LED blinkt im Sekundentakt zwei Mal: Akku schwach und keine Netzversorgung vorhanden.</p>
	<p>Rote LED: Phasenfolge LED leuchtet nicht: Drehrichtung der Phasen ist richtig. LED blinkt: Drehrichtung der Phasen ist nicht richtig. Das bedeutet, dass einer der folgenden Fälle vorliegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Phasenverschiebung zwischen den Phasenströmen ist um 30° größer als normal (120° dreiphasig und 180° zweiphasig). ■ Phasenverschiebung zwischen den Phasenspannungen ist um 10° größer als normal. ■ Phasenverschiebung zwischen den Strömen und Spannungen der einzelnen Phasen ist um 60° größer als Null (an der Last) bzw. 180° (an der Quelle).

Signallampen	Farbe und Funktion
OL	Rote LED: Messbereichsüberschreitung LED leuchtet nicht: Kein Overload an den Eingängen. LED blinkt: Überlast an zumindest einem Eingang. LED leuchtet: Eine Leitung fehlt bzw. ist falsch angeschlossen.
	Rote/grüne LED: SD-Karte Grüne LED leuchtet: SD-Karte ist OK und nicht gesperrt. Rote LED leuchtet: SD-Karte fehlt bzw. ist gesperrt oder wird nicht erkannt. Rote LED blinkt: SD-Karte wird initialisiert. Rote und grüne LED blinken abwechselnd: SD-Karte ist voll. Rote LED blinkt alle 5 Sek. einmal: Die SD-Karte wird vor dem Ende der Aufzeichnung voll sein.
	Grüne LED: WLAN LED leuchtet nicht: WLAN ist nicht aktiviert. LED leuchtet: WLAN ist aktiviert aber sendet nicht. LED blinkt: WLAN-Übertragung läuft.
	Blaue LED: Bluetooth LED leuchtet nicht: Bluetooth ist nicht aktiviert. LED leuchtet: Bluetooth ist aktiviert aber sendet nicht. LED blinkt: Bluetooth-Übertragung läuft.
REC	Grüne LED: Aufzeichnung LED blinkt alle 5 Sek. einmal: Logger ist in Bereitschaft. LED blinkt alle 5 Sek. zwei Mal: Logger ist in Aufzeichnungsmodus.
	Grün/orange LED: Ein/Aus Grüne LED leuchtet: Das Gerät läuft und wird über die Spannungseingänge betrieben. Orange LED blinkt: Versorgung über die Spannungseingänge ist deaktiviert (siehe Abs. 3.1.3).

Tabelle 4

2.8. SPEICHERKARTE

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

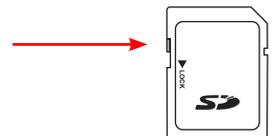
PEL wird mit einer formatierten SD-Karte geliefert. Wenn Sie eine neue SD-Karte installieren möchten:

- 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:

- Wi-Fi, Bluetooth, USB oder Ethernet-Verbindung herstellen.
- 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 während der Aufzeichnung zu vermeiden, kann der PEL nicht direkt am Gerät programmiert werden.

3.1. EIN- UND AUSSCHALTEN DES GERÄTS

3.1.1. EINSCHALTEN

- PEL an eine Steckdose anschließen (mind. 100 V_{AC} bzw. 140 V_{DC}). Das Gerät schaltet sich automatisch ein (wenn die Versorgung über die Spannungseingänge nicht deaktiviert ist, siehe Abs. 3.1.3). 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. 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 **Wahl**taste



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.

120 V ± 10 %, 60 Hz
230 V ± 10 %, 50 Hz

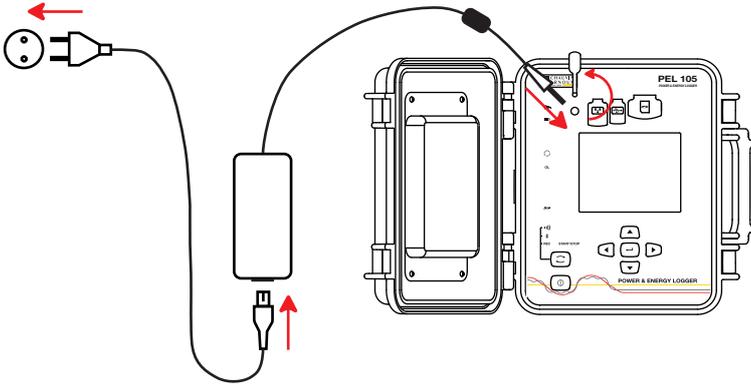


Abbildung 6

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

Das Gerät startet.

Die Signallampe  blinkt, 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.

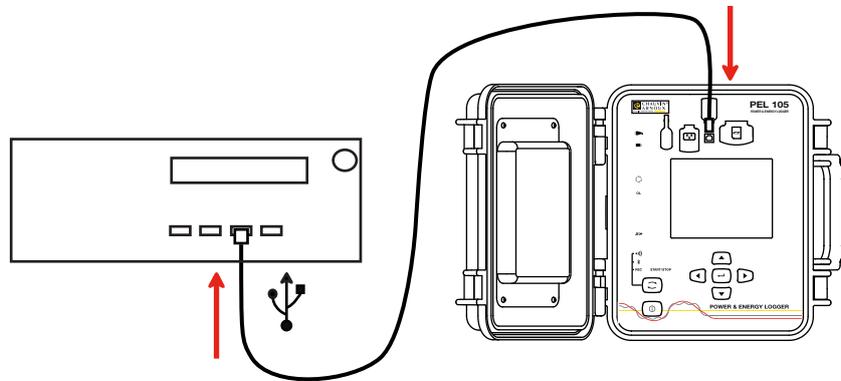


Abbildung 7

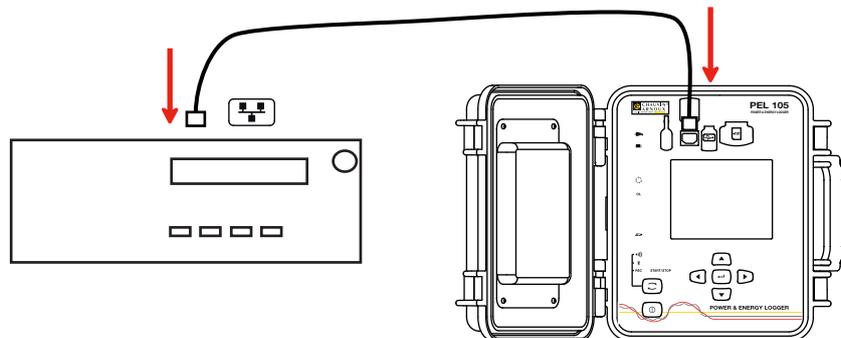


Abbildung 8

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

i 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 Gerätekonfiguration 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.

i 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 BZW. BLUETOOTH

Über Wi-Fi bzw. Bluetooth kann PEL mit einem Computer verbunden werden, wo man mit der PEL-Transfer-Software 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 loslassen, während  leuchtet, dann wird die Bluetooth-Verbindung aktiviert bzw. deaktiviert.

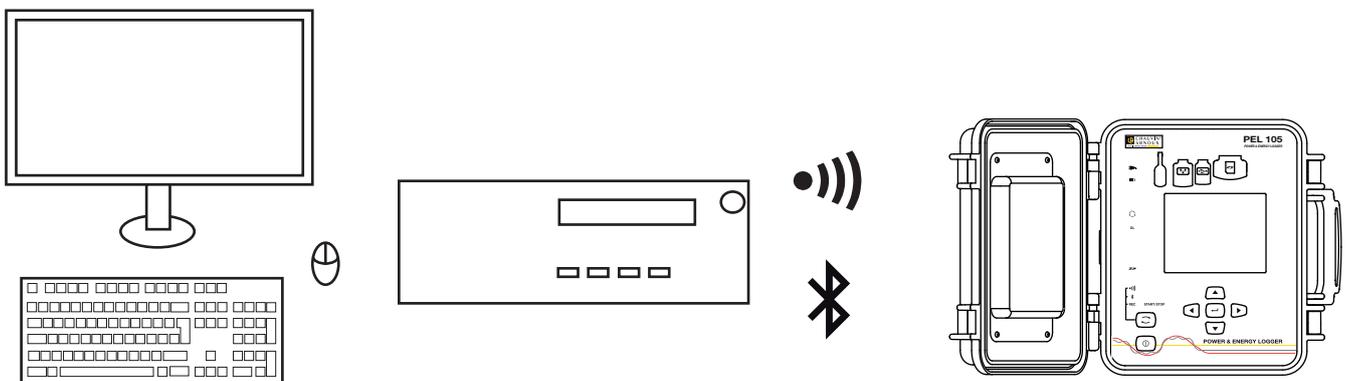


Abbildung 9

Sollte Ihr Computer kein Bluetooth-Modul besitzen, benötigen Sie einen Adapter PC USB/Bluetooth. Sollte kein Treiber dafür installiert sein, installiert Windows automatisch einen.

Der Kopplungsvorgang hängt vom Betriebssystem, dem Bluetooth-System und dem Driver ab.
Bei Bedarf, der Hauptschlüssel ist 0000. Dieser Code lässt sich nicht über PEL-Transfer ändern.

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.

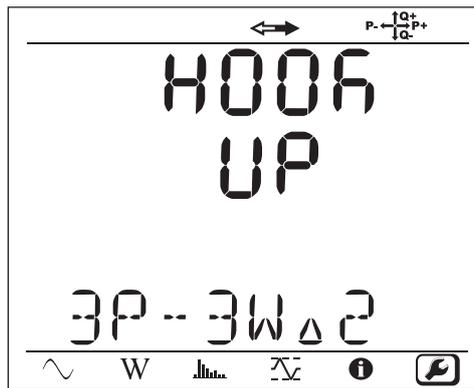


Abbildung 10



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-4WOΔ	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 1. Wenn diese unbelegt ist, wird der Stromwandler an Buchse 2, dann an Buchse 3 erfasst. Wenn das ausgewählte Netzwerk nicht symmetrisch ist, wird auch an Buchse N 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 L1 zur Auswahl der Stromwandler verwendet.

3.5.3. PRIMÄR-NENNSPANNUNG

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

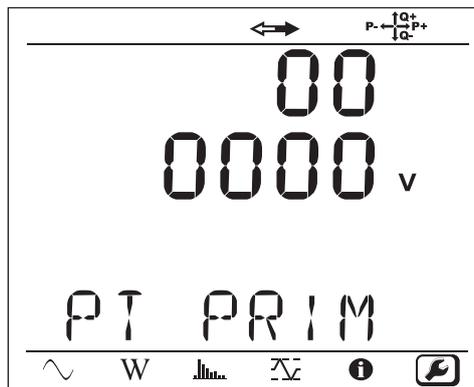


Abbildung 11

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 ▼.

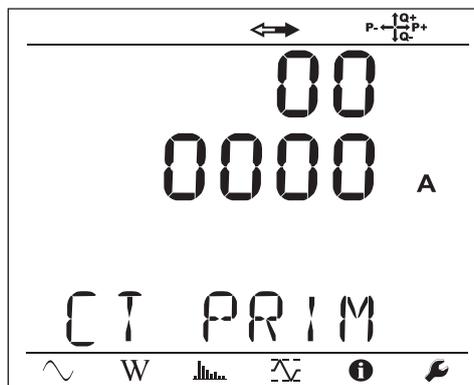


Abbildung 12

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® A196 oder A193 und MiniFlex® MA 193: 100, 400, 2 000 oder 10 000A
- 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 E3N: 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 ▼.

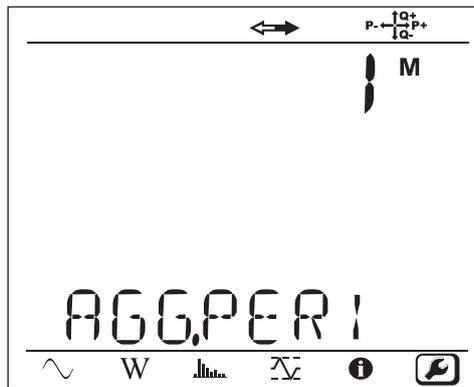


Abbildung 13

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).

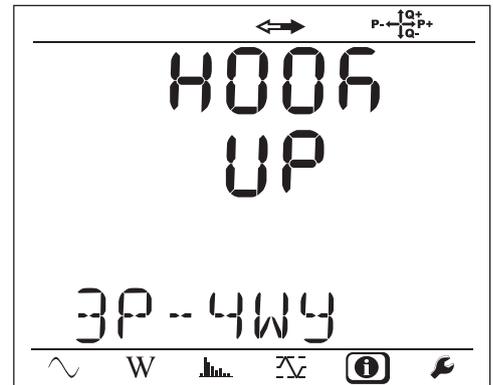
Bestätigen Sie Ihre Wahl mit der **Eingabetaste** .

3.6. INFORMATION

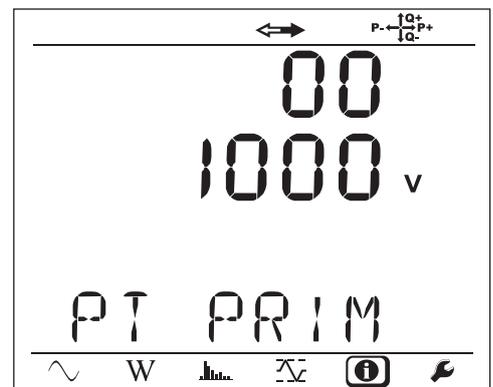
Um den Informationsmodus am Gerät aufzurufen drücken Sie die Tasten ◀ oder ▶ bis das Symbol  markiert ist.

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

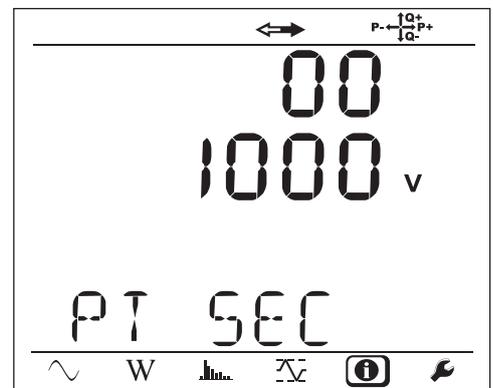
■ Netztype



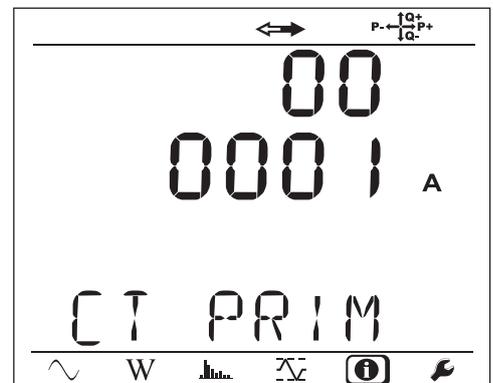
■ Primär-Nennspannung



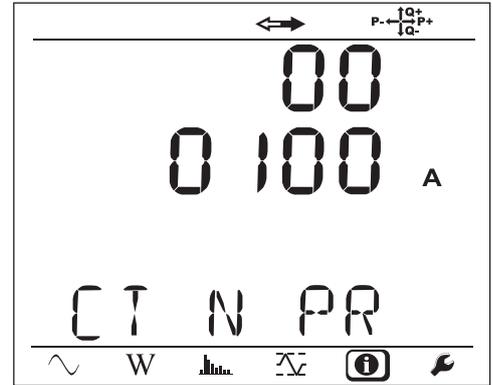
■ Sekundär-Nennspannung



■ Primär-Nennstrom



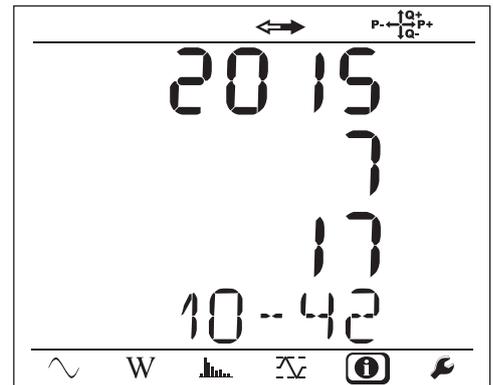
- Neutralleiter-Primärnennstrom (wenn ein Stromwandler an I_N angeschlossen ist)



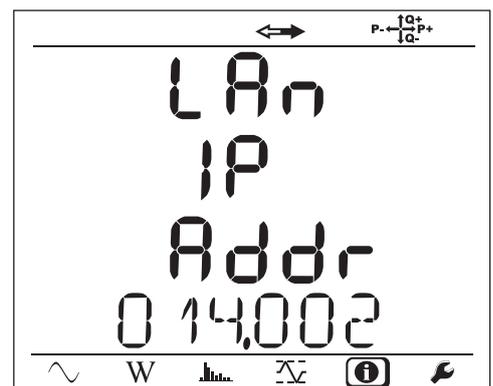
- Aggregationszeitraum



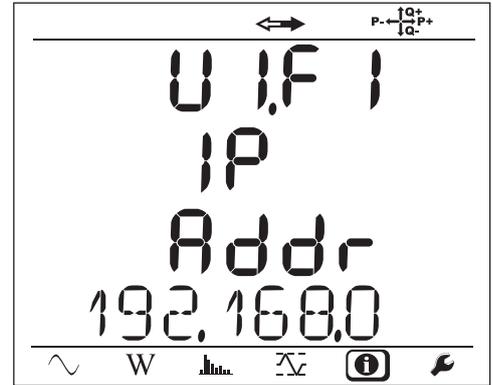
- Datum und Uhrzeit



- IP-Adresse (ablaufend)

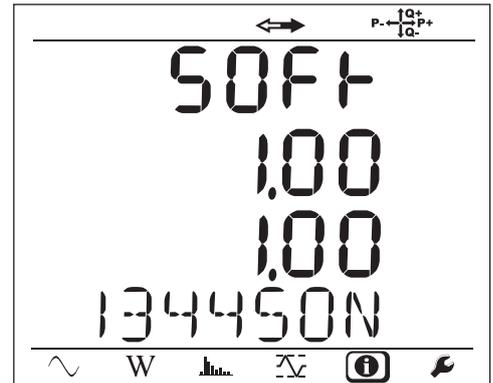


■ Wi-Fi-Adresse (ablaufend)



■ 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. VERSORGNUNGSNETZE 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.

Nur die mit dem Gerät mitgelieferten Stromwandler AmpFlex® A196 sind dicht.

4.1.1. EINPHASIG 2 LEITER:

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen (optional bei dieser Netztype).
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 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.

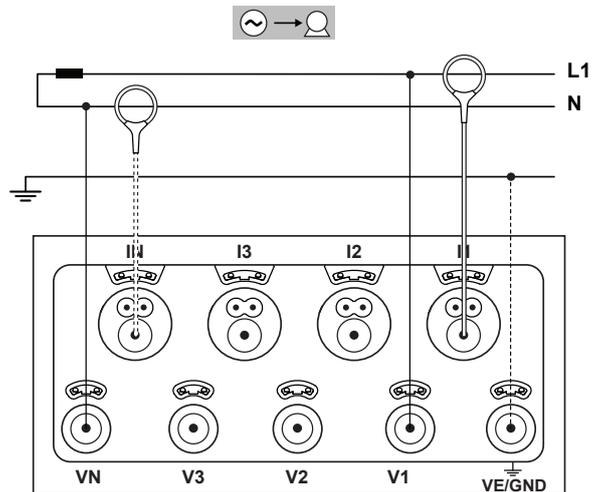


Abbildung 14

4.1.2. ZWEIPHASIG 3 LEITER (ZWEIPHASIG AB TRANSFORMATOR MIT MITTELANSZAPFUNG)

- Messleitung N an Neutralleiter 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 Neutralleiter 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.

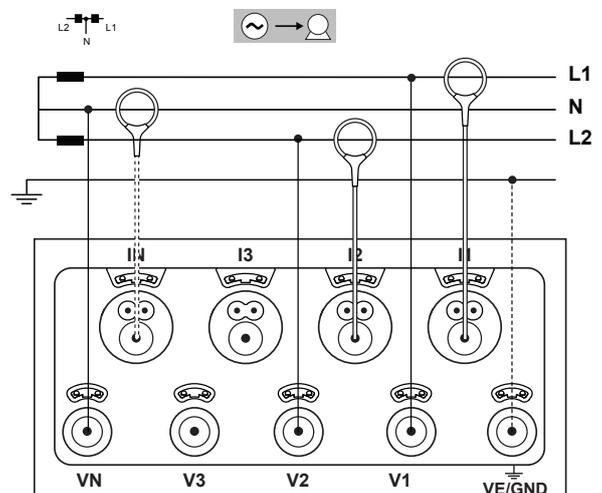


Abbildung 15

4.1.3. DREIPHASENNETZE MIT 3 LEITERN

4.1.3.1. Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)

- 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.

i 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.

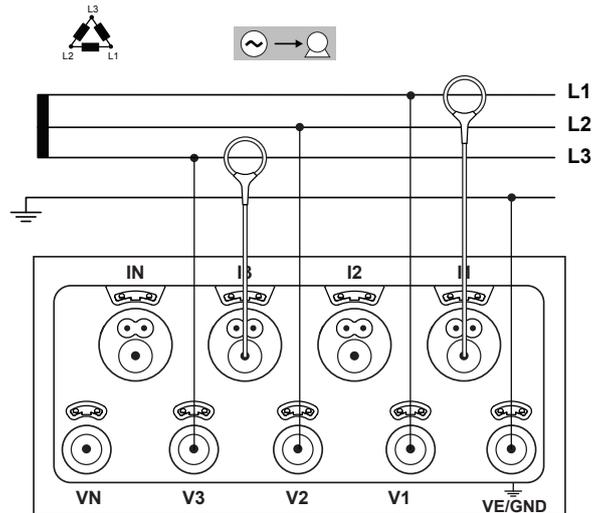


Abbildung 16

4.1.3.2. Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 3 Stromwandler)

- 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.

i 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.

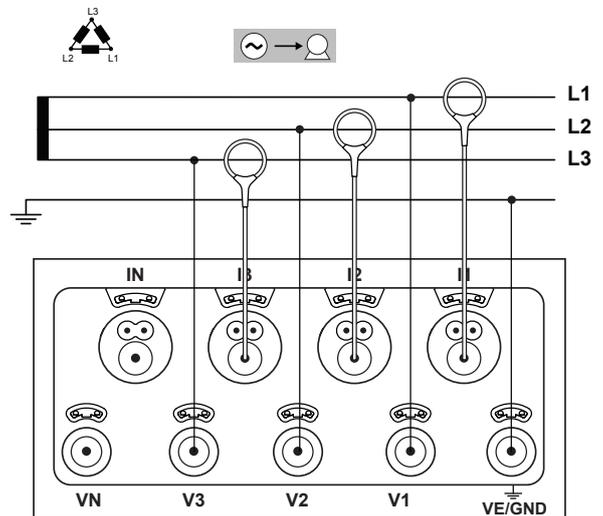


Abbildung 17

4.1.3.3. Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 2 Stromwandler)

- 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.

i 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.

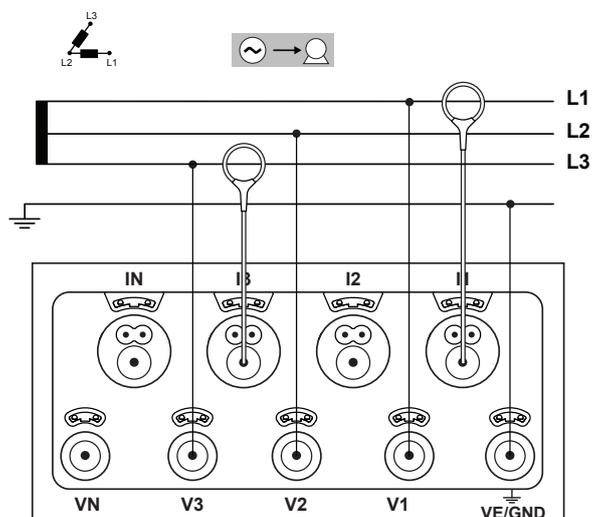


Abbildung 18

4.1.3.4. Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)

- 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.

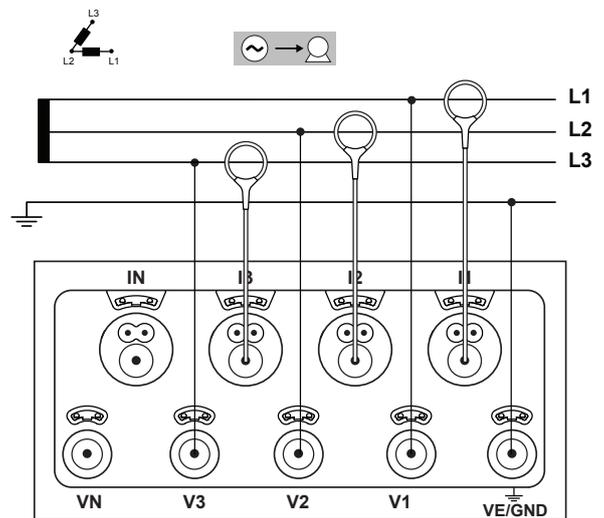


Abbildung 19

4.1.3.5. Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler)

- 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.

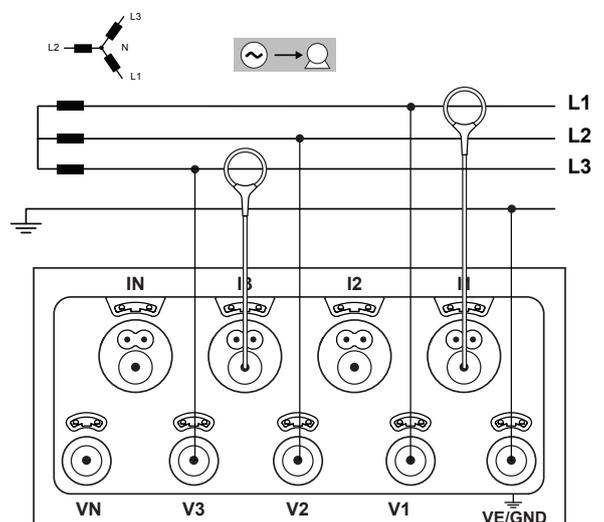


Abbildung 20

4.1.3.6. Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler)

- 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.

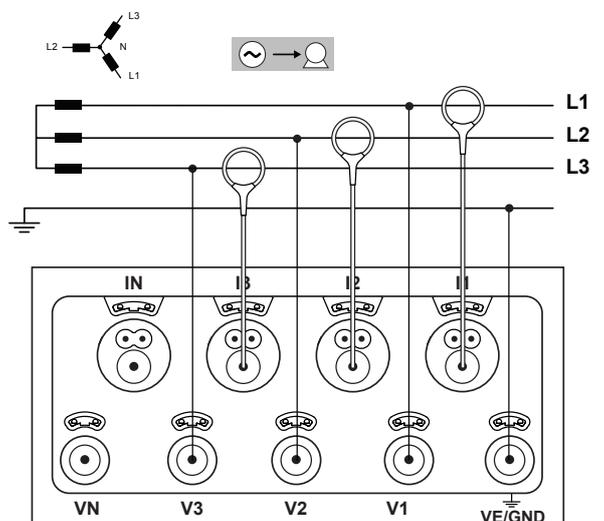


Abbildung 21

4.1.3.7. Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , symmetrisch, 1 Stromwandler)

- 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.

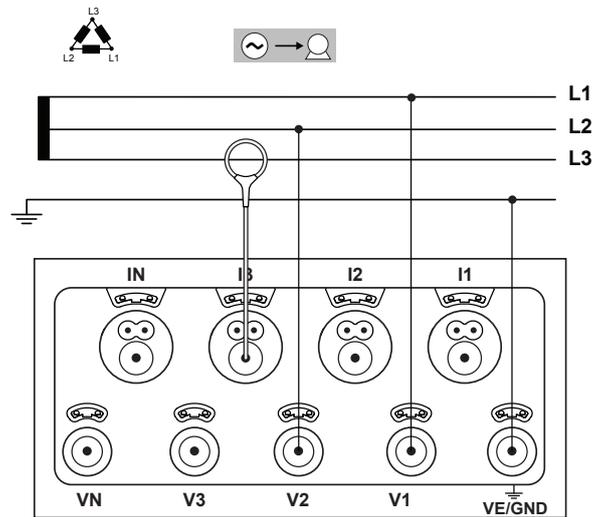


Abbildung 22

4.1.4. DREIPHASENNETZE MIT 4 LEITERN Y

4.1.4.1. Dreiphasig 4 Leiter Y (3 Stromwandler)

- 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.

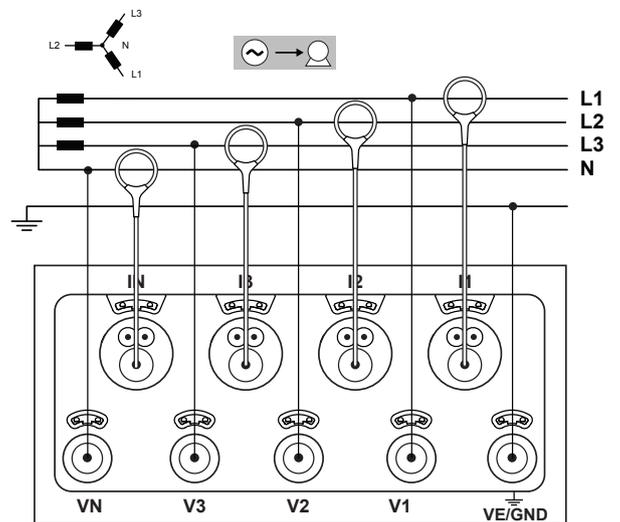


Abbildung 23

4.1.4.2. Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch

- 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.

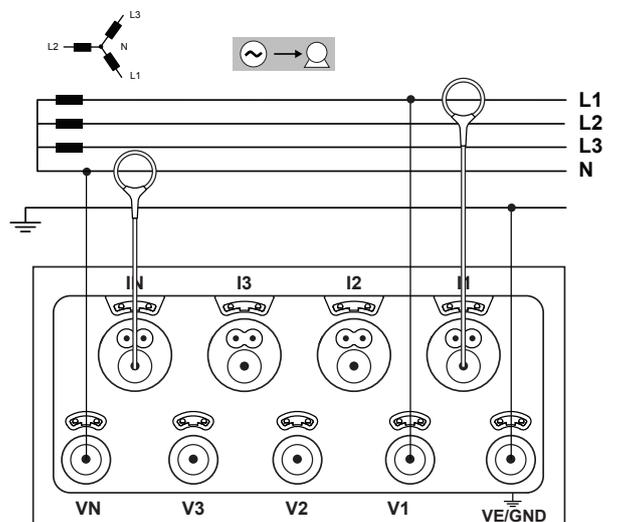


Abbildung 24

4.1.4.3. Dreiphasig 4 Leiter Y (2,5 Elemente)

- 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.

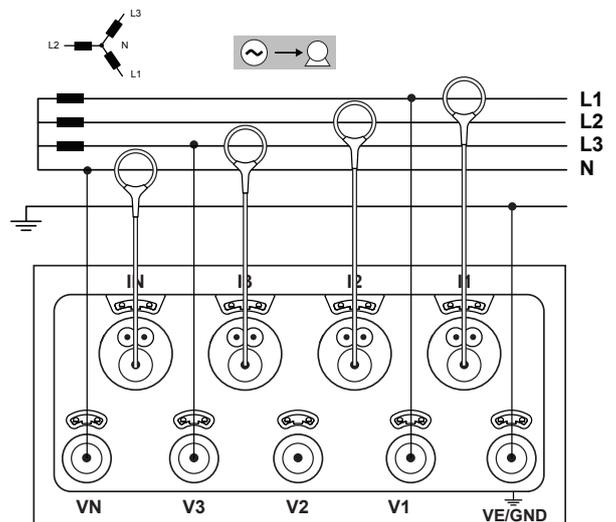


Abbildung 25

4.1.5. DREIPHASIG 4 LEITER Δ

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

4.1.5.1. Dreiphasig 4 Leiter Δ

- 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.

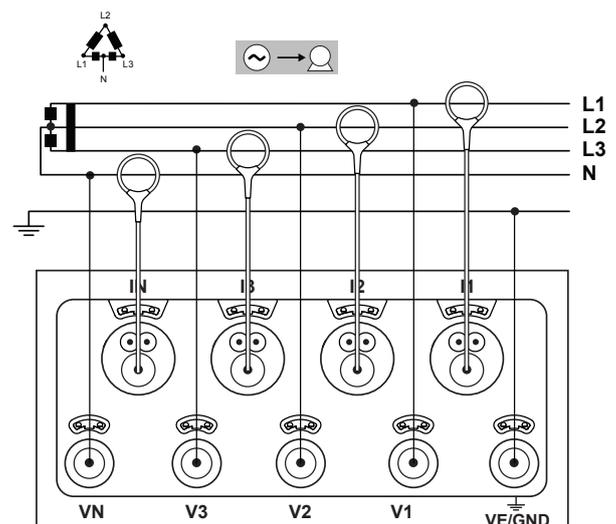


Abbildung 26

4.1.5.2. Dreiphasig 4 Leiter (offenes Δ)

- 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.

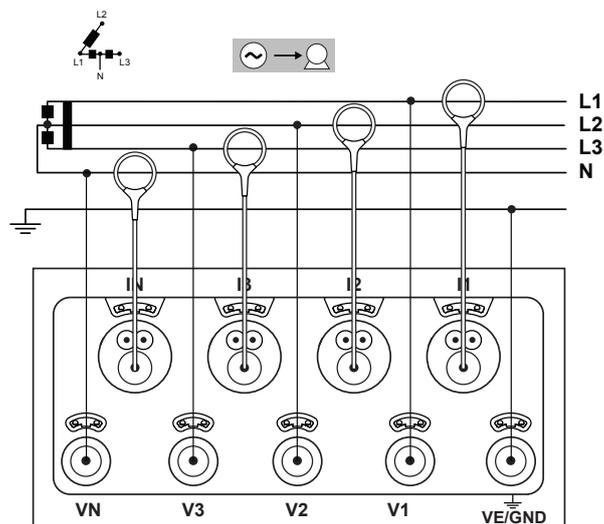


Abbildung 27

4.1.6. DC-NETZE

4.1.6.1. DC 2 Leiter

- Messleitung N an den gemeinsamen Leiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an den Leiter +1 anschließen.
- Stromwandler IN an den gemeinsamen Leiter anschließen.
- Stromwandler I1 an den Leiter +1 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.

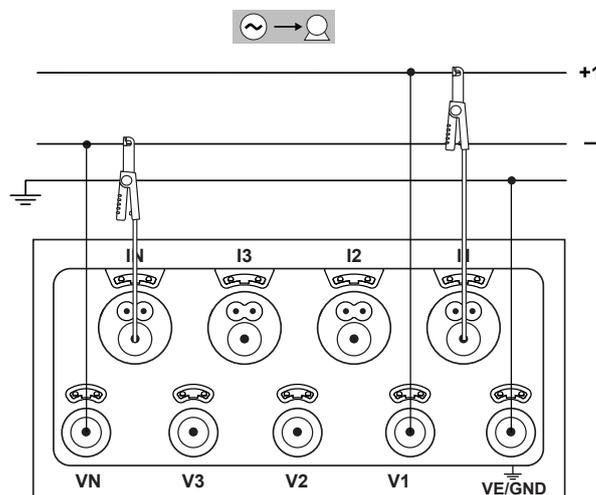


Abbildung 28

4.1.6.2. DC 3 Leiter

- Messleitung N an den gemeinsamen Leiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an den Leiter +1 anschließen.
- Messleitung V2 an den Leiter +2 anschließen.
- Stromwandler IN an den gemeinsamen Leiter anschließen.
- Stromwandler I1 an den Leiter +1 anschließen.
- Stromwandler I2 an den Leiter +2 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.

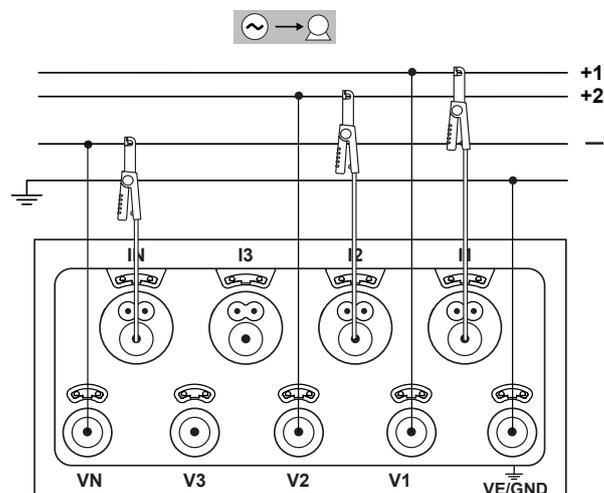


Abbildung 29

4.1.6.3. DC 4 Leiter

- Messleitung N an den gemeinsamen Leiter anschließen.
- Messleitung VE/GND an Erde anschließen.
- Messleitung V1 an den Leiter +1 anschließen.
- Messleitung V2 an den Leiter +2 anschließen.
- Messleitung V3 an den Leiter +3 anschließen.
- Stromwandler IN an den gemeinsamen Leiter anschließen.
- Stromwandler I1 an den Leiter +1 anschließen.
- Stromwandler I2 an den Leiter +2 anschließen.
- Stromwandler I3 an den Leiter +3 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.

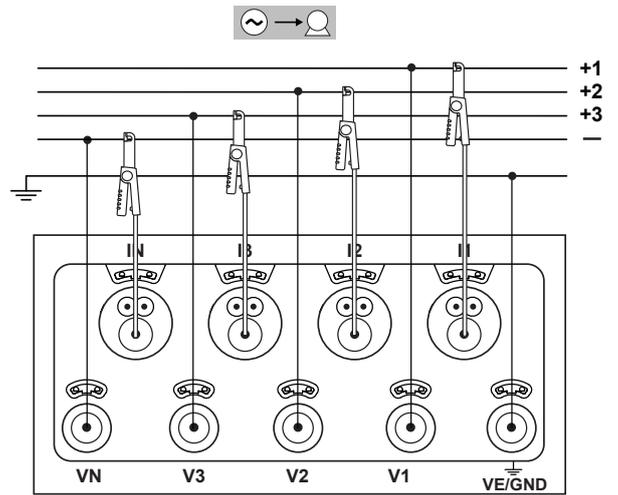


Abbildung 30

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).

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 ▶.

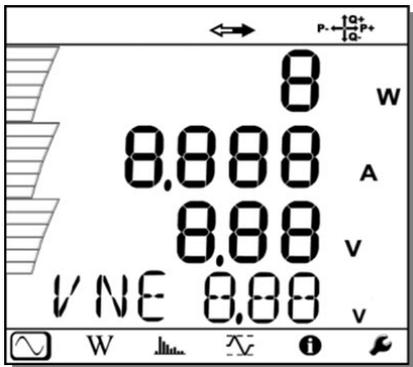
Symbol	Anzeigemodus
	Anzeige von Ist-Werten: Spannung V, Strom A, Wirkleistung P, Blindleistung Q, Scheinleistung, Frequenz f, Leistungsfaktor PF, $\tan \Phi$.
	Anzeige der Energie- und Leistungswerte: Wirkenergie der Last Wh, Blindenergie der Last Varh, Scheinenergie der Last VAh.
	Anzeige von Oberschwingungen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

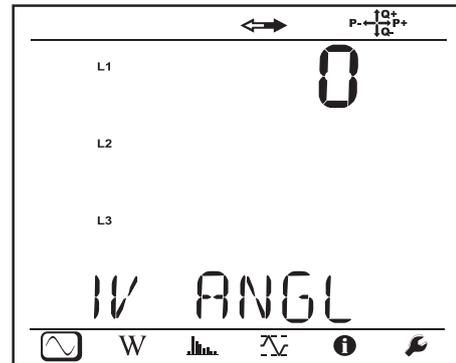
4.3.1. MESSMODUS

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

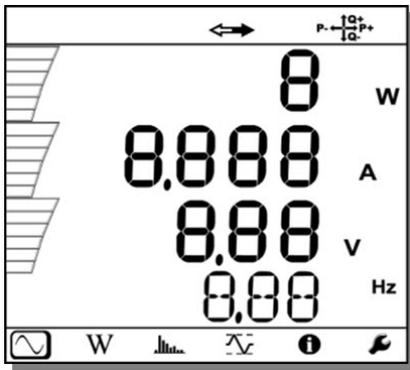
Einphasig 2 Leiter (1P-2W)



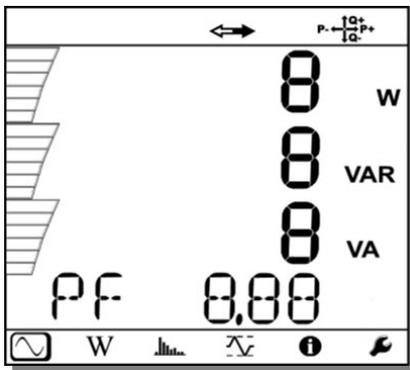
P
I
V
V_N



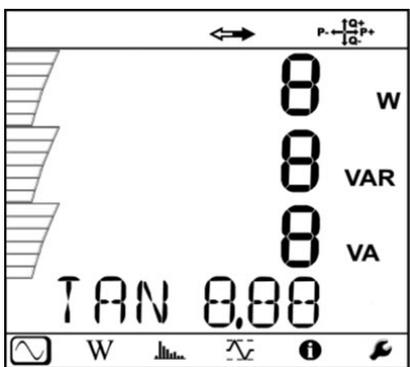
$\varphi (I_1, V_1)$



P
I
V
f

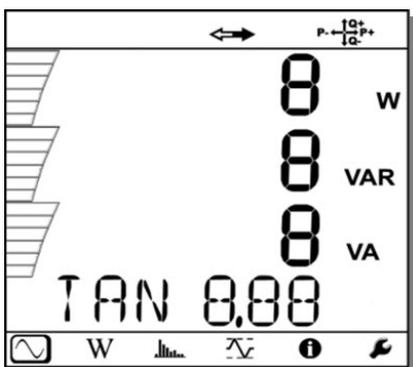
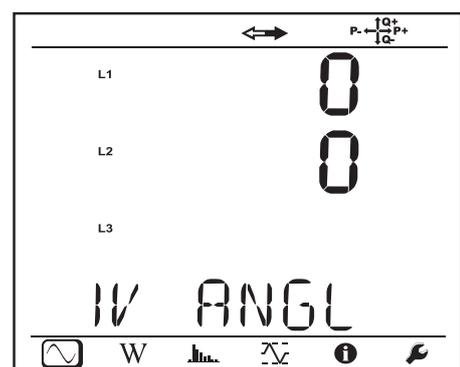
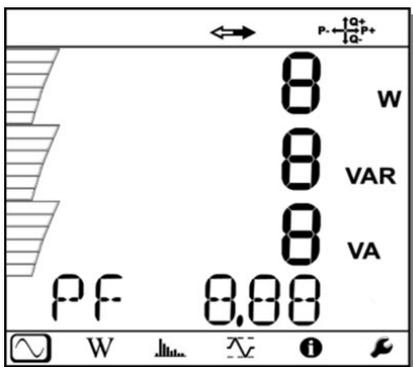
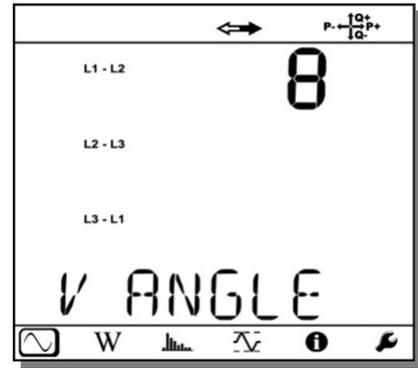
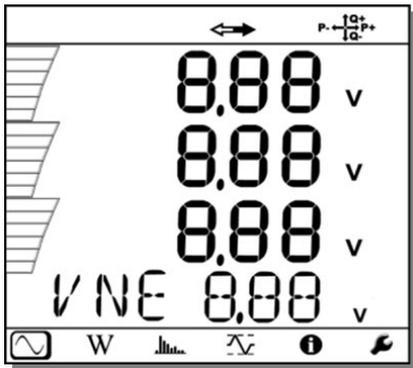
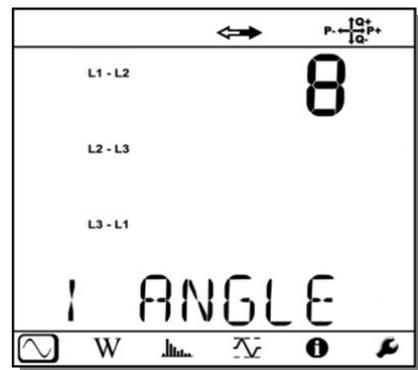
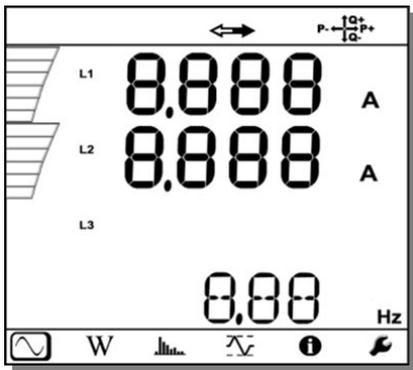


P
Q
S
PF

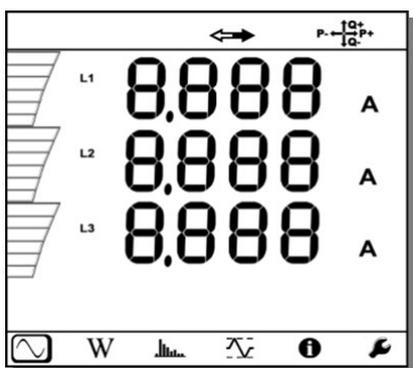


P
Q
S
tan φ

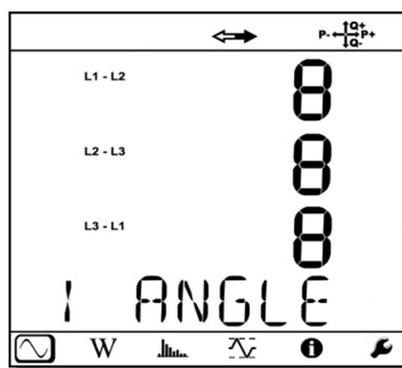
Zweiphasig 3 Leiter (2P-3W)



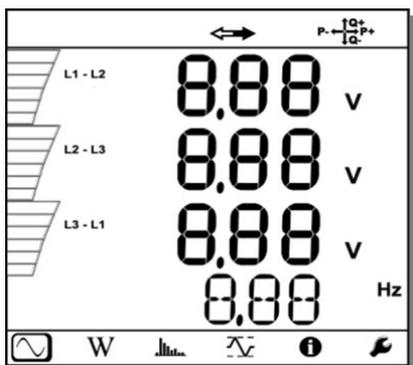
Dreiphasig 3 Leiter, nicht symmetrisch (3P-3WΔ2, 3P-3WΔ3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)



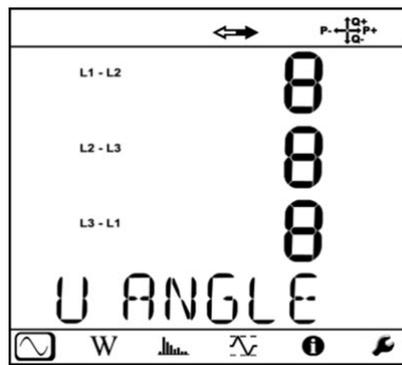
I_1
 I_2
 I_3



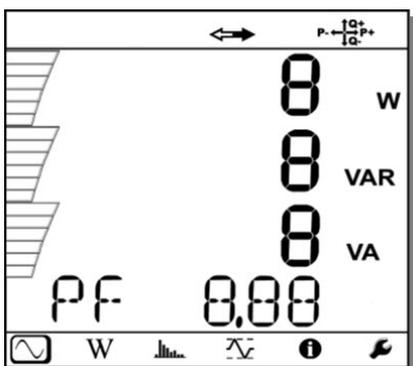
$\varphi(I_2, I_1)$
 $\varphi(I_3, I_2)$
 $\varphi(I_1, I_3)$



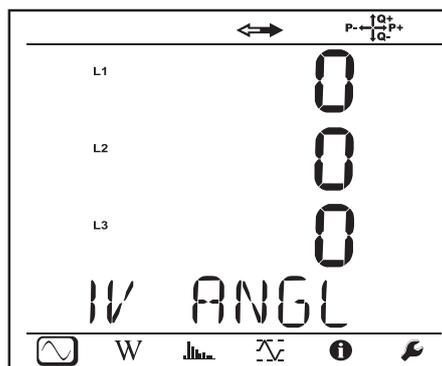
U_{12}
 U_{23}
 U_{31}
f



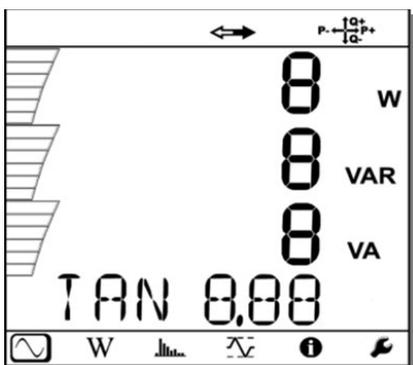
$\varphi(U_{31}, U_{23})$
 $\varphi(U_{12}, U_{31})$
 $\varphi(U_{23}, U_{12})$



P
Q
S
PF

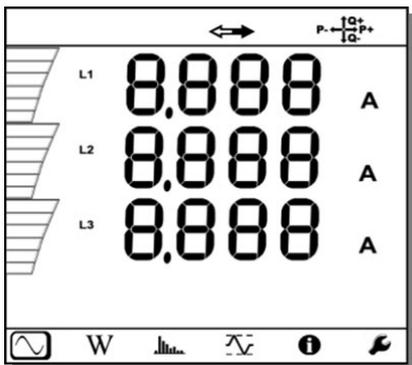


$\varphi(I_1, U_{12})$
 $\varphi(I_2, U_{23})$
 $\varphi(I_3, U_{31})$

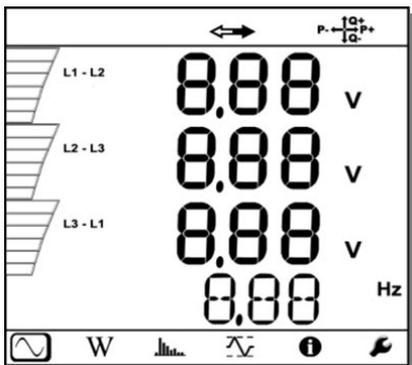


P
Q
S
tan φ

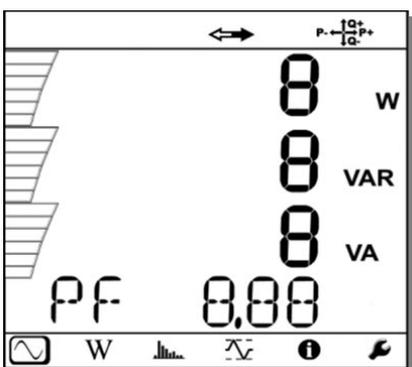
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch (3P-3W Δ b)



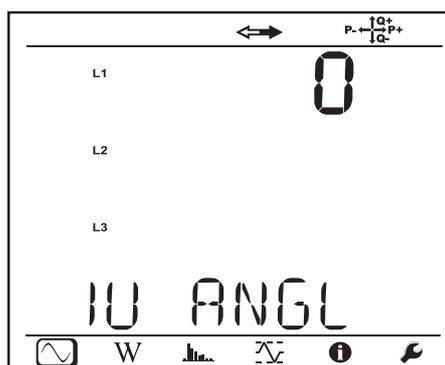
I_1
 I_2
 I_3



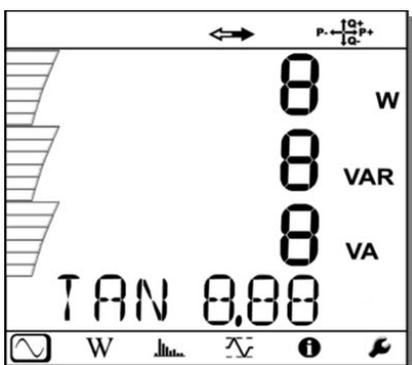
U_{12}
 U_{23}
 U_{31}
f



P
Q
S
PF



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

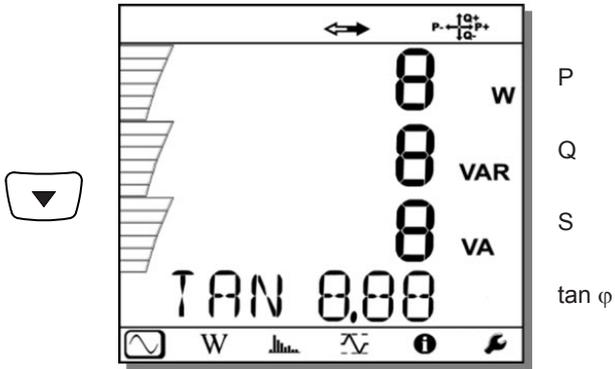


P
Q
S
tan φ

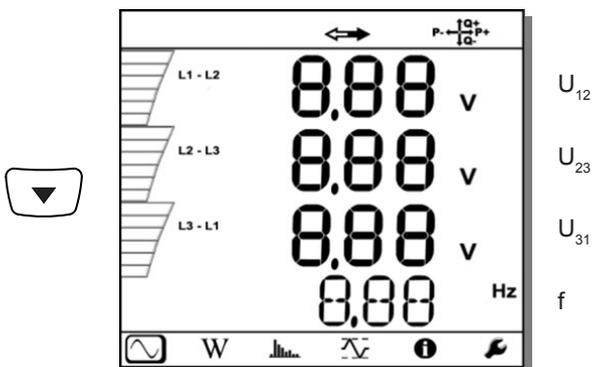
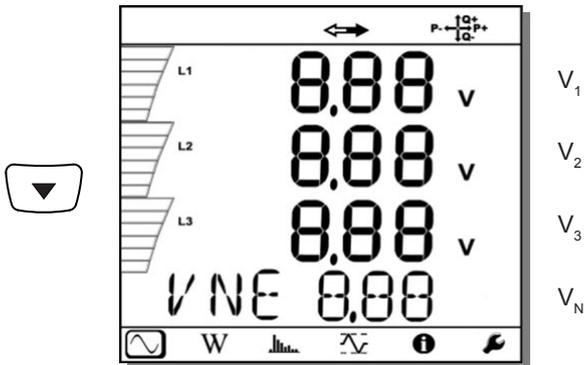
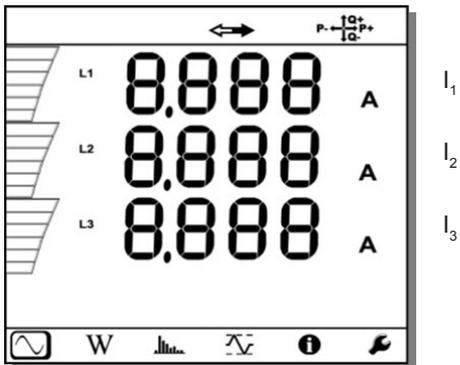
Dreiphasig 4 Leiter, nicht symmetrisch (3P-4WY, 3P-4WY2, 3P-4WΔ, 3P-4WOΔ)

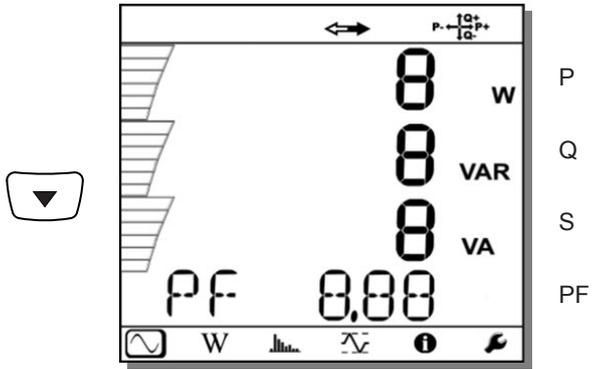
		I_1 I_2 I_3 I_N			$\varphi(I_2, I_1)$ $\varphi(I_3, I_2)$ $\varphi(I_1, I_3)$
		V_1 V_2 V_3 V_N			$\varphi(V_2, V_1)^*$ $\varphi(V_3, V_2)^*$ $\varphi(V_1, V_3)$
		U_{12} U_{23} U_{31} f			$\varphi(U_{31}, U_{23})$ $\varphi(U_{12}, U_{31})$ $\varphi(U_{23}, U_{12})$
		P Q S PF			$\varphi(I_1, V_1)$ $\varphi(I_2, V_2)^*$ $\varphi(I_3, V_3)$

*: Für Versorgungsnetze 3P-4WΔ und 3P-4WOΔ

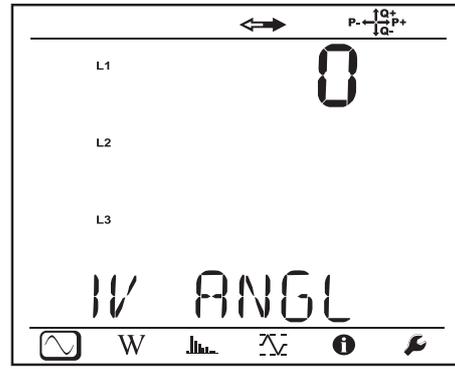


Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (3P-4WYb)

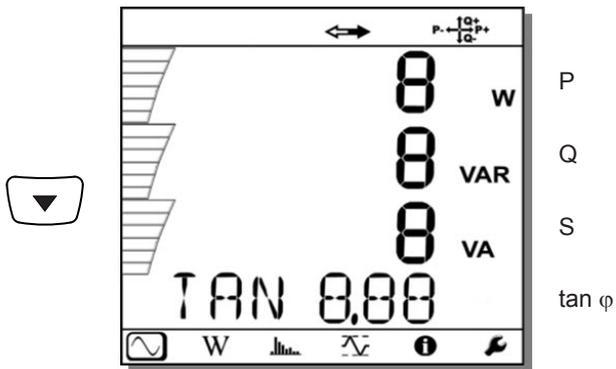




P
 Q
 S
 PF

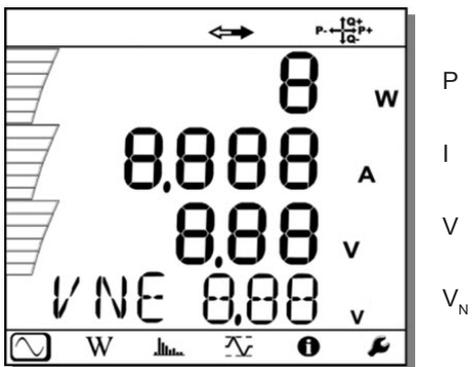


$\varphi(I_1, V_1)$



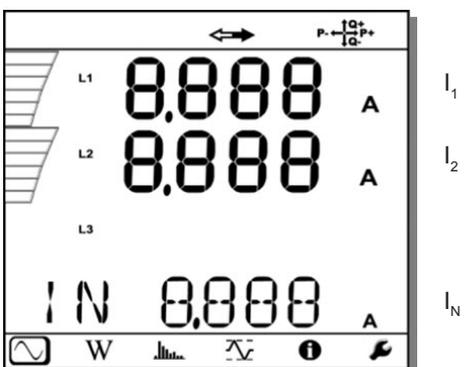
P
 Q
 S
 tan φ

DC 2 Leiter (dC-2W)

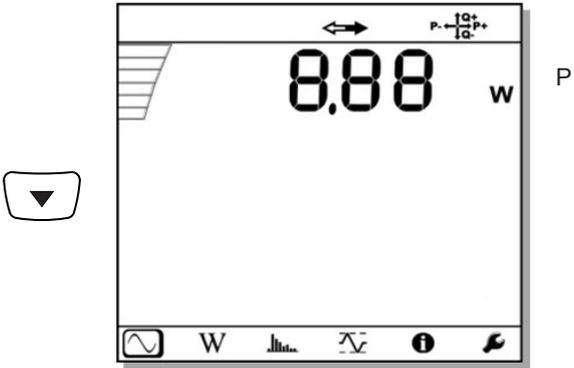
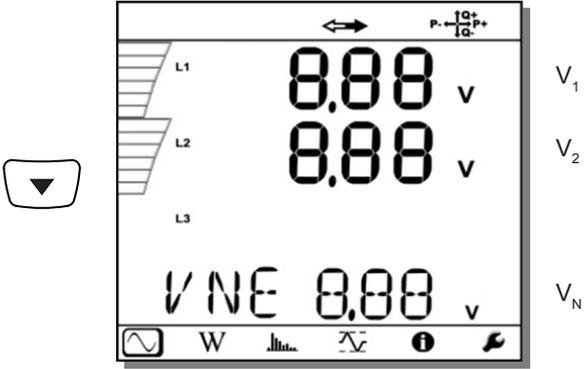


P
 I
 V
 V_N

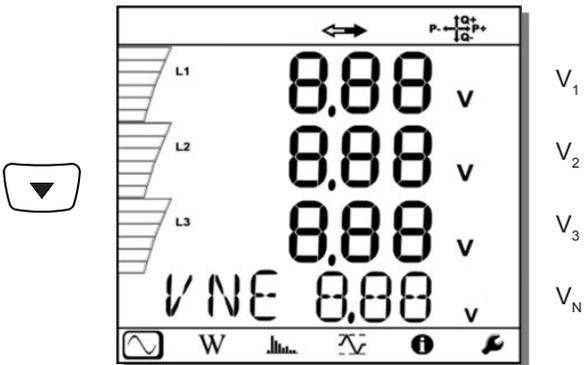
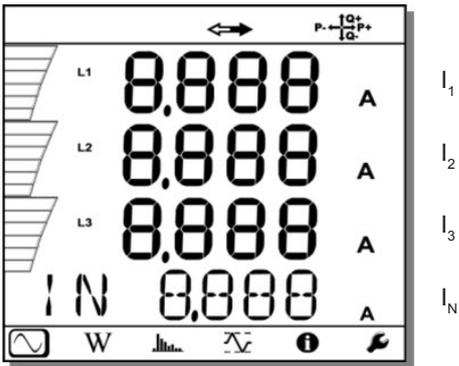
DC 3 Leiter (dC-3W)

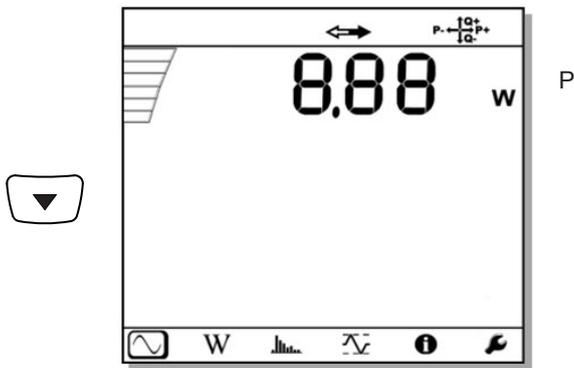


I_1
 I_2
 I_N



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.

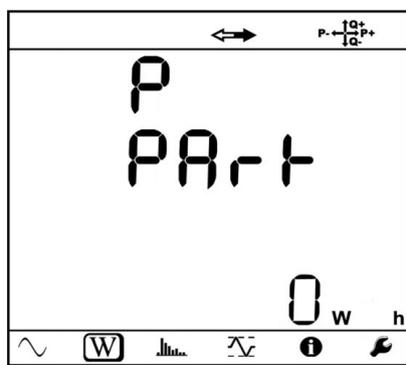


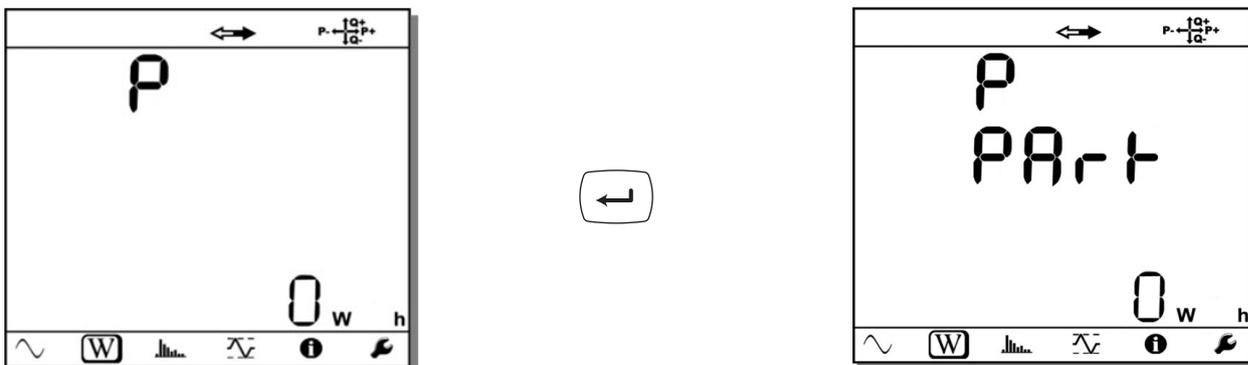
Abbildung 31

Mit der Taste  schalten Sie zurück zu den Gesamtleistungen.

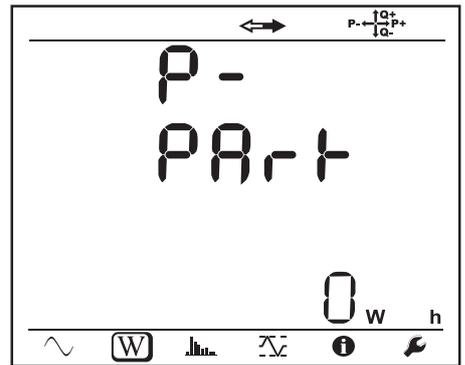
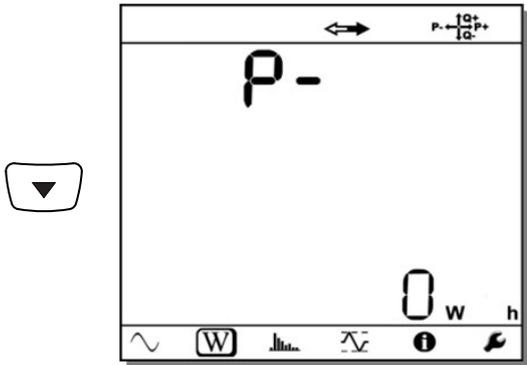
Die Anzeigebildschirme sind bei AC- und DC-Netzen unterschiedlich.

Wechselstromnetze

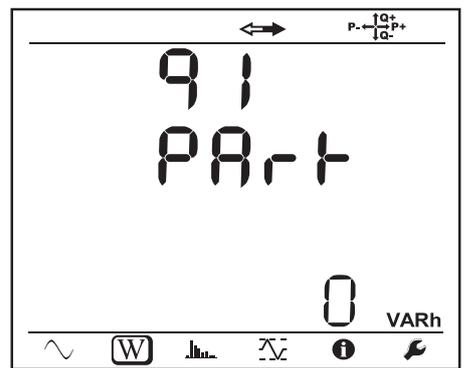
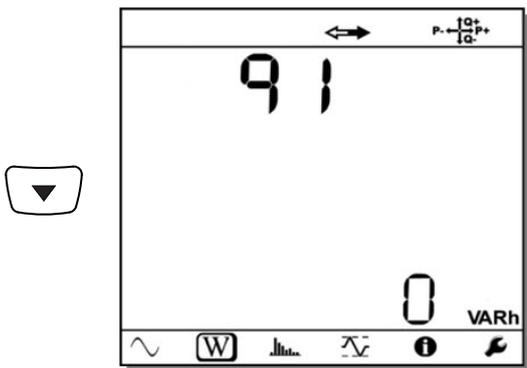
Ep+: Gesamtwirkenergie-Verbrauch (von der Last) in kWh



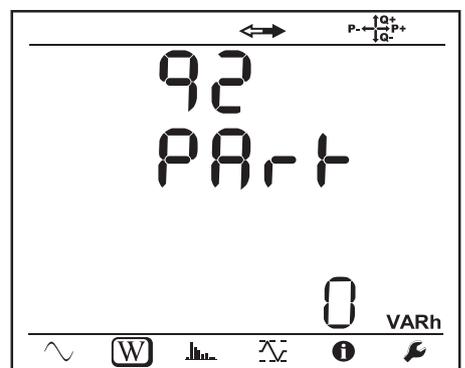
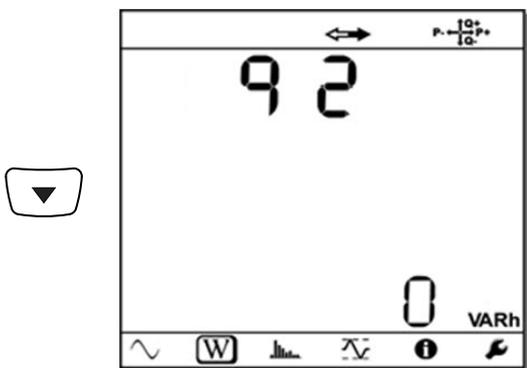
Ep-: Gesamtwirkenergie-Lieferung (von der Quelle) in kWh



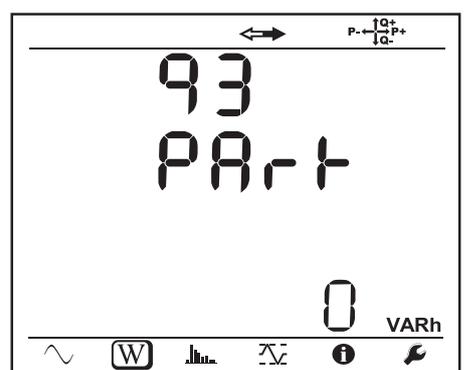
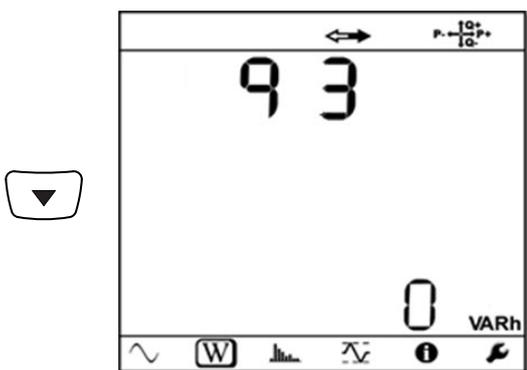
Eq1: Blindenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 1 in kvarh



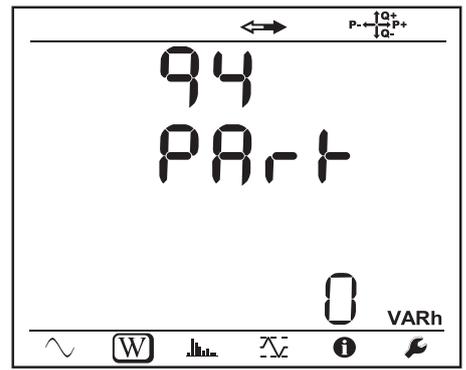
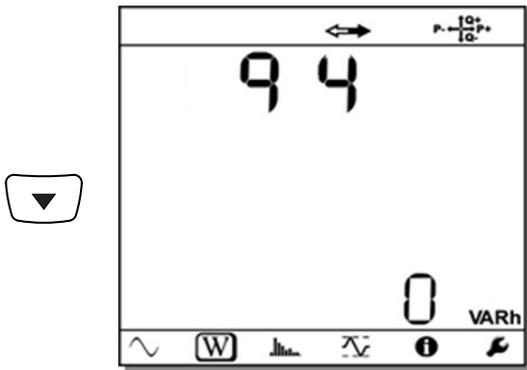
Eq2: Blindenergie-Lieferung (von der Quelle) im Quadranten 2 in kvarh



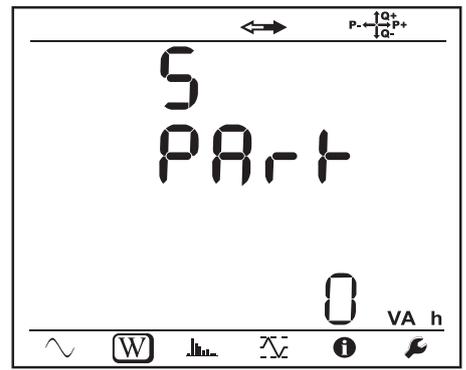
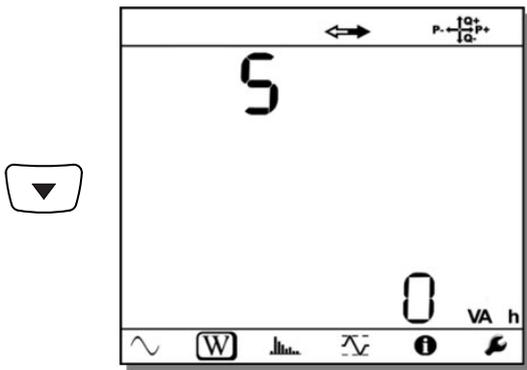
Eq3: Blindenergie-Lieferung (von der Quelle) im Quadranten 3 in kvarh



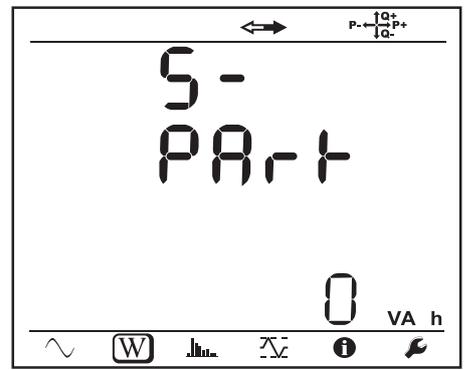
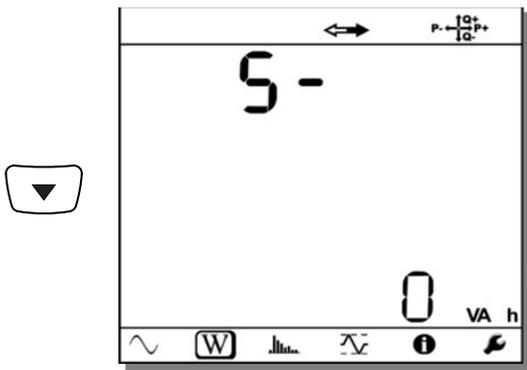
Eq4: Blindenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 4 in kvarh



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

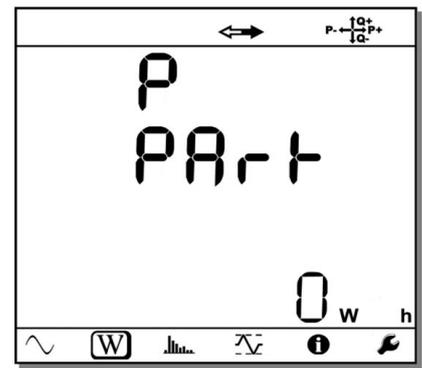
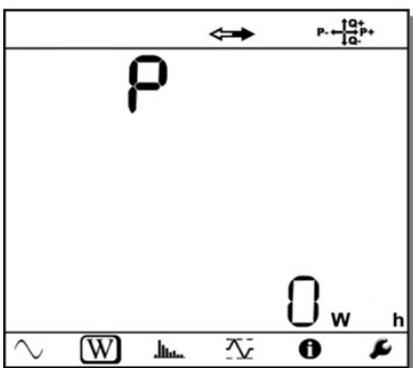


Es-: Gesamtscheinenergie-Lieferung (von der Quelle) in kVAh

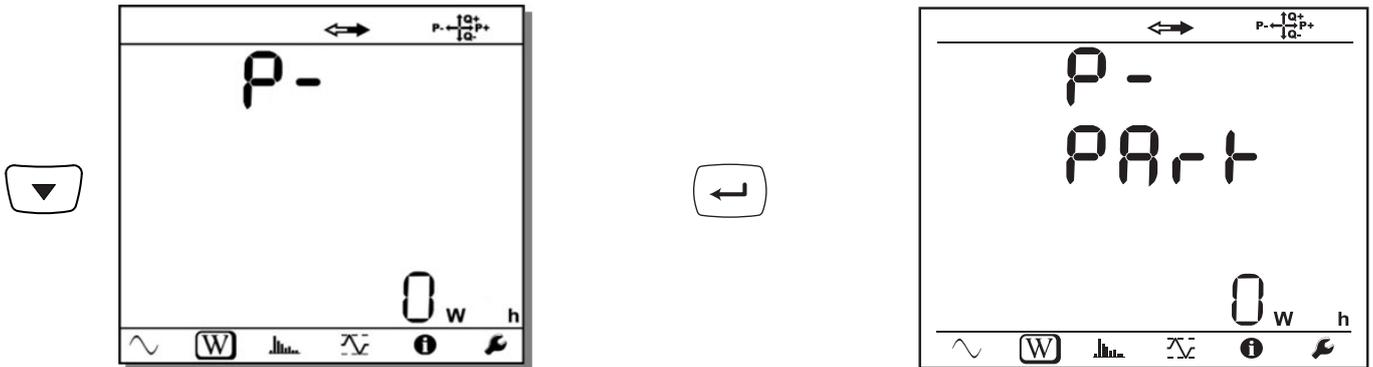


Gleichstromnetze

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



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

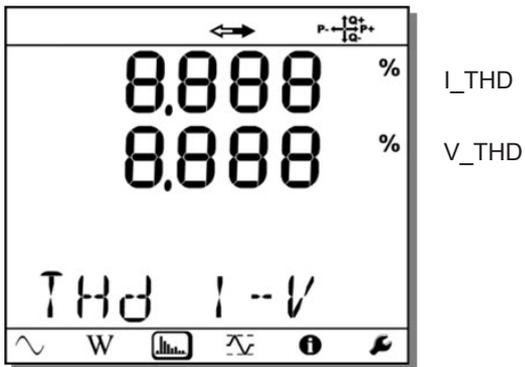


4.3.3. OBERSCHWINGUNGSMODUS

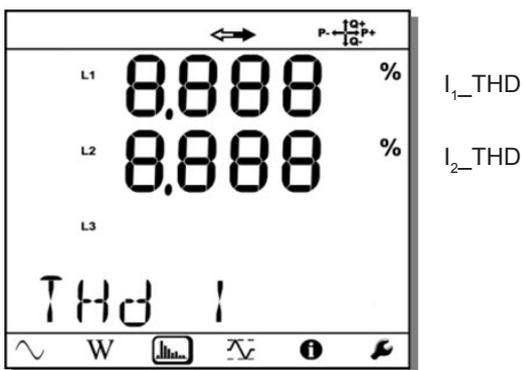
Die Anzeige hängt vom Versorgungsnetz ab.

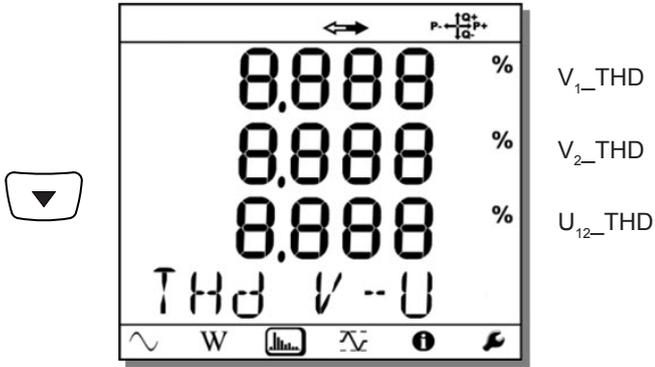
Die Oberschwingungsanzeige ist in Gleichstromnetzen nicht möglich. Auf der Anzeige erscheint „No THD in DCMode“.

Einphasig 2 Leiter (1P-2W)

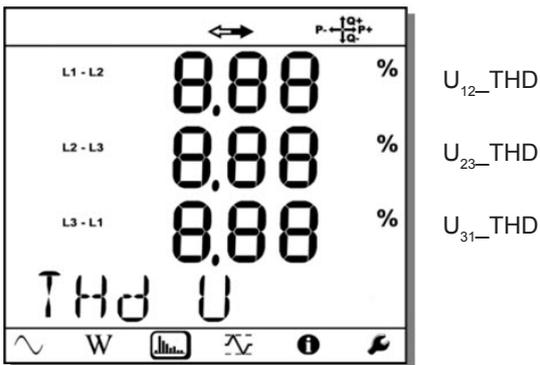
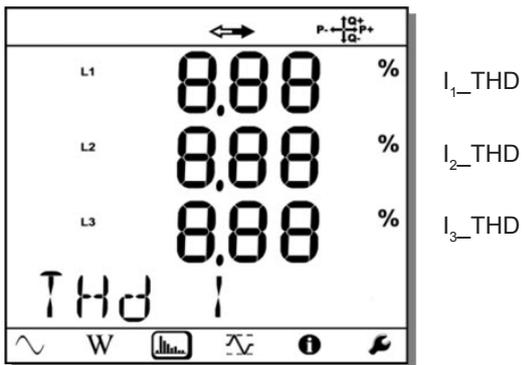


Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)

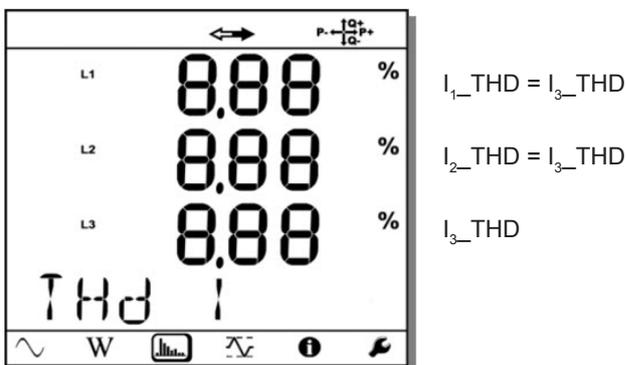


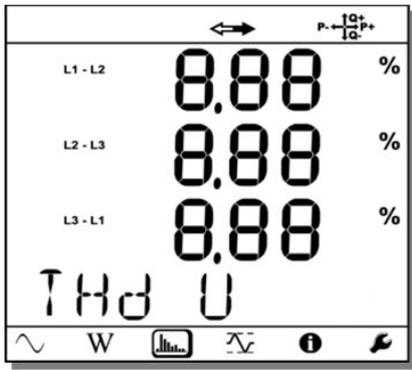


Dreiphasig 3 Leiter, nicht symmetrisch (3P-3W Δ 2, 3P-3W Δ 3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)



Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch (3P-3W Δ b)



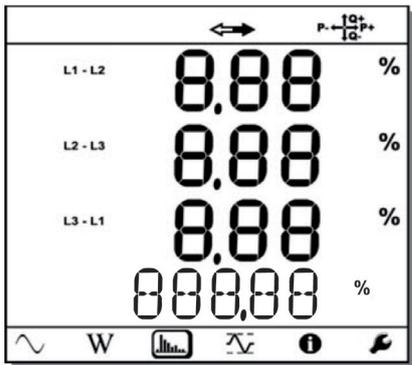


U_{12_THD}

$U_{23_THD} = U_{12_THD}$

$U_{31_THD} = U_{12_THD}$

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

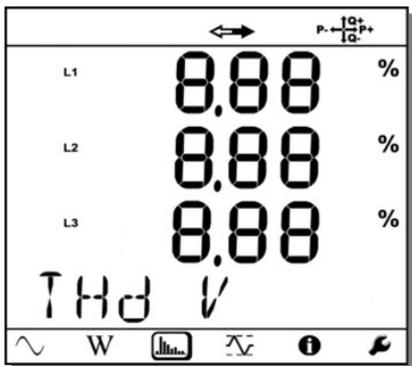


I_{1_THD}

I_{2_THD}

I_{3_THD}

I_{N_THD}

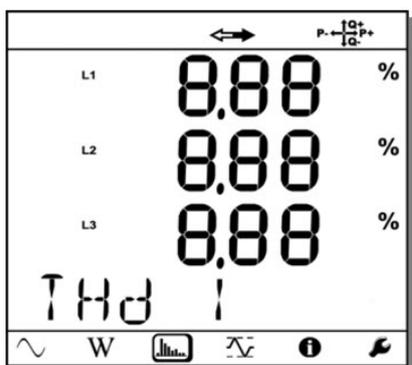


V_{1_THD}

V_{2_THD}

V_{3_THD}

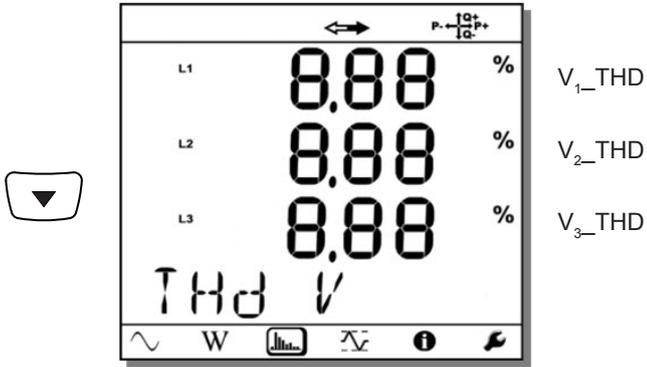
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (3P-4WYb)



I_{1_THD}

I_{2_THD}

I_{3_THD}

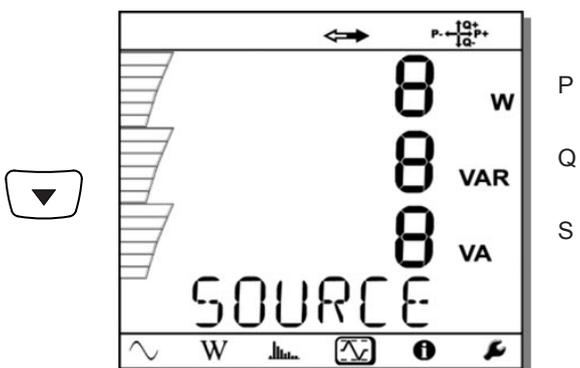
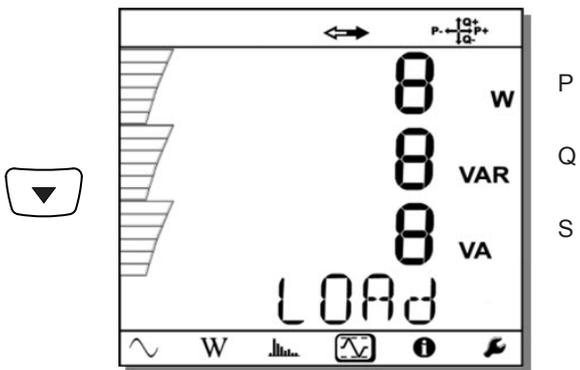
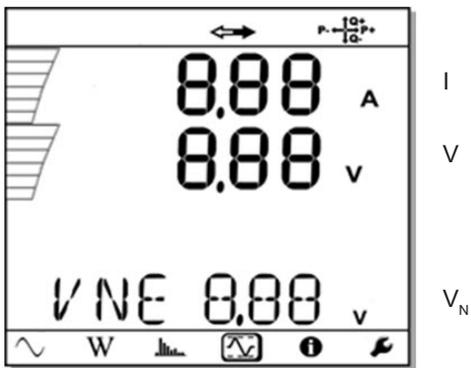


4.3.4. MAX.-MODUS

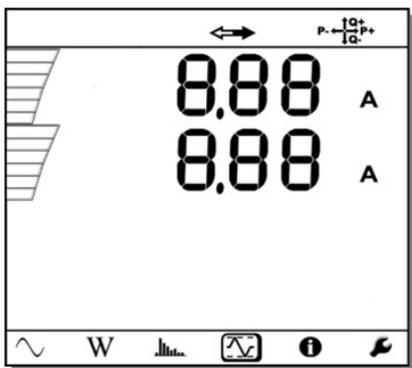
Dabei handelt es sich entweder um die aggregierten Maximalwerte der laufenden bzw. der letzten Aufzeichnung, oder es handelt sich um die aggregierten Maximalwerte seit dem letzten Rücksetzen, je nachdem, welche Option in PEL-Transfer gewählt wurde.

Die Max.-Anzeige ist in Gleichstromnetzen nicht möglich. Auf der Anzeige erscheint „No Max in DCMoDe“.

Einphasig 2 Leiter (1P-2W)

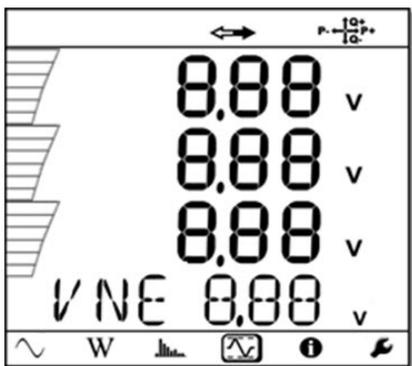


Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)



I_1

I_2

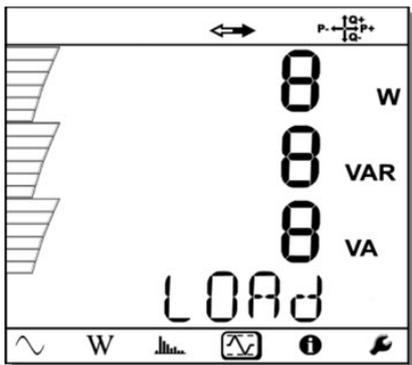


V_1

V_2

U_{12}

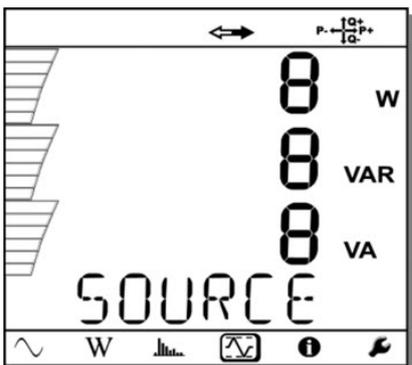
V_N



P

Q

S

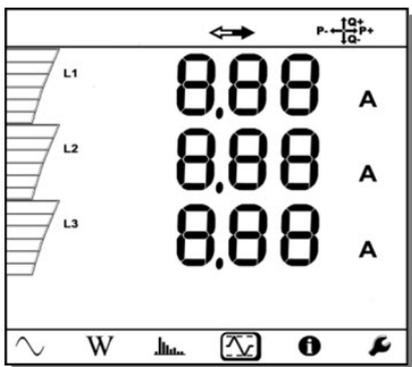


P

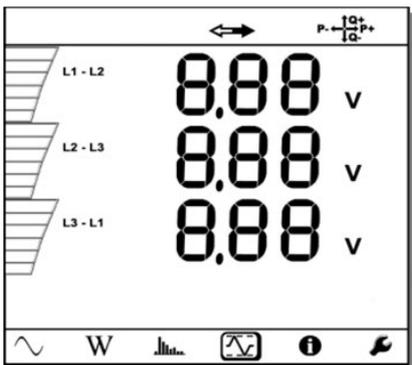
Q

S

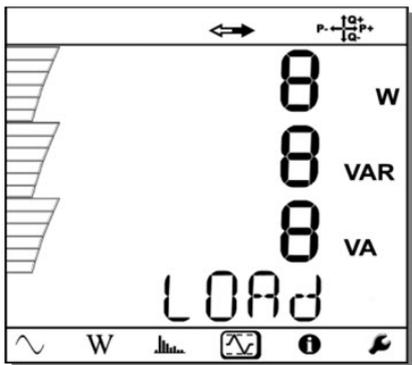
Dreiphasig 3 Leiter (3P-3W Δ 2, 3P-3W Δ 3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3, 3P-3W Δ b)



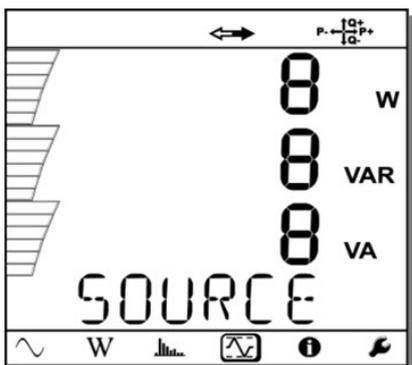
I_1
 I_2
 I_3



U_{12}
 U_{23}
 U_{31}

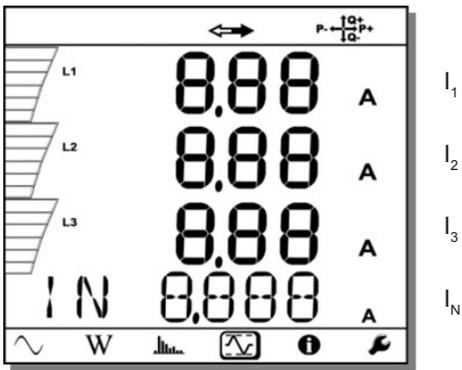


P
Q
S



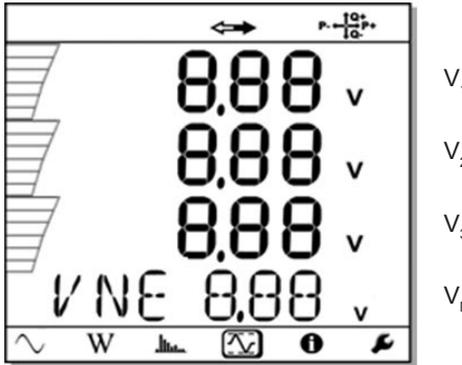
P
Q
S

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

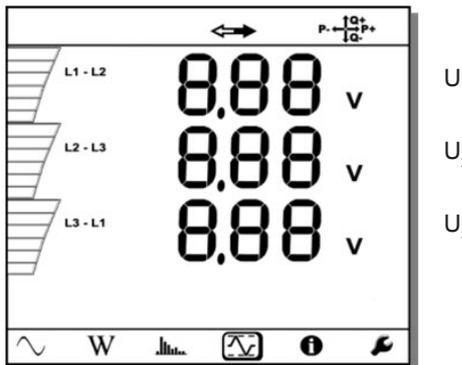


I_1
 I_2
 I_3
 I_N

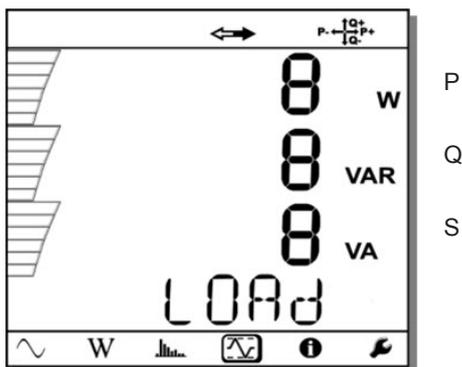
Im symmetrischen Netz (3p-4WYb) wird I_N nicht angezeigt.



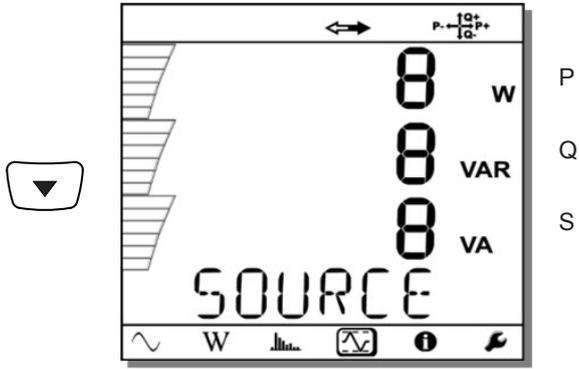
V_1
 V_2
 V_3
 V_N



U_{12}
 U_{23}
 U_{31}



P
Q
S



5. PEL-TRANSFER-SOFTWARE

5.1. FUNKTIONSUMFANG

Mit der PEL-Transfer-Software können Sie:

- Anschluss des Geräts an den PC über Wi-Fi, Bluetooth, per USB oder Ethernet.
- Auswahl der Geräte-Einstellung: Namen für das Gerät, Helligkeit und Kontrast der Anzeige, **Wahltaaste**  sperren, 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.).

PEL-Transfer 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.

5.2. PEL TRANSFER INSTALLIEREN



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

Mindestanforderungen Hardware/Software:

- Windows® 7 (32/64 Bit) oder Windows® 8
- 2 Gb bis 4 Gb RAM
- 10 Gb Festplattenspeicher
- CD-ROM-Laufwerk

Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation®.

1. Die mitgelieferte CD in das CD-ROM-Laufwerk einlegen.

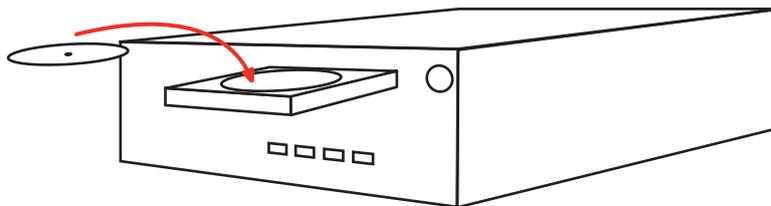


Abbildung 32

Gehen Sie in das Verzeichnis „PEL_Transfer_software“ und starten Sie „setup.exe“. Jetzt folgen Sie den Installationsanweisungen

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



Abbildung 33

 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 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.

6. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

Die Unsicherheiten werden in % des Leswerts (L) und Anzeigedatenpunkten (D) ausgedrückt:
 $\pm(a\%L + b D)$

6.1. REFERENZBEDINGUNGEN

Parameter	Referenzbedingungen
Umgebungstemperatur	23 \pm 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 \pm 0,1Hz und 60Hz \pm 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 A _{AC} /m
Elektrische Feldstärke	0 V _{AC} /m

Tabelle 6

6.2. ELEKTRISCHE DATEN

6.2.1. SPANNUNGSEINGÄNGE

Betriebsspanne: bis 1 000 V_{RMS} für Phase-Neutral-Spannungen, Spannungen zwischen den Phasen und die Neutral-Erde-Spannung 42,5 bis 69Hz (600 V_{RMS} 340 bis 460HZ), sowie bis zu 600 V_{DC}.



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

Eingangsimpedanz: 1 908k Ω (Phase-Neutral und Neutral-Erde)

Max. zul. Überlast: 1 100 V_{RMS}

6.2.2. STROMEINGÄNGE



Stromwandler-Ausgaben sind Spannungen.

Betriebsspanne: 0,5mV bis 1,2V (1V=INenn) mit Scheitelfaktor= $\sqrt{2}$

Eingangsimpedanz: 1M Ω (außer Stromwandler AmpFlex®® MiniFlex®):
 12,4k Ω (außer Stromwandler AmpFlex® / MiniFlex®):

Max. zul. Überlast: 1,7V

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]	±0,1Hz
Spannung Phase-Null (V)	[10V; 1 000V]	±0,2% R ±0,2V
Spannung Neutral-Erde (V_{PE})	[10V; 1 000V]	±0,2% R ±0,2V
Spannung Phase-Phase (U)	[17 V; 1 000V]	±0,2% R ±0,4 V
Strom (I)	[0,2% INenn; 120% INenn]	±0,2% R ±0,02% INenn
Neutralstrom (I_N)	[0,2% INenn; 120% INenn]	±0,2% R ±0,02% INenn
Wirkleistung (P) kW	PF=1 V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,5% R ±0,005% PNenn
	PF=[0,5 induktiv; 0,8 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,7% R ±0,007% PNenn
Blindleistung (Q) kvar	Sin φ = 1 V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±1% R ±0,01% QNenn
	Sin φ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[10% INenn; 120% INenn]	±1,5% R ±0,01% QNenn
	Sin φ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±1% R ±0,01% QNenn
	Sin φ =[0,25 induktiv; 0,25 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[10% INenn; 120% INenn]	±1,5% R ±0,015% QNenn
Scheinleistung (S). kVA	V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,5% R ±0,005% SNenn
Leistungsfaktor (PF)	PF=[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	± 0,05
	PF=[0,2 induktiv; 0,2 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	± 0,1
tan Φ	tan Φ =[$\sqrt{3}$ induktiv; $\sqrt{3}$ kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	± 0,02
	tan Φ =[3,2 induktiv; 3,2 kapazitiv] V=[100V; 1000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	± 0,05
Wirkenergie (Ep) kWh	PF=1 V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,5% R
	PF=[0,5 induktiv; 0,8 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[10% INenn; 120% INenn]	±0,7 % R
Blindenergie (Eq) kvarh	Sin φ = 1 V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±2% R
	Sin φ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[10% INenn; 120% INenn]	±2% R
	Sin φ =[0,5 induktiv; 0,5 kapazitiv] V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±2,5% R

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit
Scheinenergie (Es) kVAh	V=[100V; 1 000V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,5% R
THD %	PF=1 V=[100V; 1 000V] 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 $V=1\ 000V$, $I=INenn$ und $FP=1$.
- *QNenn* ist die Blindleistung für $V=1\ 000V$, $I=INenn$ 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 20 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]	±0,2% R ±0,5 V
Spannung Neutral-Erde (V_{PE})	[4 V; 600 V]	±0,2% R ±0,5 V
Spannung Phase-Phase (U)	[10 V; 600 V]	±0,2% 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) kW	PF=1 V=[100V; 600 V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±2% R ±0,02% PNenn ¹
	PF=[0,5 induktiv; 0,8 kapazitiv] V=[100V; 600 V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±3% R ±0,03% PNenn ¹
Wirkenergie (Ep) kWh	PF=1 V=[100V; 600 V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±2% R

Tabelle 8

- *INenn* entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe.
- *PNenn* ist die Wirkleistung für $V = 600 V$, $I = INenn$ 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 20 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=[100V; 600 V]	±0,2% R ±0,2 V
Spannung Neutral-Erde (V_{PE})	V=[2 V; 600 V]	±0,2% R ±0,2 V
Strom (I)	I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,2% R ±0,02% INenn
Neutralstrom (I_N)	I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,2% R ±0,02% INenn
Leistung (P) kW	V=[100V; 1 000 V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±0,5% R ±0,005% PNenn
Energie (Ep) kWh	V=[100V; 1 000 V] I=[5% INenn; 120% INenn]	±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. 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

6.2.3.5. Gleichtaktunterdrückung

Gleichtaktunterdrückung am Neutralleiter: typ. 140 dB

Beispiel: 230V Spannung am Neutralleiter erhöht den Wert am Wandlerausgang AmpFLEX® und MiniFLEX® um 23µV, das bedeutet einen Fehler von 230 mA bei 50Hz. Bei den anderen Wandlern ist das ein zusätzlicher Fehler von 0,01 % INenn.

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. Bedienungshinweise

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

Mit der Prüfstromzangen und Messschleifen lässt sich Messstrom in Kabeln bestimmen, ohne den Stromkreis unterbrechen zu müssen. Dadurch wird auch der Anwender vor eventuellen Gefahrenströmen im Stromkreis geschützt.

Welchen Stromwandler man für den Messeinsatz auswählt, hängt vom gemessenen Strom und vom Durchmesser der Kabel ab.

Beachten Sie beim Anbringen der Stromwandler, dass der auf dem Wandler abgebildete Pfeil zur Ladung (Load) weist.

Nur die mit dem Gerät mitgelieferten AmpFlex® A196 Stromwandler gewährleisten Dichtheit (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® A196 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).

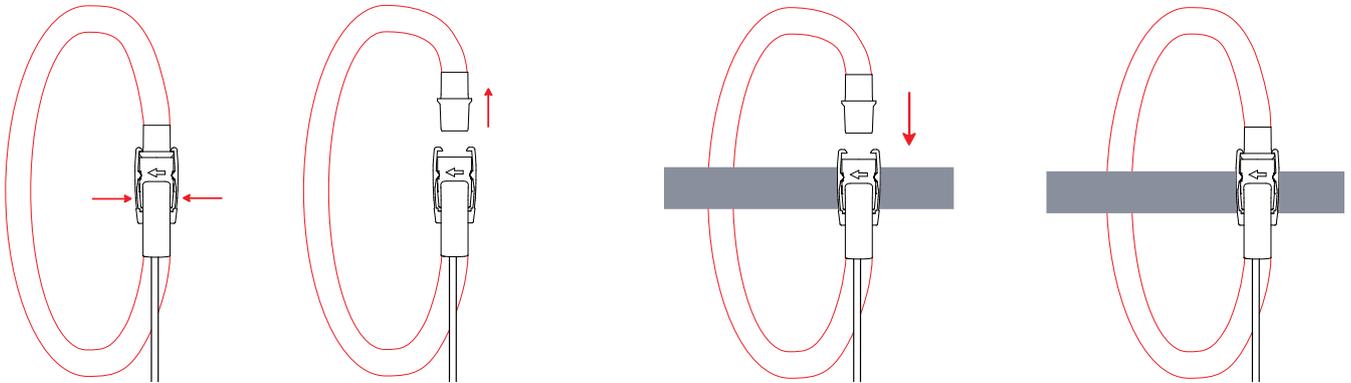


Abbildung 34

- 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® A196 (IP 67) und AmpFlex® A193	
Nennbereich	100/400/2 000/10 000 A _{AC}
Messbereich	0,2 - 12 000 A _{AC}
Max. Umschließungsdurchmesser (modellabhängig)	A196: Länge=450 mm; Ø=190 mm A193: Länge=450 mm; Ø=120 mm 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	≤ 1% generell und ≤ 2% beim Klickverschluss
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 1 000V KAT IV

Tabelle 10

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

b) MiniFlex® MA193

MiniFlex® MA193	
Nennbereich	100/400/2 000/10 000 A _{AC} (wenn man es schafft, den Leiter zu umschließen)
Messbereich	200mA bis 2 400 A _{AC}
Max. Umschließungsdurchmesser	Länge=250mm; Ø=70mm Länge=350 mm; Ø=100 mm
Auswirkung der Leiterposition im Wandler	typisch ≤ 1,5%, max. 2,5%
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	≤ 1 % bei Berührung des Leiters mit dem Wandler und ≤ 2 % beim Klickverschluss
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600V KAT IV, 1 000V KAT III

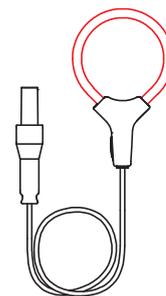


Tabelle 11

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

c) Stromzange PAC93

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

Stromzange PAC93	
Nennbereich	1 000 A _{AC} , 1 300 A _{DC}
Messbereich	1 - 1 000 A _{AC} , 1 - 1 300 A _{PEAK 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	<10mA/A, bei 50/60Hz
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III

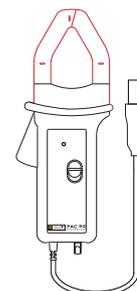


Tabelle 12

Hinweis: Die Ströme <1 A_{AC/DC} werden in Wechselstromnetzen mit Null angezeigt.

d) Stromzange C193

Stromzange C193	
Nennbereich	1 000 A _{AC} für f ≤10kHz
Messbereich	1A - 1 200 A _{AC} max (>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	<10mA/A, bei 50/60Hz
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600V KAT IV, 1 000V KAT III



Tabelle 13

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

e) Stromzange MN93

Stromzange MN93	
Nennbereich	200 A _{AC} für f ≤10kHz
Messbereich	max. 0,5 bis 240 A _{AC} (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	≤15 mA/A
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III



Tabelle 14

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

f) Stromzange MN93A

Stromzange MN93A	
Nennbereich	5A und 100 A _{AC}
Messbereich	Bereich 5A: 0,005 - 6 A _{AC} max Bereich 100 A: 0,2 - 120 A _{AC} max
Max. Umschließungsdurchmesser	20 mm
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	<0,5%, bei 50/60Hz
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	≤15 mA/A, bei 50/60Hz
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V KAT IV, 600 V KAT III



Tabelle 15

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

Hinweis: Die Ströme <2,5mA × Verhältnis im Bereich 5A und <50mA im Bereich 100A werden mit Null angezeigt.

g) Stromzange E3N

Stromzange E3N	
Nennbereich	10 A _{AC/DC} , 100 A _{AC/DC}
Messbereich	Messbereich 100mV/A: 0,05 - 10 A _{AC/DC} Messbereich 10 mV/A: 0,5 - 100 A _{AC/DC}
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

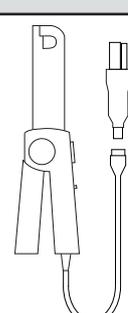


Tabelle 16

Hinweis: Die Ströme <50mA werden in Wechselstromnetzen mit Null angezeigt.

h) Stromzangen J93

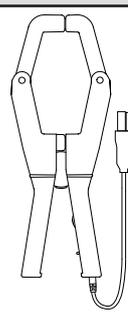
Stromzangen J93		
Nennbereich	3 500 A _{AC} , 5 000 A _{DC}	
Messbereich	50-3 500 A _{AC} ; 50-5 000 A _{DC}	
Max. Umschließungsdurchmesser	72 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< ± 2%	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >35dB, DC - 2kHz	
Sicherheit	IEC61010-2-032,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

Tabelle 17

Hinweis: Die Ströme <5 A werden in Wechselstromnetzen mit Null angezeigt.

h) Adaptergehäuse 5A und Essailec®

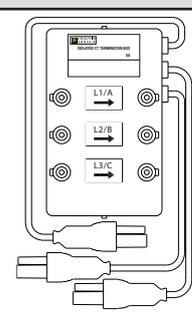
Adaptergehäuse 5A und Essailec®		
Nennbereich	5 A _{AC}	
Messbereich	0,005 - 6 A _{AC}	
Wandler-Eingänge	3	
Sicherheit	IEC61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300V KAT III	

Tabelle 18

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)

Stromwandler	Nennstromstärke	Strom (RMS oder DC)	Eigen- Unsicherheit 50 ,60Hz	Eigen- Unsicherheit φ 50/60Hz	Typische Abweichung φ 50/60Hz	Typische Abweichung φ 400Hz
Zange PAC193	1 000 A _{AC} 1 300 A _{DC}	[1A; 50A[	$\pm 1,5\% R \pm 1 A$	-	-	-4,5°@ 100A
		[50 A; 100 A[	$\pm 1,5\% R \pm 1 A$	$\pm 2,5^\circ$	-0,9°	
		[100 A; 800 A[	$\pm 2,5\% R$	$\pm 2^\circ$	- 0,8°	
		[800 A; 1000 A[	$\pm 4\% R$		- 0,65°	
		]1 000 A _{DC} ; 1 300 A _{DC}[	$\pm 4\% R$		- 0,65°	
Zange C193	1 000 A _{AC}	[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°	
Zange MN93	200 A _{AC}	[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
Zange MN93A	100 A _{AC}	[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 A _{AC}	[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
Zange E3N	100 A _{AC/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 A _{AC/DC}	[50 mA; 10 A[	$\pm 3\% R \pm 50 mA$	$\pm 1,5^\circ$	-	-
Zangen J93	3 500 A _{AC} 5 000 A _{DC}	[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 A _{DC} ; 5000 A _{DC}[	$\pm 1\% R$	-	-	-
Adapter 5A/ Essailec®	5 A _{AC}	[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 19

Eigenschaften von AmpFlex® und MiniFlex®

Strom-wandler	Nennstrom-stärke	Strom (RMS oder DC)	Eigen- Unsicherheit 50/60Hz	Eigen- Unsicherheit 400Hz	Eigen- Unsicherheit φ 50/60Hz	Typische Abweichung φ 400Hz
AmpFlex® A196	100 A _{AC}	[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 A _{AC}	[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°
AmpFlex® A193	2 000 A _{AC}	[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 A _{AC}	[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°	
MiniFlex® MA193	100 A _{AC}	[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 A _{AC}	[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 A _{AC}	[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 A _{AC} ¹	[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 20

*: Bei 400 Hz sind die Nennbereiche halbiert.

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

6.3. KOMMUNIKATION

6.3.1. 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

6.3.2. BLUETOOTH

Bluetooth 2.1

Klasse 1 (Reichweite bis zu 100 m in Sichtlinie)

Kopplungscode (standardmäßig): 000

Nennleistung am Ausgang: +15dBm

Nennempfindlichkeit: -82dBm

Rate: 115,2 kbits/s

6.3.3. USB

Anschlusstyp B

USB 2

6.3.4. NETZ

RJ 45-Stecker mit zwei eingebauten LEDs

Ethernet 100 Base T

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

Akku

- **Typ:** Aufladbarer NiMH-Akku
- **Akku-Ladezyklen:** > 1 000
- **Ladezeit ca.** 5 Std.
- **Ladetemperatur** -20 bis +55°C
- **Betriebsautonomie:** ohne Bluetooth oder Wi-Fi ca. 1 Stunde



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

6.5. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

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

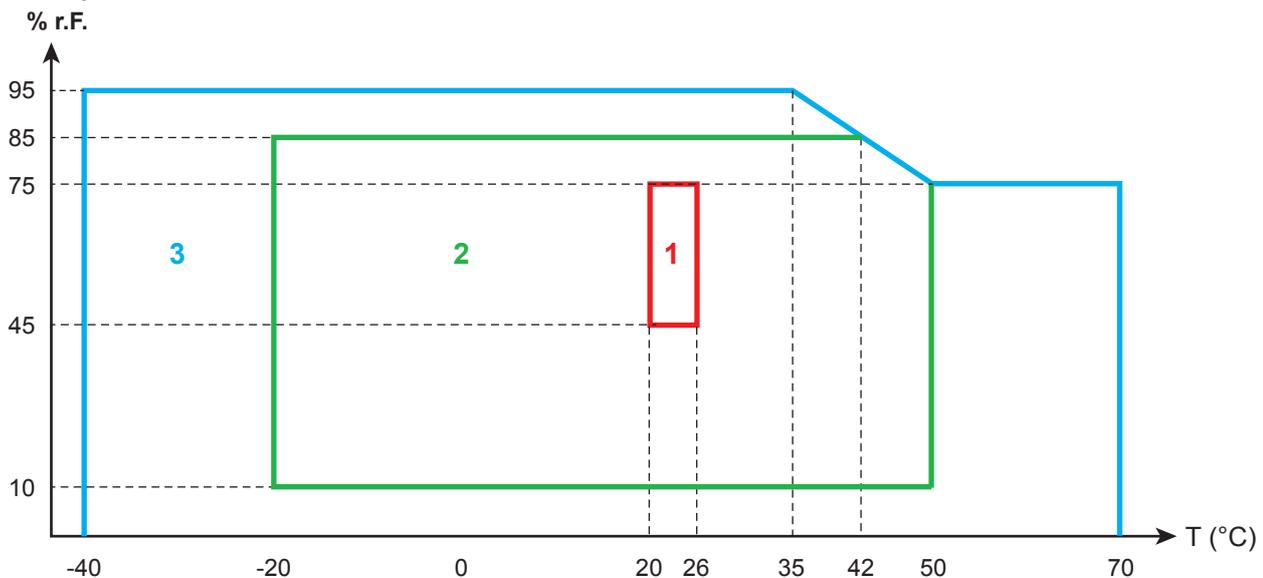


Abbildung 35

- 1: Referenzbereich
- 1+2: Betriebsspanne
- 1+2+3: Lagerung

6.6. MECHANISCHE DATEN

- **Abmessungen:** 270 (+50mm mit Messleitungen)×245×180mm
- **Gewicht:** 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® A196-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.

6.7. ELEKTRISCHE SICHERHEIT

Die Geräte erfüllen die Normen IEC61010-1 und IEC61010-2-30:

Messeingänge und Gehäuse: 1 000V KAT IV, Verschmutzungsgrad 3 (4 bei geschlossenem Gerät)

Die Stromwandler erfüllen die Norm IEC610-10-032.

Die Prüfdrähte und Krokodilklemmen erfüllen die Norm IEC61010-031.

6.8. ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Emissivität und Immunität im industriellen Umfeld entsprechen der Norm IEC 61326-1.

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

6.9. SPEICHERKARTE

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

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 Bluetooth-Verbindungen zum Übertragen ab, weil das zu lange dauern würde. Wenn Bluetooth unumgänglich ist, sollte man sich überlegen, ob die „1s“-Daten und Oberschwingungen tatsächlich benötigt werden, denn ohne diese Daten belegt dieselbe 30tägige 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.

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 **zwölf Monaten** nach Überlassung des Geräts. Einen Auszug aus unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen erhalten Sie auf Anfrage.

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. ANLAGEN

9.1. MESSUNGEN

9.1.1. DEFINITION

Alle Berechnungen erfüllen die Normen IEC61557-12, IEC61000-4-30 und IEEE 1459.

Geometrische Darstellung der Wirk- und Blindleistungen:

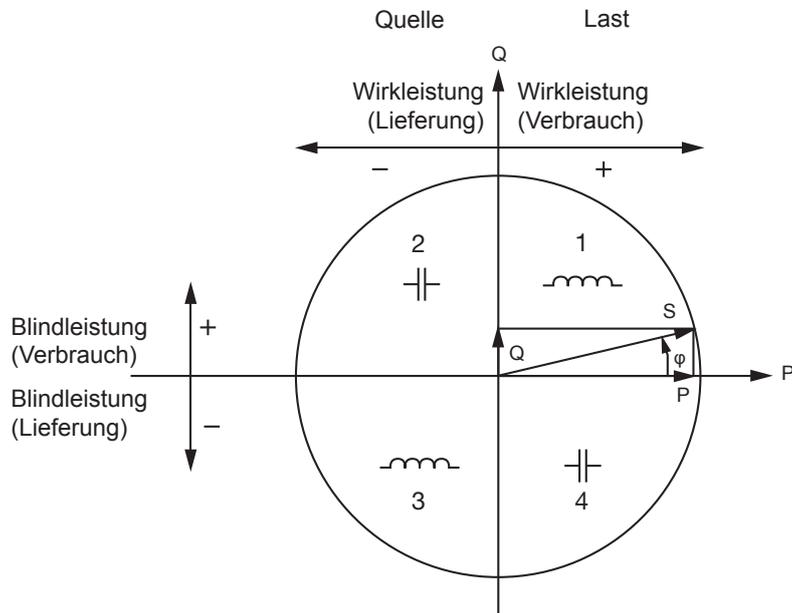


Abbildung 36

Die Quadranten werden für die Grundleistungswerte gegeben.

Der Stromvektor (im rechten Achsbereich definiert) dient hier als Bezug.

Die Richtung des Spannungsvektors V hängt vom Phasenwinkel φ ab.

Der Phasenwinkel φ (zwischen Spannung V und Strom I) wird mathematisch als positiv angenommen (gegen Uhrzeigersinn).

9.1.2. ABTASTEN

9.1.2.1. Abtastrate

Netzfrequenzabhängig: 50, 60 oder 400Hz

Die Abtastrate wird im Sekundentakt neu berechnet.

- Netzfrequenz $f=50\text{Hz}$
 - Zwischen 42,5 und 57,5Hz ($50\text{Hz} \pm 15\%$) ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzyklus stehen 128 Samples zur Verfügung.
 - Außerhalb der Bereichs 42,5–57,5Hz beläuft sich die Abtastrate auf $128 \times 50\text{Hz}$.
- Netzfrequenz $f=60\text{Hz}$
 - Zwischen 51 und 69 Hz ($60\text{Hz} \pm 15\%$) ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzyklus stehen 128 Samples zur Verfügung.
 - Außerhalb der Bereichs 51-69 Hz beläuft sich die Abtastrate auf $128 \times 50\text{Hz}$.
- Netzfrequenz $f=400\text{Hz}$
 - Zwischen 340 und 460 Hz ($400\text{Hz} \pm 15\%$) ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzyklus stehen 16 Samples zur Verfügung.
 - Außerhalb des Bereichs 340-460Hz beläuft sich die Abtastrate auf $16 \times 50\text{Hz}$.

Gleichstrom gilt als Frequenzbereichsüberschreitung. In diesem Fall beträgt die Abtastrate je nach eingestellter Netzfrequenz 6,4kHz ($50/400\text{Hz}$) oder 7,68kHz (60Hz).

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 21).

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 21).

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 22 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 22). 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
AC-Messungen		
Scheitelfaktor Spannung AC (V_{L-CF})	$V_{L-CF}[T] = \frac{1}{n} \times \frac{\sum_{x=1}^n V_{L-peak_x}}{V_L}$	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})	$I_{L-CF}[T] = \frac{1}{n} \times \frac{\sum_{x=1}^n I_{L-peak_x}}{I_L}$	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)	$Q_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \sin \varphi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$	L=1, 2 od. 3
AC-Scheinleistung (S_L)	$S_L = V_L \times I_L$ $S_T = S_1 + S_2 + S_3$	L=1, 2 od. 3
Grundschiwingungswinkel $\varphi(I_L, V_L)$ $\varphi(I_L, I_M)$ $\varphi(I_M, V_M)$	FFT-Berechnung	φ ist die Phasenverschiebung zwischen dem Grundschiwingungsstrom I_L und der Grundschiwingungsspannung 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: <ul style="list-style-type: none"> ■ wenn $Pf_L[10/12] > 0$ und $Q_L[10/12] > 0$: Quadrant 1 ■ wenn $Pf_L[10/12] > 0$ und $Q_L[10/12] < 0$: Quadrant 2 ■ wenn $Pf_L[10/12] < 0$ und $Q_L[10/12] > 0$: Quadrant 3 ■ wenn $Pf_L[10/12] < 0$ und $Q_L[10/12] < 0$: Quadrant 4 	
AC-Grundwirkleistung (Pf_L)	$Pf_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \cos \varphi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $Pf_T = Pf_1 + Pf_2 + Pf_3$	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 _L / Cos φ_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 Φ AC	$Tan\Phi = \frac{Q_T}{P_T}$	
DC-Messungen		
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})	$I_{Ldc}[T] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^n I_{Ldc.x}$ Wenn an I_N kein Stromwandler liegt, wird I_N berechnet: $I_{Ndc} = I_{1dc} + I_{2dc} + I_{3dc}$	L=1, 2, 3 od. N
Energiemessungen		
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 21

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_1, U_2, U_3 sind die Spannungen zwischen den Phasen der gemessenen Anlage.

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

I₁, I₂, I₃ sind die Ströme in den Phasenleitern der gemessenen Anlage.

I_N ist der Strom in den Nullleitern der gemessenen Anlage.

Die Kleinbuchstaben i₁, i₂, i₃ bezeichnen die abgetasteten Werte.

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

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

Mengen	Formeln	Kommentare
Tan Φ AC Verbrauch (von der Last) (Φ_-)	$\tan \Phi_- = \frac{Q_{T-}}{P_{T-}}$	
DC-Messungen		
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
AC/DC-Messungen		
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 22

+ = 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 berechnet: $i_N = i_1 + i_2$	Siehe Abs. 4.1.2.
Dreiphasig 3 Leiter Δ [2 Stromwandler]	3P-3W Δ 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 Δ , 2 Stromwandler)	3P-3WO2			Siehe Abs. 4.1.3.3.
Dreiphasig 3 Leiter Y [2 Stromwandler]	3P-3WY2			Siehe Abs. 4.1.3.5.
Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 3 Stromwandler)	3P-3W Δ 3	Ja	Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit virtuellem Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Neutralleiter steht beim Strom- und Spannungsmessen nicht zur Verfügung.	Siehe Abs. 4.1.3.2.
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)	3P-3WO3			Siehe Abs. 4.1.3.4.
Dreiphasig 3 Leiter Y [3 Stromwandler]	3P-3WY3			Siehe Abs. 4.1.3.6.
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3W Δ B	Nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-Methode. Die Spannung wird zwischen L1 und L2 gemessen. Der Strom wird am Leiter L3 gemessen. $U_{23} = U_{31} = U_{12}$ $I_1 = I_2 = I_3$	Siehe Abs. 4.1.3.7.
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja	Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	Siehe Abs. 4.1.4.1.
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-Methode. Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen. Der Strom wird am Leiter L1 gemessen. $V_1 = V_2 = V_3$ $U_{23} = U_{31} = U_{12} = V_1 \times \sqrt{3}$ $I_1 = I_2 = I_3$ $I_N = 3 \times I_1$	Siehe Abs. 4.1.4.2.
Dreiphasig 3 Leiter Y 2½ symmetrisch	3P-4WY2	Ja	Diese Methode ist die so genannte 2,5-Elemente-Methode. Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit virtuellem Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L3 und N gemessen. V_2 wird berechnet: $v_2 = -v_1 - v_3$, $u_{12} = 2v_1 + v_3$, $u_{23} = -v_1 - 2v_3$. V_2 sollte symmetrisch sein. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	Siehe Abs. 4.1.4.3.

Versorgungsnetz	Abkürzung	Phasenfolge	Kommentare	Referenzdarstellung
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4W Δ	Nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit Neutralleiter, aber für die einzelnen Phasen sind keine Leistungsdaten verfügbar. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird nur für einen Zweig des Wandlers berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	Siehe Abs. 4.1.5.1.
Dreiphasig 4 Leiter (offenes Δ)	3P-4WO Δ			Siehe Abs. 4.1.5.2.
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen. Der Strom wird am Leiter L1 gemessen.	Siehe Abs. 4.1.6.1.
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	Die Spannung wird zwischen L1, L2 und N gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1 und L2 gemessen. Der Sperrstrom (Rückwärtsstrom) wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2$.	Siehe Abs. 4.1.6.2.
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	Die Spannung wird zwischen L1, L2, L3 und N gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Sperrstrom (Rückwärtsstrom) wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	Siehe Abs. 4.1.6.3.

9.4. GRÖSSEN NACH VERSORGUNGSNETZEN

= ja = nein

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
V_1	AC RMS	●	●				●	●	●	●			
V_2	AC RMS		●				●	● = V_1	● ₍₁₀₎	●			
V_3	AC RMS						●	● = V_1	●	●			
V_{NE}	AC RMS	●	●				●	●	●	●			
V_1	DC										●	●	●
V_2	DC											●	●
V_3	DC												●
V_{NE}	DC	●	●				●	●	●	●	●	●	●
V_1	AC+DC RMS	●	●				●	●	●	●			
V_2	AC+DC RMS		●				●	● ₍₁₎	● ₍₁₀₎	●			
V_3	AC+DC RMS						●	● ₍₁₎	●	●			
V_{NE}	AC+DC RMS	●	●				●	●	●	●			
U_{12}	AC RMS		●	●	●	●	●	● ₍₁₎	● ₍₁₀₎	●			
U_{23}	AC RMS			●	●	● ₍₁₎	●	● ₍₁₎	● ₍₁₀₎	●			
U_{31}	AC RMS			●	●	● ₍₁₎	●	● ₍₁₎	●	●			
I_1	AC RMS	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_2	AC RMS		●	● ₍₂₎	●	● ₍₁₎	●	● ₍₁₎	●	●			
I_3	AC RMS			●	●	● ₍₁₎	●	● ₍₁₎	●	●			
I_N	AC RMS		●				●	●	●	●			
I_1	DC										●	●	●
I_2	DC											●	●
I_3	DC												●

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
I_N	DC											●	●
I_1	AC+DC RMS	●	●	●	●	●(1)	●	●	●	●			
I_2	AC+DC RMS		●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3	AC+DC RMS			●	●	●	●	●(1)	●	●			
I_N	AC+DC RMS		●				●	●	●	●			
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_+				●	●	●	●	●	●				
I_-				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
I_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
u_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●(4)	●(3)			
u_2				●	●	●(4)	●	●(4)	●(4)	●(3)			
i_0				●	●	●(4)	●	●(4)	●	●(3)			
i_2				●	●	●(4)	●	●(4)	●	●(3)			
F		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
P_1	AC	●	●				●	●	●	●			
P_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
P_3	AC						●	●(1)	●	●			
P_T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
P_1	DC										●	●	●
P_2	DC											●	●
P_3	DC												●
P_T	DC										●(7)	●	●
P_1	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
P_2	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
P_3	AC+DC						●	●(1)	●	●			
P_T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Pf_1		●	●				●	●	●	●			
Pf_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Pf_3							●	●(1)	●	●			
Pf_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
P_+				●	●	●	●	●(1)	●				
P_U				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
P_n		●	●	●	●	●	●	●	●				
Q_1		●	●				●	●	●	●			
Q_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Q_3							●	●(1)	●	●			
Q_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
S_1	AC	●	●				●	●	●	●			
S_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
S ₃	AC						●	●(1)	●	●			
S _T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
S ₁	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
S ₂	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
S ₃	AC+DC						●	●(1)	●	●			
S _T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Sf ₁		●	●				●	●	●	●			
Sf ₂			●				●	●(1)	●(10)	●			
Sf ₃							●	●(1)	●	●			
Sf _T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
N ₁	AC	●	●				●	●	●	●			
N ₂	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
N ₃	AC						●	●(1)	●	●			
N _T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
N ₁	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
N ₂	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
N ₃	AC+DC						●	●(1)	●	●			
N _T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
D ₁	AC	●	●				●	●	●	●			
D ₂	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
D ₃	AC						●	●(1)	●	●			
D _T	AC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
D ₁	AC+DC	●	●				●	●	●	●			
D ₂	AC+DC		●				●	●(1)	●(10)	●			
D ₃	AC+DC						●	●(1)	●	●			
D _T	AC+DC	●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
PF ₁		●	●				●	●	●	●			
PF ₂			●				●	●(1)	●(10)	●			
PF ₃							●	●(1)	●	●			
PF _T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Cos φ_1		●	●				●	●	●	●			
Cos φ_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Cos φ_3							●	●(1)	●	●			
Cos φ_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Tan Φ		●	●	●	●	●(3)	●	●	●(10)	●			
V ₁ -Hi	i=1 bei 50 (6) %f	●	●				●	●	●	●			
V ₂ -Hi			●				●	●(1)	●(10)	●			
V ₃ -Hi								●	●(1)	●	●		
U ₁₂ -Hi	i=1 bei 50 (6) %f		●	●	●	●	●	●(1)	●(10)	●			
U ₂₃ -Hi				●	●	●(1)	●	●(1)	●(10)	●			
U ₃₁ -Hi					●	●	●(1)	●	●(1)	●	●		
I ₁ -Hi	i=1 bei 50 (6) %f	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I ₂ -Hi			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I ₃ -Hi				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I _N -Hi				●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)		
V ₁ -THD	%f	●	●				●	●	●	●			
V ₂ -THD	%f		●				●	●(1)	●(10)	●			
V ₃ -THD	%f						●	●(1)	●	●			

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
U_{12} -THD	%f		●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
U_{23} -THD	%f			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
U_{31} -THD	%f			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_1 -THD	%f	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_2 -THD	%f		●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3 -THD	%f			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_N -THD	%f		●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)			
Phasen- 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)		●			
$\varphi(I_2, I_1)$			●		●	●(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)	●	●	●

(1) hochgerechnet

(2) berechnet

(3) nicht aussagekräftig

(4) immer=0

(5) AC+DC wenn gewählt

(6) 7. Ordnung max. bei 400Hz

(7) $P_1 = P_T$, $\varphi_1 = \varphi_T$, $S_1 = S_T$, $PF_1 = PF_T$, $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_T$, $Q_1 = Q_T$, $N_1 = N_T$, $D_1 = D_T$

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

(9) Always=120°

(10) Interpoliert

9.5. GLOSSAR

φ	Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.
\tilde{L}	Induktive Phasenverschiebung.
\tilde{C}	Kapazitive Phasenverschiebung.
°	Grad.
%	Prozent.
A	Ampère (Stromeinheit).
AC	Wechselkomponente (Strom oder Spannung).
Aggregation	Verschiedene Mittelwerte, Definition siehe Abs. 9.2.
CF	Scheitelfaktor des Stroms bzw. der Spannung: Verhältnis zwischen dem Scheitelwert und dem Effektivwert eines Signals.
cos φ	Kosinus der Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.
DC	Gleichkomponente (Strom oder Spannung).
Ep	Wirkenergie (Wirkarbeit).
Eq	Blindenergie (Blindarbeit).
Es	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.
I-THD	Gesamte harmonische Verzerrung des Stroms.
I_L	Effektivstrom ($L=1, 2$ od. 3)
I_{L-Hn}	Wert oder Prozentanteil des Stroms der Oberschwingung n-ter Ordnung ($L = 1, 2$ od. 3).
L	Phase eines mehrphasigen Stromnetzes.
MAX	Höchstwert.
Messverfahren:	Messverfahren für eine einzelne Messung.
MIN	Mindestwert.
Nennspannung:	Nennspannung eines Netzes.
Oberschwingungen:	Spannungen oder Ströme in elektrischen Anlagen mit Frequenzen, die ein Vielfaches der Grundschwingung darstellen.
Ordnung einer Oberschwingung:	Ganze Zahl, die das Verhältnis der Frequenz der Oberschwingung zur Frequenz der Grundschwingung wiedergibt.
P	Wirkleistung.
PF	Leistungsfaktor (Power Factor): Verhältnis zwischen der Wirkleistung und der Scheinleistung.
Phase	Zeitliche Verknüpfung zwischen Strom und Spannung in Wechselstromkreisen.
Q	Blindleistung.
RMS	RMS (Root Mean Square) Quadratischer Mittelwert des Stroms oder der Spannung. Quadratwurzel des Mittelwerts der Quadratwerte der Momentwerte einer Größe in einem bestimmten Zeitraum.
S	Scheinleistung.
tan Φ	Verhältnis der Blindleistung zur Wirkleistung.
THD	Gesamtverzerrungsfaktor (Total Harmonic Distortion). Beschreibt den Anteil der Oberschwingungen eines Signals im Verhältnis zum RMS-Grundwert bzw. im Verhältnis zum RMS-Gesamtwert ohne DC.
U	Spannung zwischen zwei Phasen.
U-CF	Scheitelfaktor der Spannung Phase-Phase
u2	Unsymmetrie der Spannungen Phase-Neutral.
U_{L-Hn}	Wert oder Prozentanteil der Spannung der Oberschwingung n-ter Ordnung ($L=1, 2$ od. 3)
Unsymmetrie der Spannungen in einem mehrphasigen elektrischen Stromnetz:	Zustand, in dem die Effektivwerte der Spannungen zwischen den Leitern (Grundschwingungskomponente) und/oder die Phasenverschiebungen zwischen aufeinander folgenden Leitern nicht völlig gleich sind.
Uxy-THD	Gesamte harmonische Verzerrung der Spannung zwischen zwei Phasen.
V	Spannung Phase-Null oder Volt (Einheit der Spannung).
V-CF	Scheitelfaktor der Spannung (V-CF)
V-THD	Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Null.

VA	Einheit der Scheinleistung (Volt x Ampère).
var	Einheit der Blindleistung.
varh	Einheit der Blindenergie.
V_L	Effektivspannung (L=1, 2 od. 3)
V_{L-Hn}	Wert oder Prozentanteil der Spannung Phase-Null der Oberschwingung n (L = 1, 2 od. 3).
W	Einheit der Wirkleistung (Watt).
Wh	Einheit der Wirkenergie (Watt x Stunde).

Abkürzung (für Einheiten) im Internationalen System (IS)

Abkürzung	Symbol	Multipliziert mit
milli	m	10 ⁻³
kilo	k	10 ³
Mega	M	10 ⁶
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²
Peta	P	10 ¹⁵
Exa	E	10 ¹⁸

