DE - Bedienungsanleitung

CHAUVIN ARNOUX

PEL 112
PEL 113





Leistungs- und Energieregistriergerät

Measure up

Sie haben einen **Leistungs- und Energieregistriergerät PEL112** oder **PEL113** erworben und wir danken Ihnen für Ihr Vertrauen.

Um die optimale Benutzung Ihres Gerätes zu gewährleisten, bitten wir Sie:
- diese Bedienungsanleitung **sorgfältig zu lesen**
- die Benutzungshinweise **genau zu beachten**.


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


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


Das Gerät ist durch eine doppelte Isolierung geschützt.


Erde.


USB-Anschluss.


Ethernet-Anschluss (RJ45).


SD Karte.


Netzanschluss.


Praktischer Hinweis oder guter Tipp.


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


Die CE-Kennzeichnung bestätigt die Übereinstimmung mit der europäischen Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, der Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2014/30/EU, der Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU, sowie der RoHS-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe2011/65/EU und 2015/863/EU.


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


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

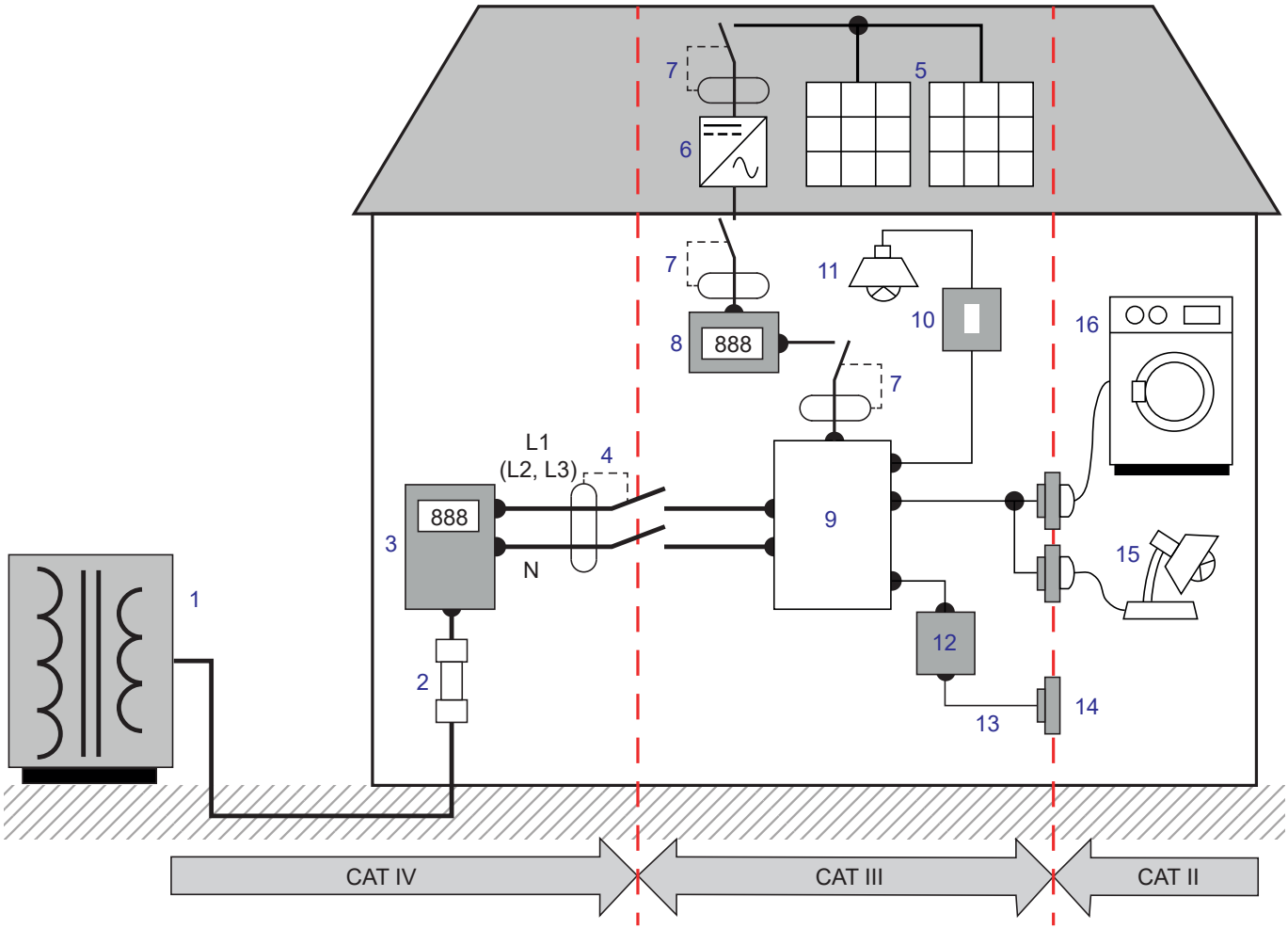
INHALTSVERZEICHNIS

1. ÜBERGABE 6
1.1. Lieferumfang 6
1.2. Zubehör 7
1.3. Ersatzteile 7
1.4. Batterie Aufladen 7
2. GERÄTEVORSTELLUNG 8
2.1. Beschreibung 8
2.2. PEL112 9
2.3. PEL113 10
2.4. Rückseite 11
2.5. Anschlussleiste 11
2.6. Anbringen der Farbklemmen 12
2.7. Anschlüsse 12
2.8. Montage 12
2.9. Tastenfunktionen 13
2.10. LCD-Anzeige (PEL113) 13
2.11. Speicherkarte 14
2.12. Signallampen 15
3. BETRIEB 16
3.1. Ein- und Ausschalten des Geräts 16
3.2. Verbindung über USB oder LAN Ethernet 16
3.3. Verbindung über Wi-Fi 17
3.4. Gerätekonfiguration 18
3.5. Information 21
4. VERWENDUNG 24
4.1. Versorgungsnetze und Anschlüsse 24
4.2. Aufzeichnung 30
4.3. Anzeige von Messungen 30
5. PEL-TRANSFER-SOFTWARE 50
5.1. PEL-Transfer-Softwar 50
5.2. PEL-Anwendung 51
6. TECHNISCHE DATEN 53
6.1. Referenzbedingungen 53
6.2. Elektrische Daten 53
6.3. Kommunikation 65
6.4. Versorgung 65
6.5. Mechanische Daten 65
6.6. Umgebungsbedingungen 66
6.7. Elektrische Sicherheit 66
6.8. Elektromagnetische Verträglichkeit 66
6.9. Funkemission 66
6.10. Speicherkarte 67
7. WARTUNG 68
7.1. Reinigung 68
7.2. Akku 68
7.3. Aktualisierung der Firm- und Software 68
8. GARANTIE 70
9. ANLAGEN 71
9.1. Messungen 71
9.2. Messformeln 73
9.3. Aggregation 74
9.4. Zulässige Stromnetze 76
9.5. Mengen nach Versorgungsnetzen 77
9.6. Glossar 81

Definition der Messkategorien

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

Einsatzbereiche der Messkategorien - einige Beispiele



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

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

SICHERHEITSHINWEISE

Dieses Gerät entspricht der Sicherheitsnorm IEC/EN 61010-2-030 und die Leitungen der Norm IEC/EN 61010-031, in der Messkategorie III für Spannungen bis 1000 V oder Messkategorie IV für Spannungen bis 600 V.

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

- Der Benutzer bzw. die verantwortliche Stelle müssen die verschiedenen Sicherheitshinweise sorgfältig lesen und gründlich verstehen. Die umfassende Kenntnis und das Bewusstsein der elektrischen Gefahren sind bei jeder Benutzung dieses Gerätes unverzichtbar.
- Verwenden Sie ausschließlich das mitgelieferte oder angegebene Zubehör (Spannungskabel, Stromwandler, Netzteil usw.).
  - Wenn ein Gerät mit Kabeln, Krokodilklemmen oder Netzteilen zusammengebaut wird, dann gilt als Nennspannung der Messkategorie die jeweils niedrigste Bemessungsspannung unter allen verwendeten Geräten.
  - Wenn man einen Stromwandler an ein Messgerät anschließt, sind die mögliche rückfließende Spannung vom Messgerät zum Stromwandler, und damit die Gleichtaktspannung und die zulässige Messkategorie an der Sekundärseite des Stromwandlers zu berücksichtigen.
- Prüfen Sie vor jeder Benutzung den einwandfreien Zustand der Isolierung der Messleitungen, des Gehäuses und des Zubehörs. 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 ausschließlich das vom Hersteller gelieferte Netzteil.
- Stellen Sie vor dem Herausnehmen der SD-Karte sicher, dass das Gerät von allen Anschlüssen getrennt und ausgeschaltet ist.
- Verwenden Sie stets die erforderliche persönliche Schutzausrüstung.
- Fassen Sie Messleitungen, Prüfspitzen, Krokodilklemmen und ähnliches immer nur hinter dem Griffschutzkragen an.
- Ein eventuell feuchtes Gerät muss abgetrocknet werden, bevor man es anschließt.
- Reparaturen und messtechnische Überprüfungen dürfen nur durch zugelassenes Fachpersonal erfolgen.

1. ÜBERGABE

1.1. LIEFERUMFANG

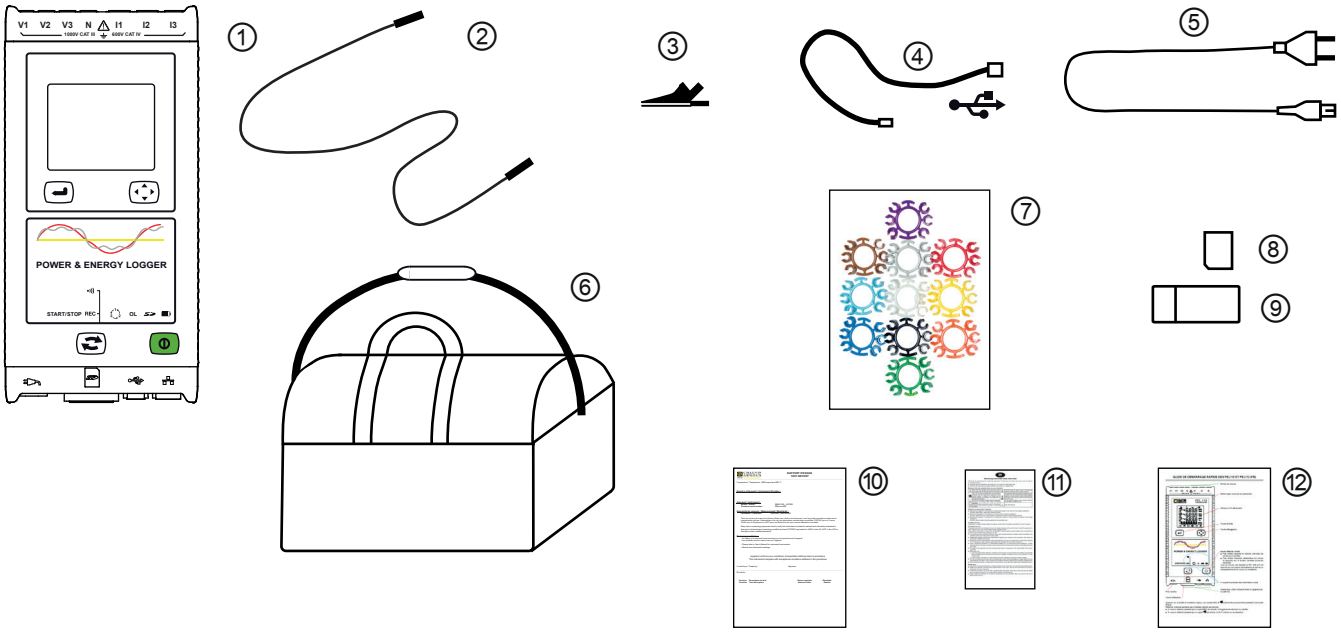


Abbildung 1

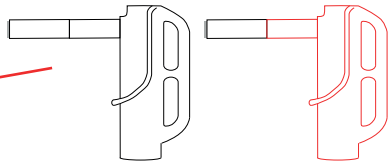
Nr.	Bezeichnung	Menge
①	PEL112 oder PEL113 (modellabhängig).	1
②	Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz mit Klettverschluss-Fixierung.	4
③	Krokodilklemmen schwarz.	4
④	USB-Kabel Typ A-B, 1,5 m.	1
⑤	Stromkabel, 1,5 m.	1
⑥	Transporttasche.	1
⑦	Satz Stifte und Ringe zur Kennzeichnung der einzelnen Phasen bei den Messleitungen und Stromwandlern.	12
⑧	SD Karte 8 Gb (in der Gerät).	1
⑨	Adapter SD-Karte/USB.	1
⑩	Prüfbericht.	1
⑪	Mehrsprachiges Sicherheitsdatenblatt. .	1
⑫	Schnellstart-Anleitung.	14

Tabelle 1

1.2. ZUBEHÖR

- MiniFlex MA194 250 mm
- MiniFlex MA194 350 mm
- MiniFlex MA194 1000 mm
- Zange MN93
- Zange MN93A
- Zange MINI94
- Zange C193
- AmpFlex® A193 450 mm
- AmpFlex® A193 800 mm
- Zange PAC93
- Zange E94
- Zange J93
- Adapter 5 A (Dreiphasig)
- Adapter 5 A Essailec®
- Magnet-Prüfspitzen
- Dataview Software

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



1.3. ERSATZTEILE

- USB-Kabel Typ A-B
- Netzanschlusskabel (1,5 m)
- Leitungsaufwickler



- Transporttasche Nr. 23
- Satz mit 4 Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz, 4 Krokodilklemmen und 12 Stiften und Ringen

Für Zubehör und Ersatzteile besuchen Sie bitte unsere Website.
www.chauvin-arnoux.com

1.4. BATTERIE AUFLADEN

Vor der ersten Verwendung muss der Akku bei Temperaturen zwischen 0 und 40°C vollständig aufgeladen werden.

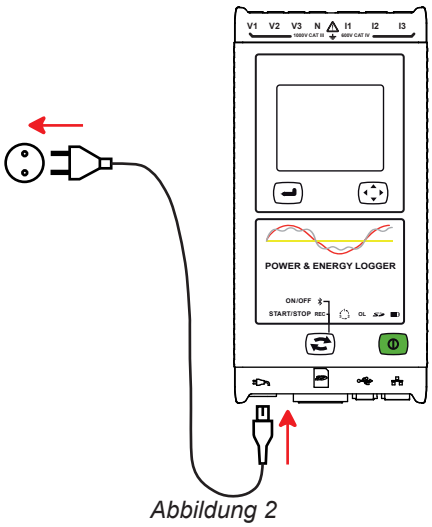


Abbildung 2

Das Stromkabel an Gerät und Stromnetz anstecken.
Das Gerät startet.
Die Signallampe leuchtet solange, bis der Akku vollständig aufgeladen ist.



Bei einem ganz entladenen Akku dauert das Laden etwa 5 Stunden.

Nach längerer Nichtbenutzung des Geräts kann sich der Akku vollständig entladen. In diesem Fall blinkt die LED im Sekundentakt zwei Mal. Nach 5 vollständigen Entlade-/Ladezyklen des Geräts hintereinander erreicht der Akku 95% seiner Kapazität wieder.

2. GERÄTEVORSTELLUNG

2.1. BESCHREIBUNG

PEL: Power & **E**nergy **L**ogger (Leistungs- und Energieregistriergerät)

PEL112 und PEL113 sind einfach zu bedienende Leistungs- und Energieregistriergeräte (ein-, zwei- bzw. dreiphasig Y und Δ).

Der PEL bietet alle Leistungs- und Energieregistrierfunktionen, wie sie für die meisten Versorgungsnetze (50 Hz, 60 Hz, 400 Hz und DC) weltweit benötigt werden, sowie zahlreiche Anschlussmöglichkeiten für verschiedenste Anlagen. Der Logger ist für den Betrieb in 600 V CAT IV/1000 V CAT III Umgebungen ausgelegt.

Er ist kompakt und lässt sich in zahlreiche Schaltanlagen einpassen.

Der Logger bietet folgende Messungen und Berechnungen:

- Direkte Spannungsmessung bis 600 V CAT IV/1000 V CAT III
- Direkte Strommessung in den Bereichen 5 mA bis 12000 A je nach Stromwandler
- Messung der Wirkleistung (W), Blindleistung (var) und Scheinleistung (VA)
- Messung der Wirkleistungen Grundschwingung.
- Messung der Wirkenergie an Netz- und Lastseite (Wh), Blindenergie 4-Quadranten (varh) und Scheinenergie (VAh)
- Leistungsfaktor (PF), cos φ und tan Φ
- Scheitelfaktor
- Gesamtverzerrungsfaktor (THD) der Spannungen und Ströme
- Oberschwingungen von Spannung und Strom bis zur 50. Ordnung bei 50/60 Hz
- Oberschwingungen von Spannung und Strom bis zur 7. Ordnung bei 400 Hz
- Frequenzmessungen
- RMS- und DC-Messungen gleichzeitig an jeder Phase
- Dreifache LCD-Anzeige mit weißer Displaybeleuchtung auf PEL113 (gleichzeitige Anzeige von drei Phasen)
- Speicherung der Messwerte und Berechnungsergebnisse auf SD-, SDHC- oder SDXC-Karte
- Automatische Erkennung der Stromwandler und Versorgung der Zangen E94
- Konfiguration der Übersetzungsverhältnisse für Ströme und Spannungen an externen Wandlern
- Stützt 17 verschiedene Anschlüsse oder Stromversorgungsnetze
- USB-, LAN- (Ethernet), Bluetooth- und Wi-Fi-Anschluss.
- Ein IRD-Server (DataViewSync™) zur Datenübertragung über private IP-Adressen.
- PEL Transfer Software ermöglicht Daten einlesen, Konfiguration und PC-Koppelung in Echtzeit
- Eine Android-Applikation zur Echtzeitkommunikation und zum Konfigurieren des PEL über Smartphone oder Tablet-PC.
- 32 programmierbare Warnmeldungen für die Messungen.
- Versenden von regelmäßigen Berichten per E-Mail.

2.2. PEL112

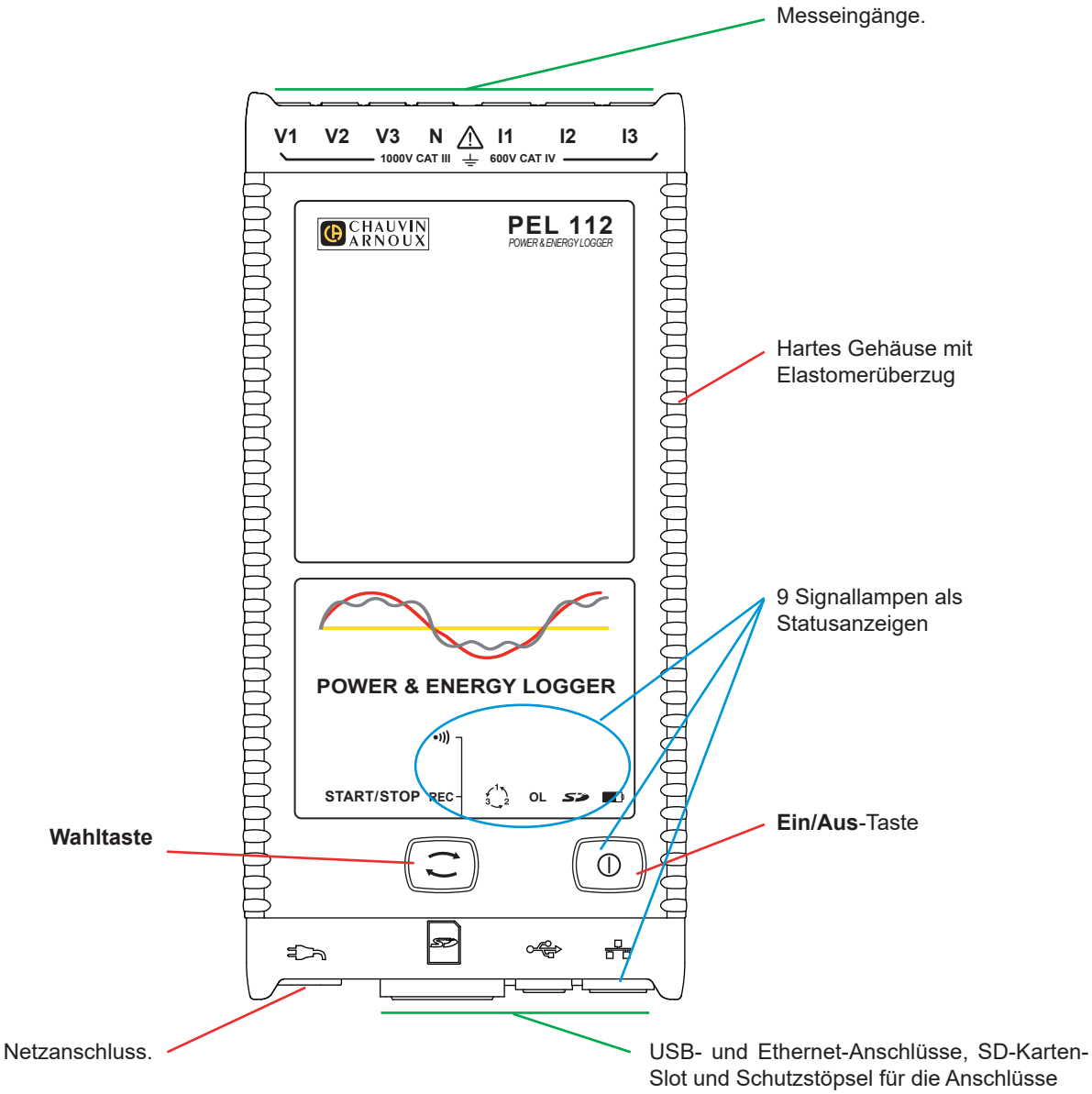


Abbildung 3

2.3. PEL113

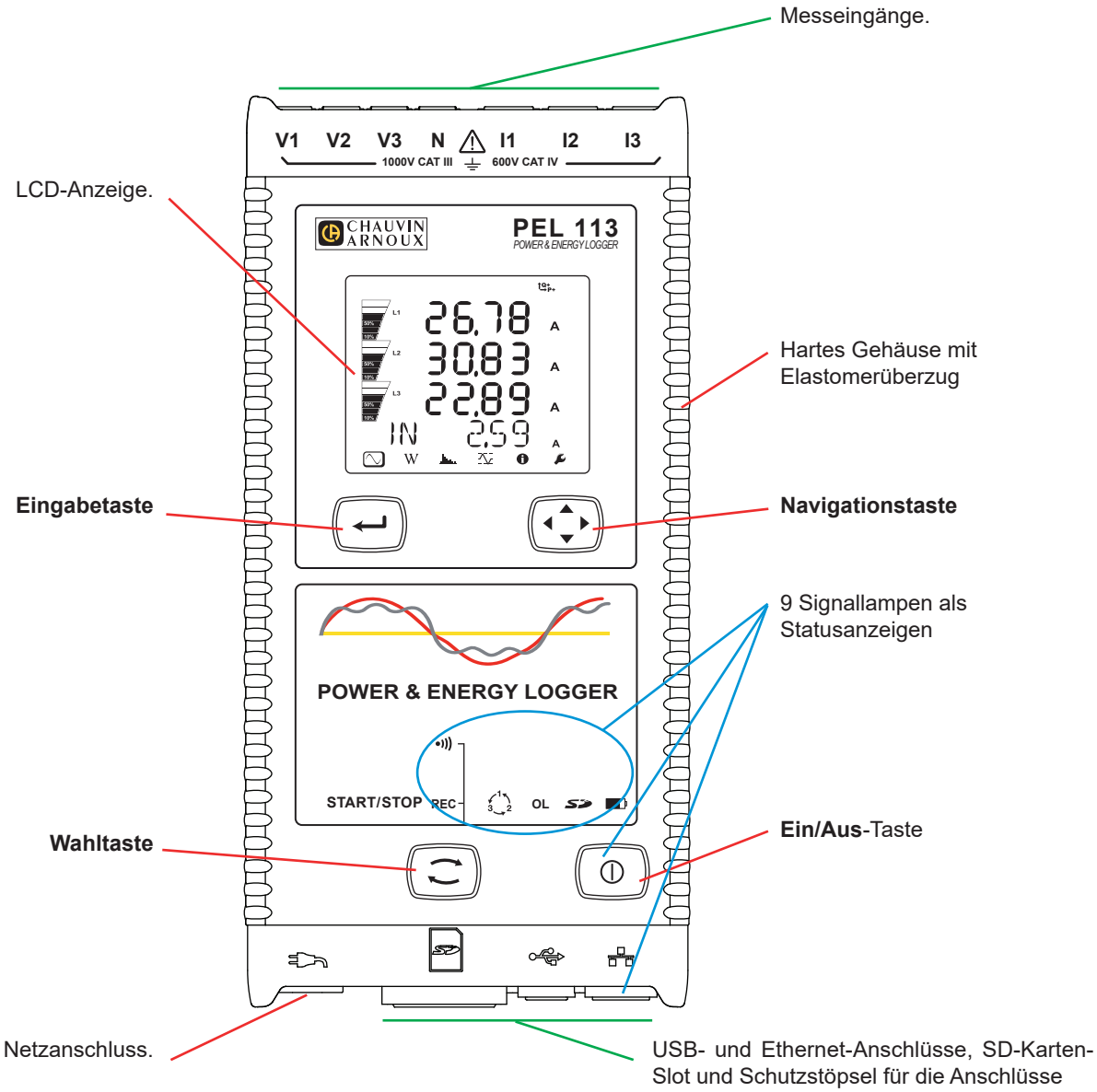


Abbildung 4

2.4. RÜCKSEITE

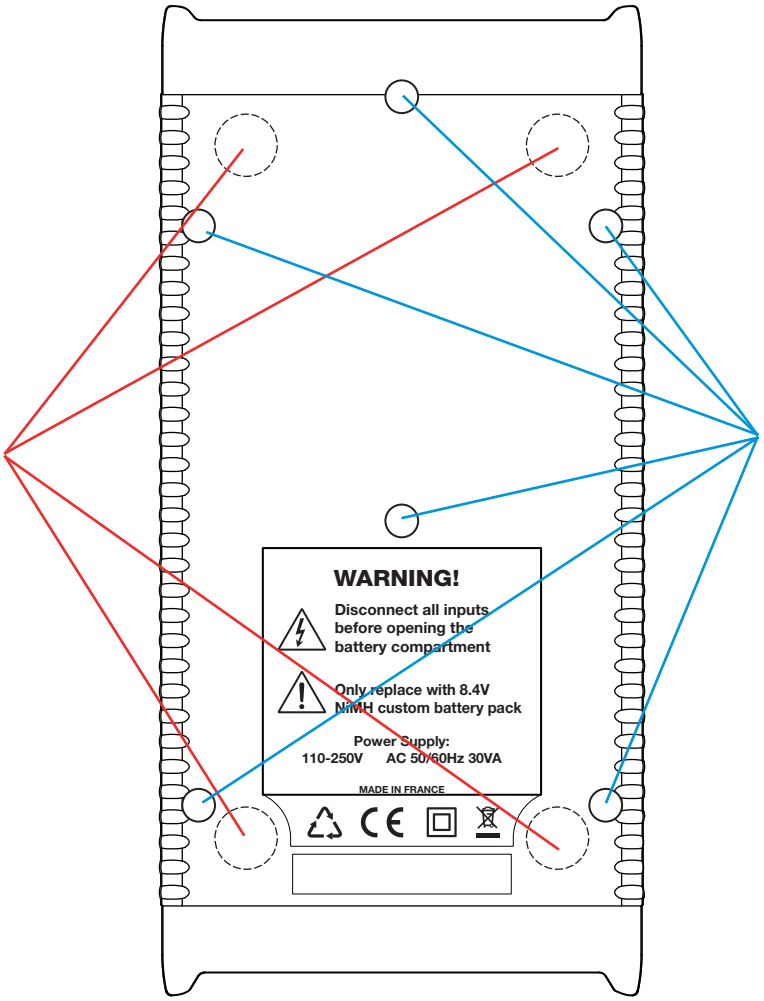


Abbildung 5

2.5. ANSCHLUSSLEISTE

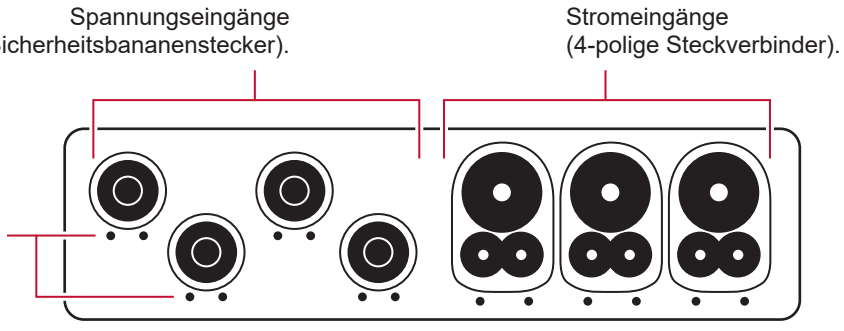


Abbildung 6

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

2.6. ANBRINGEN DER FARBKLEMMEN

Der Lieferumfang des Geräts umfasst zwölf Mal Farbringe und Farbklemmen, mit denen die Stromwandler, Leitungen und Eingänge gekennzeichnet werden.

- Dazu die Farbklemmen lösen und in die Löcher unter 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.

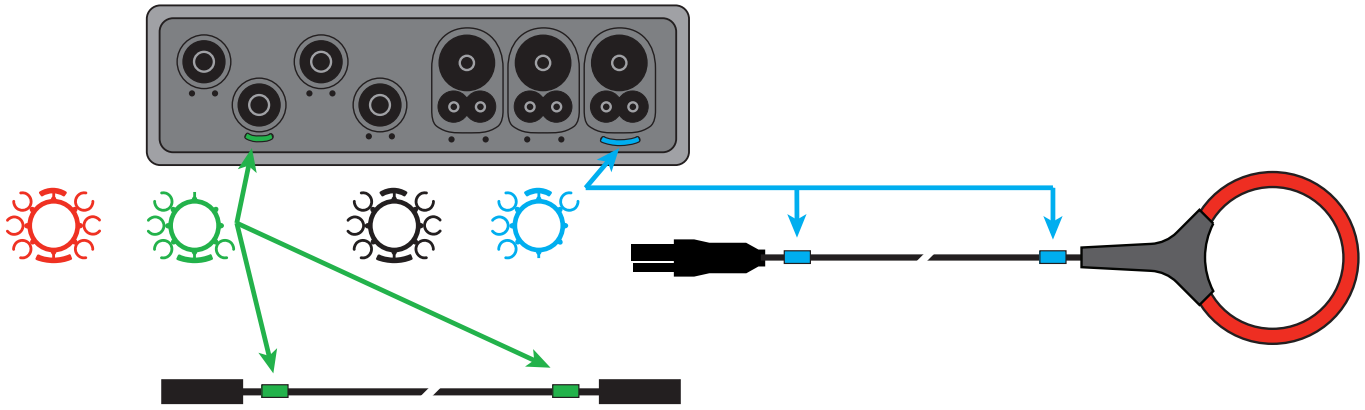


Abbildung 7

2.7. ANSCHLÜSSE

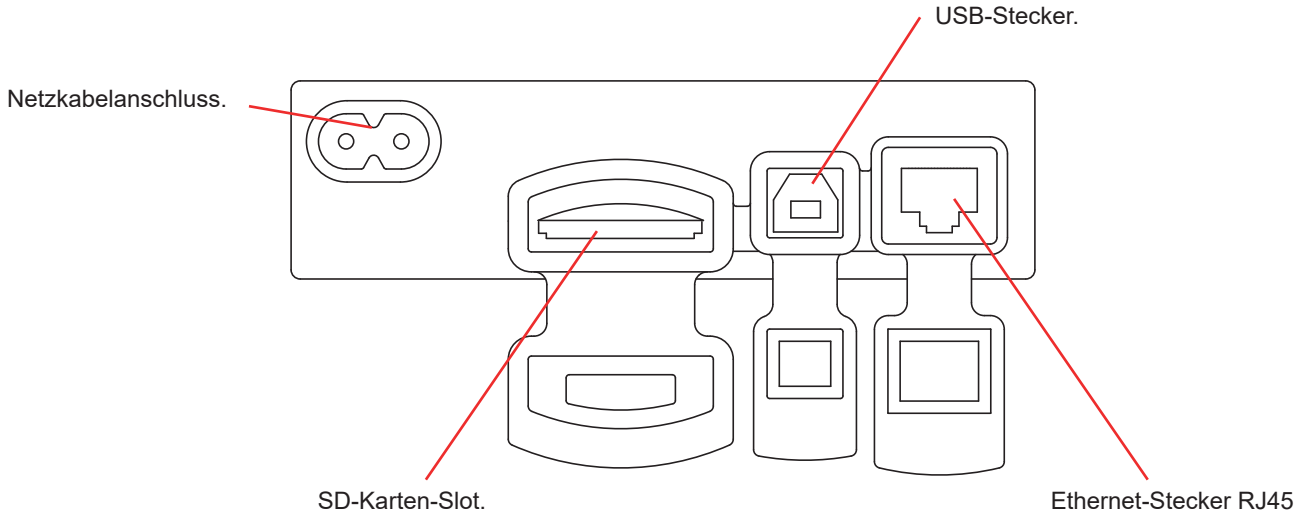


Abbildung 8

2.8. MONTAGE

Als Logger ist ein PEL dazu bestimmt, für längere Zeit in einem Technikraum untergebracht zu werden.

PEL darf nur in einem gut durchlüfteten Raum bei den unter Abs. 6.6. angeführten Temperaturhöchstwerten aufgestellt werden.

PEL lässt sich mit Hilfe der eingebauten Magnete an senkrechten Metallplatten anbringen.

Das starke Magnetfeld kann Festplatten und medizinische Geräte beschädigen.

2.9. TASTENFUNKTIONEN

Taste	Beschreibung
	Ein/Aus-Taste Gerät ein- und ausschalten. **Hinweis:** Solange das Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist bzw. solange noch eine Aufzeichnung läuft oder programmiert ist, kann es nicht ausgeschaltet werden.
	Wahltaste Drückt man lang auf die Taste wird ein Speichervorgang ein- bzw. ausgeschaltet, eine Wi-Fi-Verbindung aufgebaut bzw. getrennt.
	Eingabetaste (nur für PEL113) Im Konfigurationsmodus: Auswahl des zu ändernden Parameters. Messungsanzeige- und Leistungsanzeigemodus: Anzeige der Phasenwinkel und Teilenergien.
	Navigationstaste (nur für PEL113) Durchblättern der Anzeigedaten für den LCD-Bildschirm.

Tabelle 2

2.10. LCD-ANZEIGE (PEL113)

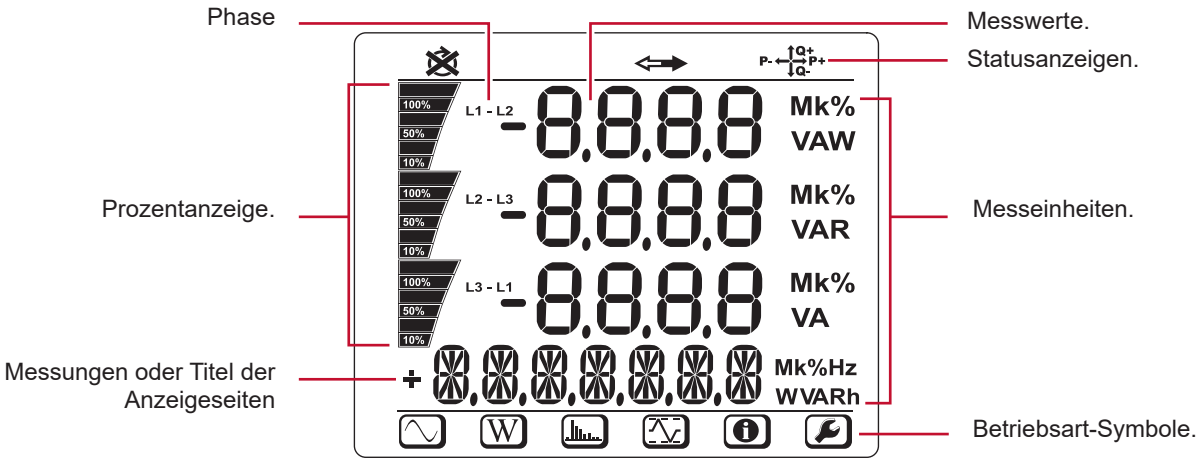


Abbildung 9

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 unten)
	Daten stehen zum Speichern bereit (fehlt dieser Hinweis, kann das einen Gerätefehler bedeuten)
P- Q+ Q- P+	Quadrant de Leistung (siehe Abs. 9.1)
	Messmodus (Ist-Werte) (siehe Abs. 4.3.1)
W	Modus Leistung und Energie (siehe Abs. 4.3.2)
	Oberschwingungsmodus (siehe Abs. 4.3.3)
	Max. Modus (siehe Abs. 4.3.4)
	Informationsmodus (siehe Abs. 3.5)
	Konfigurationsmodus (siehe Abs. 3.4)

Tabelle 3

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

Die Phasenfolge wird im Sekundentakt festgelegt. Bei falscher Phasenfolge erscheint das Symbol .

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

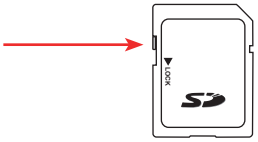
2.11. SPEICHERKARTE

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

PEL wird mit einer formatierten SD-Karte geliefert. Wenn Sie eine neue SD-Karte installieren möchten:
- Mit SD gekennzeichnete 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 oder mit einem PC formatieren.
- Neue Karte bis zum Anschlag einschieben.
- Elastomerabdeckung wieder anbringen.



2.12. SIGNALLAMPEN

Signallampen und Farbe	Beschreibung
REC **Rote LED**	**Aufzeichnungsstatus** LED leuchtet nicht: keine Aufzeichnung läuft bzw. ist programmiert LED blinkt: Aufzeichnung ist anhängig LED leuchtet: Aufzeichnung läuft
Grüne LED	**Wi-Fi** LED leuchtet nicht: Wi-Fi ist nicht aktiviert. LED leuchtet: Wi-Fi ist aktiviert aber sendet nicht. LED blinkt: Wi-Fi aktiv, Übertragung läuft.
Rote LED	**Phasenfolge** LED leuchtet nicht: Drehrichtung der Phasen ist richtig. LED blinkt: Drehrichtung der Phasen ist falsch. Siehe Abs. 6.2.3.4.
OL **Rote LED**	**Überlast** Leuchtet nicht: Keine Überlast an den Eingängen vorhanden. LED blinkt: Überlast an zumindest einem Eingang, Spitze fehlt bzw. ist falsch angeschlossen.
Rote/grüne LED	**SD-Karte** Grüne LED leuchtet: SD-Karte ist OK. Rote LED blinkt: SD-Karte wird initialisiert. Rote und grüne LED blinken: SD-Karte ist voll. Hellgrüne LED blinkt: Die SD-Karte wird vor dem Ende der Aufzeichnung voll sein. Rote LED leuchtet: SD-Karte fehlt bzw. ist gesperrt.
Orange/rote LED	**Akku** LED leuchtet nicht: Akku vollgeladen. Orange LED leuchtet: Akku wird geladen. Orange LED blinkt: Akku wird nach vollständiger Entladung wieder geladen. Rote LED blinkt: Akku schwach und keine Netzversorgung vorhanden.
Grüne LED *in der Ein/Aus-Taste*	**Versorgung** LED leuchtet: Das Gerät wird über die externe Stromversorgung versorgt LED leuchtet nicht: Das Gerät wird über den Akku versorgt
Grüne LED *im Stecker*	**Ethernet** LED leuchtet nicht: nicht aktiv. LED blinkt: aktiv.
Gelbe LED *im Stecker*	**Ethernet** LED leuchtet nicht: Ethernet-Stack oder -Controller wurden nicht initialisiert. Blinkt langsam (im Sekundentakt): Stack einwandfrei initialisiert. Blinkt rasch (10 Mal pro Sekunde): Controller einwandfrei initialisiert. Zwei Mal blinken, danach Pause: DHCP-Fehler LED leuchtet: Verbindung initialisiert und einsatzbereit.

Tabelle 4

3. BETRIEB

Vor dem Aufzeichnen muss der Logger konfiguriert werden. Gehen Sie zur Programmierung eines PEL folgendermaßen vor:
- USB-Verbindung, Ethernet-Verbindung oder Wi-Fi-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. 3.4) oder mit PEL-Transfer (siehe Abs. 5) vorgenommen. Um ungewollte Änderungen zu vermeiden, kann der PEL während der Aufzeichnung bzw. solange Aufzeichnungen in Warteschleife sind nicht programmiert werden.

3.1. EIN- UND AUSSCHALTEN DES GERÄTS

3.1.1. EINSCHALTEN

- PEL mit dem Stromkabel + Adapter an eine Steckdose anschließen, er schaltet sich automatisch ein. Wenn nicht betätigen Sie die **Ein-/Aus-Taste** für 2 Sekunden**.**
- Die grüne Signallampe unter der **Ein-/Aus-Taste** leuchtet auf, sobald der PEL an die Stromversorgung angeschlossen ist.

Der Akku lädt sich automatisch auf, wenn der PEL an eine Steckdose angeschlossen ist. Ein voll aufgeladener Akku bietet rund 30 Minuten Betriebsautonomie, bei kurzen Pannen und Stromausfällen kann das Gerät also weiterlaufen.

3.1.2. PEL AUSSCHALTEN

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

Ausschalten des PEL:
- Netzkabel vom Netzanschluss abnehmen.
- **Ein-/Aus-Taste** länger als zwei Sekunden drücken, bis alle Signallampen aufleuchten. **Ein-/Aus-Taste** loslassen.
- Jetzt schaltet der PEL ab und alle Signallampen und die Anzeige erlöschen.

3.1.3. AUTOMATISCHER SCHLAFMODUS

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

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

3.2. 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.

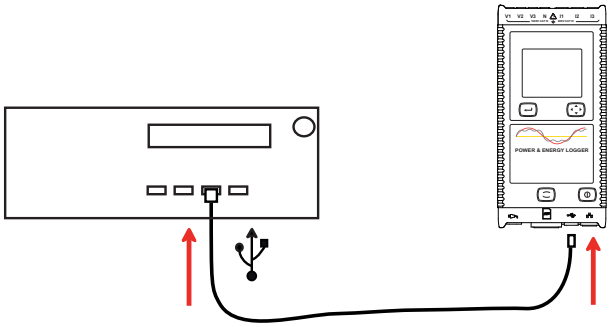


Abbildung 10

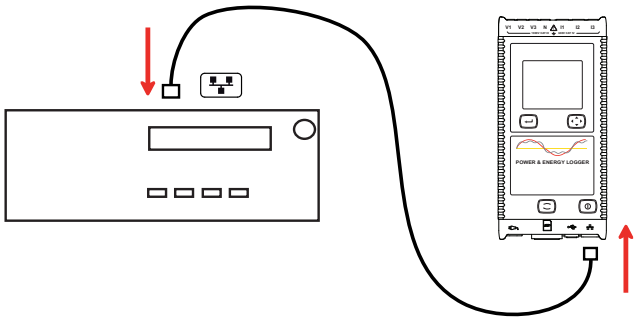


Abbildung 11

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

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

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

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

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

3.3. VERBINDUNG ÜBER WI-FI

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

Bei Bedarf können Sie diese PowerPoint-Datei zur Hilfe nehmen, um die Verbindungen herzustellen:
https://www.chauvin-arnoux.com/COM/CA/doc/Connection PEL113-EN.pptx

- Drücken Sie die **Wahltaste** und halten Sie sie. Die Signallampen **REC** oder 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 WLAN aktiviert bzw. deaktiviert.

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

Das Gerät übermittelt die Daten:

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

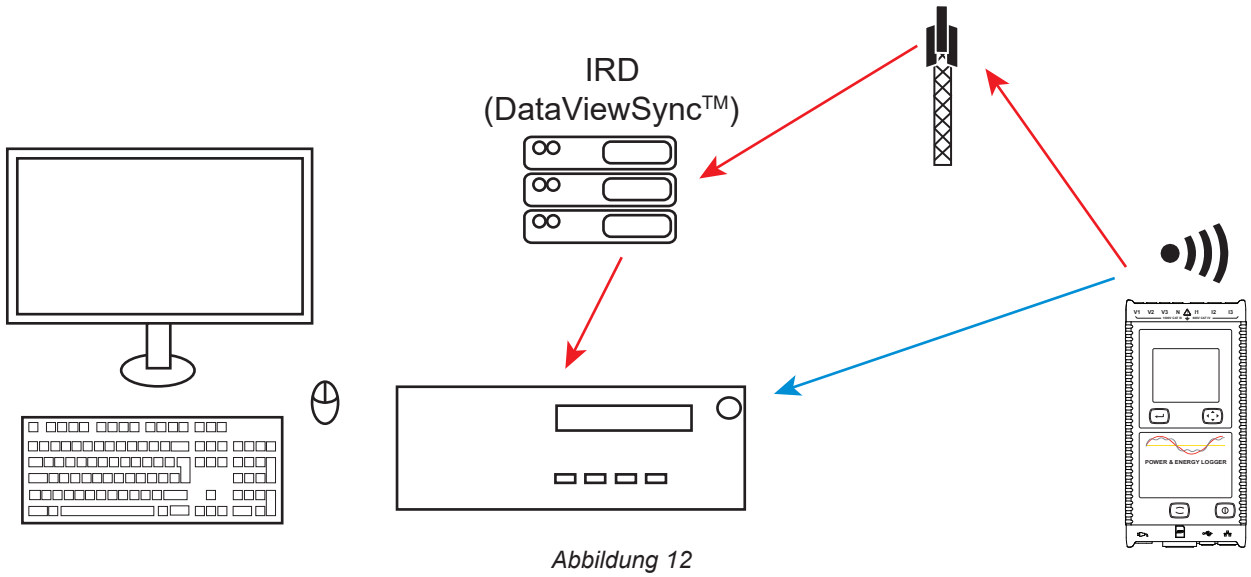


Abbildung 12

3.4. 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.

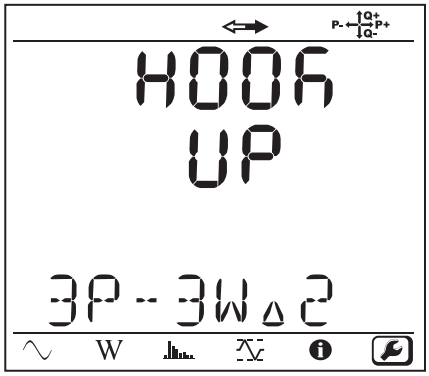


Abbildung 13

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.

Nach 3 Minuten ohne Betätigung der **Eingabe**- oder **Navigationstaste** kehrt die Anzeige zum Messbildschirm zurück.

3.4.1. 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-3W∆2	Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler)
3P-3W∆3	Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 3 Stromwandler)
3P-3W∆b	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-4W∆	Dreiphasig 4 Leiter Δ
3P-3WY2	Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)
3P-3WY3	Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)
3P-3WO2	Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler)
3P-3WO3	Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)
3P-4WO	Dreiphasig 4 Leiter (offenes Δ)
dC-2W	DC 2 Leiter
dC-3W	DC 3 Leiter
dC-4W	DC 4 Leiter

Tabelle 5

Bestätigen Sie Ihre Wahl mit der Taste **Eingabe** (↵).

3.4.2. STROMWANDLER

Stromwandler an das Gerät anschließen.

Diese werden vom Gerät automatisch erkannt. Gesucht wird der Stromwandler zuerst an Buchse I1. Wenn diese unbelegt ist, wird der Stromwandler an Buchse I2, dann an Buchse I3 erfasst.

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

Alle Stromwandler müssen vom selben Typ sein. Andernfalls wird nur das Modell an I1 zur Auswahl der Stromwandler verwendet.

3.4.3. PRIMÄR-NENNSPANNUNG

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

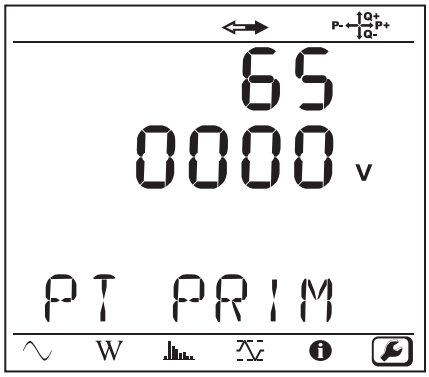


Abbildung 14

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** ↵.

3.4.4. 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** ↵.

3.4.5. PRIMÄR-NENNSTROM

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

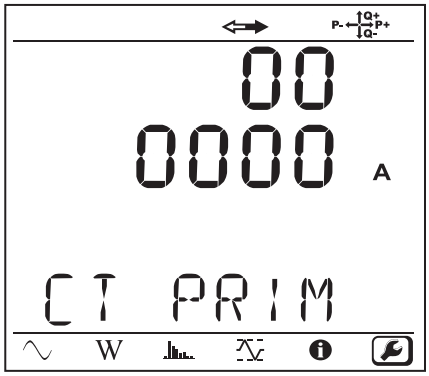


Abbildung 15

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® A193 und MiniFlex MA194: 100, 400, 2 000 oder 10 000A (je nach Stromwandler)
- Zange PAC93 und Zange C193: automatisch (1 000A)
- Zange MN93A Messbereich 5A, Adapter 5A: 5 bis 25 000A
- Zange MN93A Messbereich 100A: automatisch (100A)
- Zange MN93 und Zange MINI94: automatisch (200A)
- Zange E94: 10 oder 100A
- Zange J93: automatisch (3 500 A)
- Adapter 5 A: 5 bis 25 000A

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

3.4.6. AGGREGATIONSZEITRAUM

Übergang zum nächsten Bildschirm mit der Taste ▼.

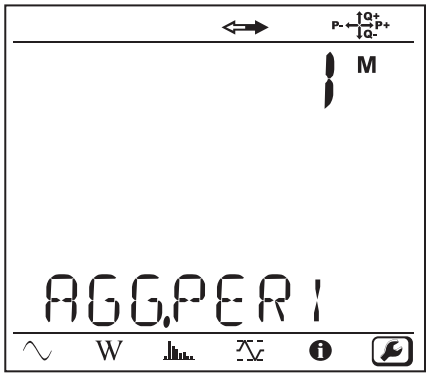


Abbildung 16

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** ↵.

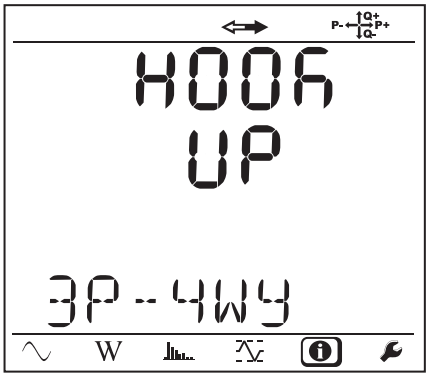
3.5. INFORMATION

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:

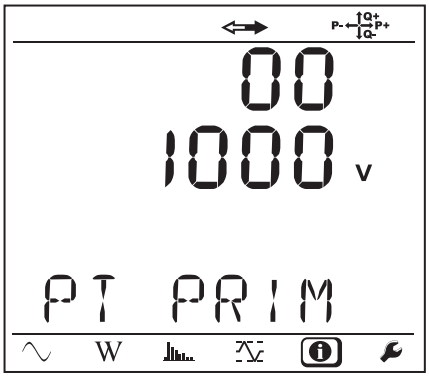
- Netztype

▼

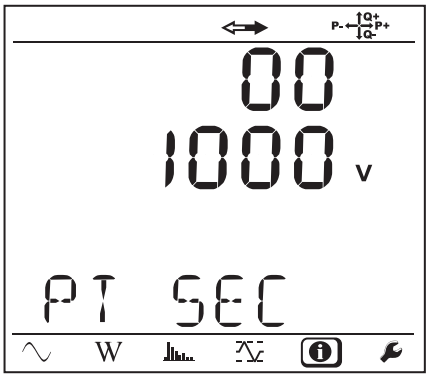


- Primär-Nennspannung

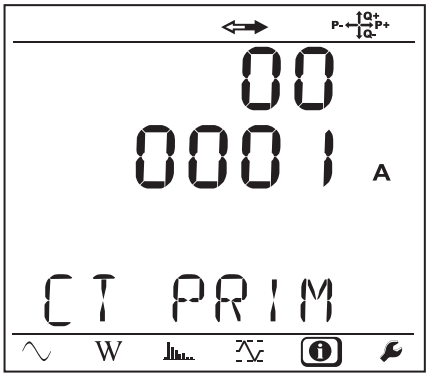
▼



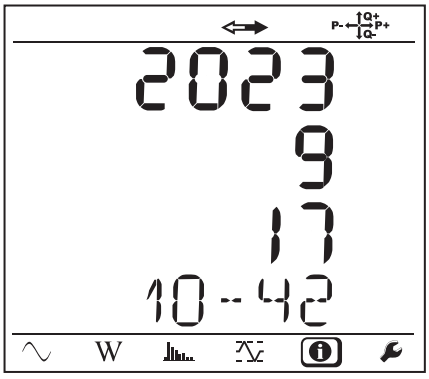
■ Sekundär-Nennspannung



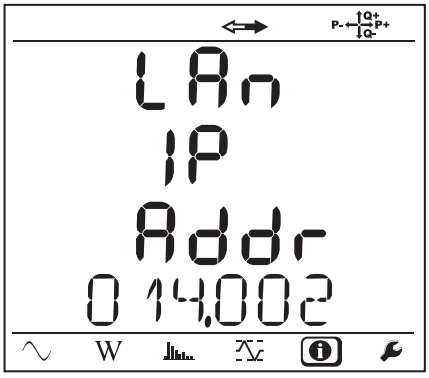
■ Primär-Nennstrom



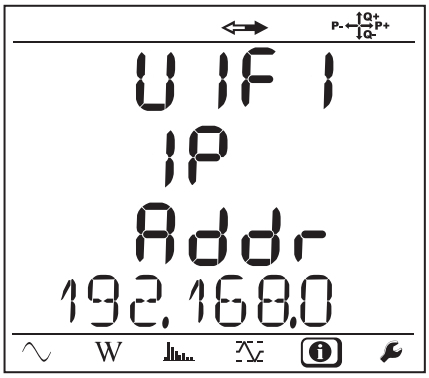
■ Aggregationszeitraum



■ Datum und Uhrzeit

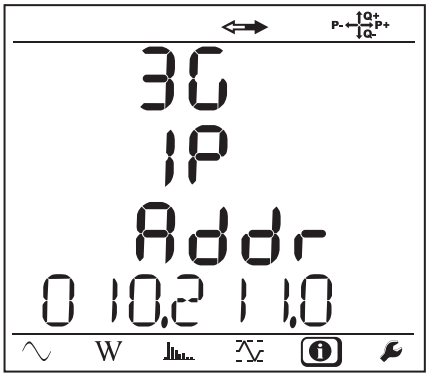


- IP-Adresse (ablaufend)



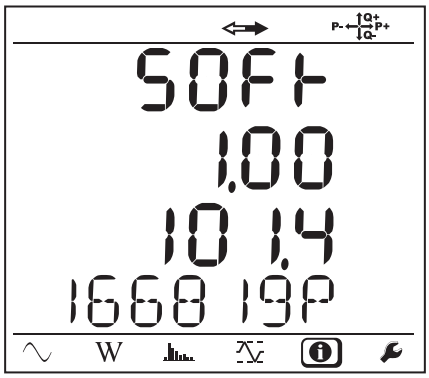
▼

- Wi-Fi-Adresse (ablaufend)



▼

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



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

4. VERWENDUNG

Das Gerät ist einsatzbereit, sobald es fertig konfiguriert ist;

4.1. VERSORGUNGSNETZE UND 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. 3.4).

Quelle  Last

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 Quelle- bzw. Last-Anzeige wird zur Überprüfung der Verdrahtung und für das Zeigerdiagramm in PEL Transfer herangezogen.

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, in Netzen mit Nullleiter die Leistungsberechnungen zu korrigieren.

4.1.1. EINPHASIG 2 LEITER: 1P-2W

Für Einphasen-2-Leiter-Messungen:

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde 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.

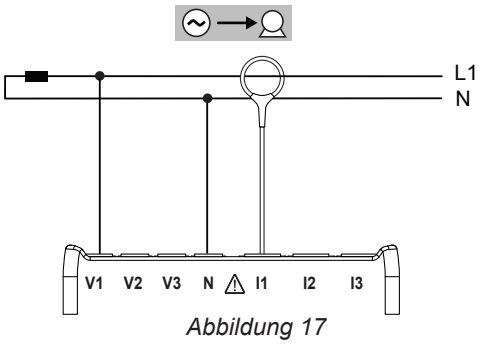


Abbildung 17

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

Für Zweiphasen-3-Leiter-Messungen:

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde 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.

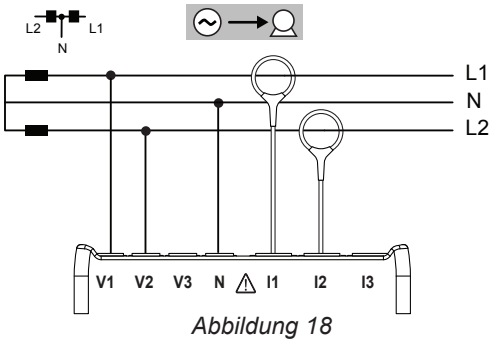


Abbildung 18

4.1.3. DREIPHASENNETZE MIT 3 LEITERN

4.1.3.1. Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler): 3P-3WΔ2

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (Dreieck, mit zwei Stromwandlern):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde 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.

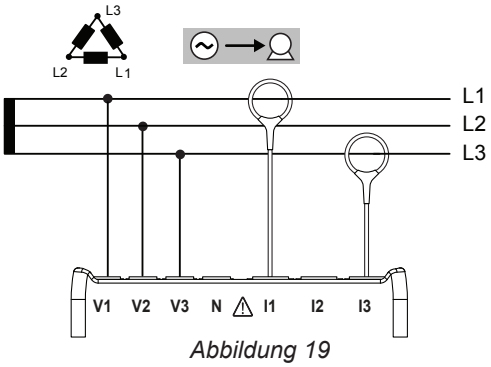


Abbildung 19

4.1.3.2. Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 3 Stromwandler): 3P-3WΔ3

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (Dreieck, mit zwei Stromwandlern):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde 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.

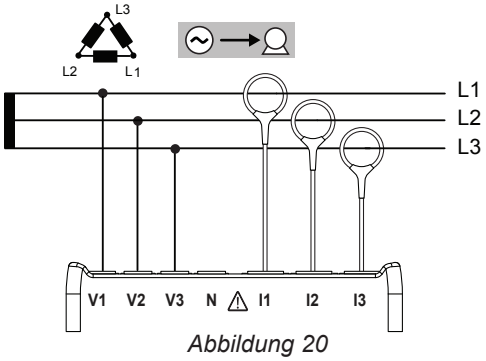


Abbildung 20

4.1.3.3. Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler): 3P-3W02

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (offenes Dreieck, mit zwei Stromwandlern):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde 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.

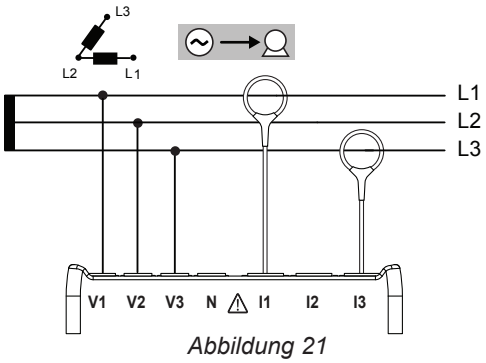


Abbildung 21

4.1.3.4. Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler): 3P-3W03

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (offenes Dreieck, mit drei Stromwandlern):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

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

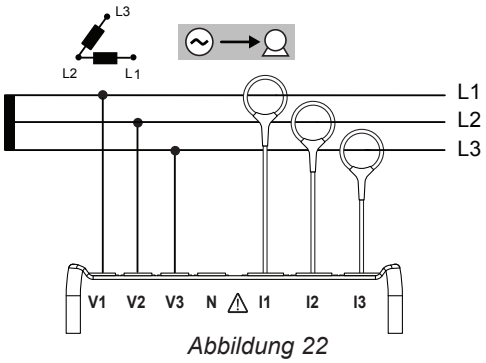


Abbildung 22

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

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (Stern, mit zwei Stromwandlern):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

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

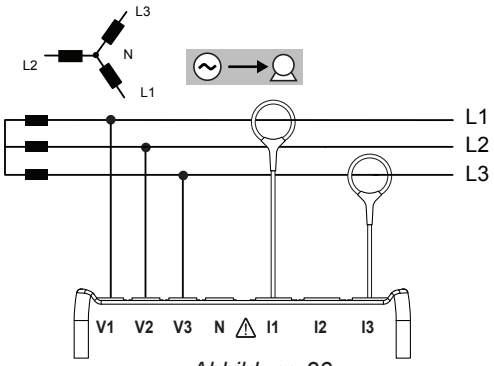


Abbildung 23

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

Für Dreiphasennetz-3-Leiter-Messungen (Stern, mit drei Stromwandlern):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

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

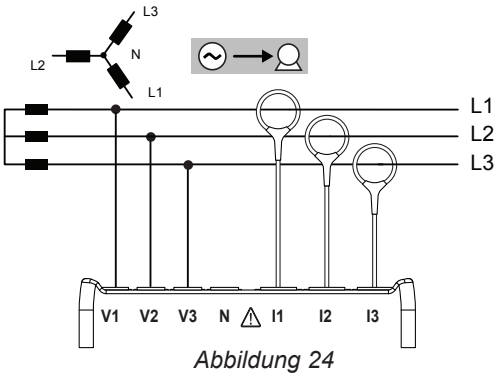


Abbildung 24

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

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (symmetrisches Dreieck, mit ein Stromwandler):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

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

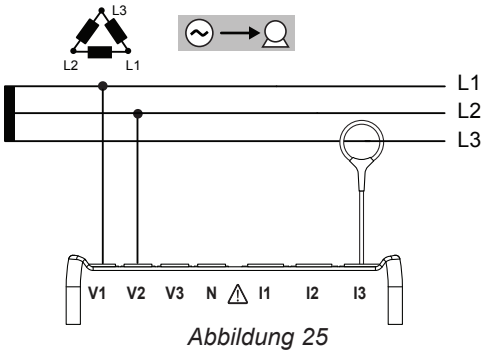


Abbildung 25

4.1.4. DREIPHASENNETZE MIT 4 LEITERN Y

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

Für Dreiphasen-4-Leiter-Messungen (Stern, mit drei Stromwandlern):

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde 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.

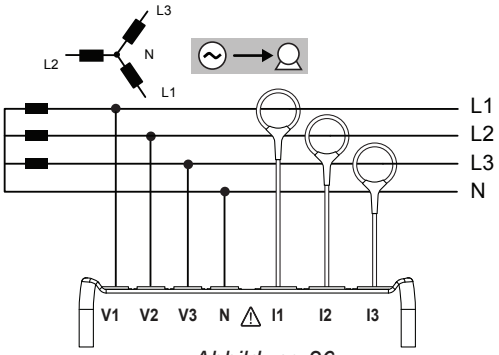


Abbildung 26

4.1.4.2. Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch: 3P-4WYB

Für Dreiphasen-3-Leiter-Messungen (symmetrischer Stern, mit ein Stromwandler):

- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Stromsonde 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.

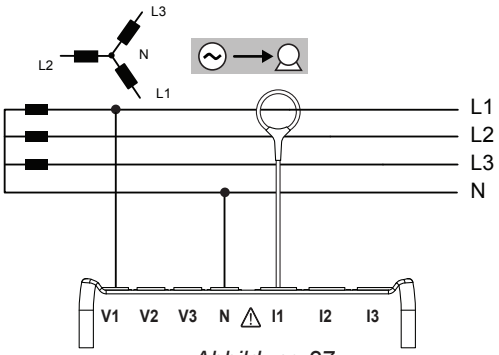


Abbildung 27

4.1.4.3. Dreiphasig 4 Leiter Y an 2,5 Elementen: 3P-4WY2

Für Dreiphasen-4-Leiter-Messungen (Stern, an 2,5 Elemente, mit drei Stromwandlern):

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

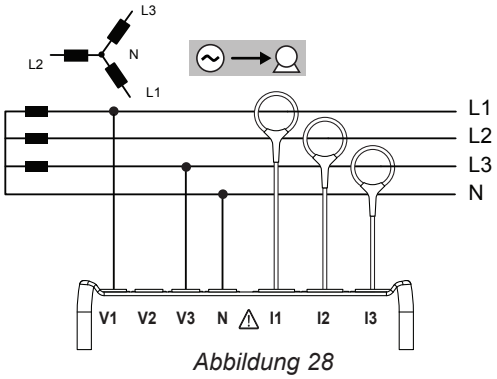


Abbildung 28

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.

4.1.5. DREIPHASIG 4 LEITER Δ

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

4.1.5.1. Dreiphasig 4 Leiter Δ: 3P-4WΔ

Für Dreiphasen-4-Leiter-Messungen (Dreieck, mit drei Stromwandlern):

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

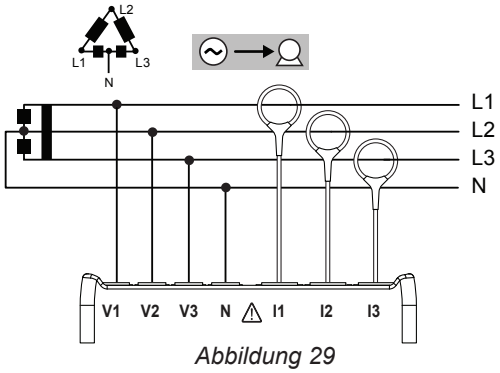


Abbildung 29

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.

4.1.5.2. Dreiphasig 4 Leiter (offenes Δ): 3P-4WO

Für Dreiphasen-4-Leiter-Messungen (offenes Dreieck, mit drei Stromwandlern):

- Messleitung N an Neutralleiter anschließen
- Messleitung V1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Messleitung V2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Messleitung V3 an Phasenleiter L3 anschließen
- Stromsonde I1 an Phasenleiter L1 anschließen
- Stromsonde I2 an Phasenleiter L2 anschließen
- Stromsonde I3 an Phasenleiter L3 anschließen

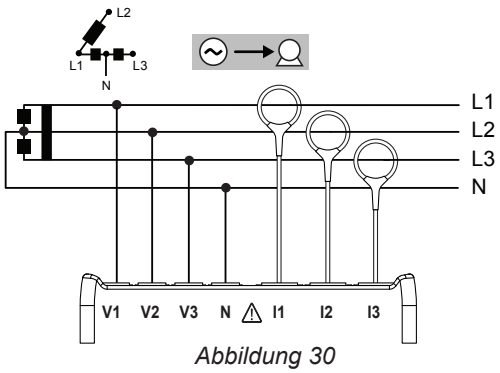


Abbildung 30

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.

4.1.6. DC-NETZE

4.1.6.1. DC 2 Leiter: DC-2W

Für DC-Netze-2-Leiter-Messungen:

- Messleitung N an Negativ-Leiter anschließen
- Messleitung V1 an Positiv-Leiter +1 anschließen
- Stromsonde I1 an 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.

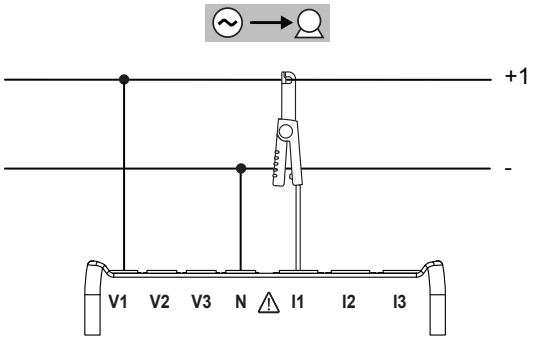


Abbildung 31

4.1.6.2. DC 3 Leiter: DC-3W

Für DC-Netze-3-Leiter-Messungen:

- Messleitung N an Negativ-Leiter anschließen
- Messleitung V1 an Leiter +1 anschließen
- Messleitung V2 an Leiter +2 anschließen
- Stromsonde I1 an Leiter +1 anschließen
- Stromsonde I2 an 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.

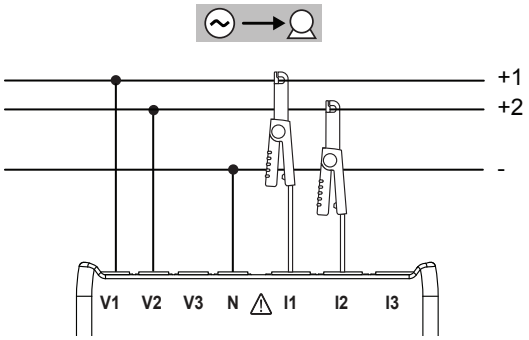


Abbildung 32

4.1.6.3. DC 4 Leiter: DC-4W

Für DC-Netz-4-Leiter-Messungen mit drei Stromwandlern:

- Messleitung N an Negativ-Leiter anschließen
- Messleitung V1 an Leiter +1 anschließen
- Messleitung V2 an Leiter +2 anschließen
- Messleitung V3 an Leiter +3 anschließen
- Stromsonde I1 an Leiter +1 anschließen
- Stromsonde I2 an Leiter +2 anschließen
- Stromsonde I3 an 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.

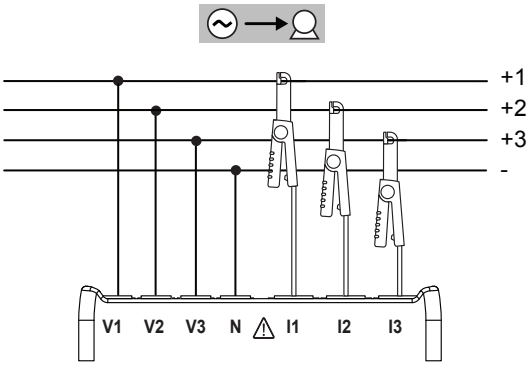


Abbildung 33

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 ►.

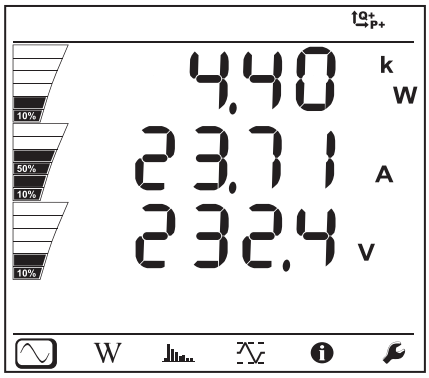
Symbol	Anzeigemodus
	Anzeige von Ist-Werten: Spannung V, Strom A, Wirkleistung P, Blindleistung Q, Scheinleistung, Frequenz f, Leistungsfaktor PF, tan Φ.
	Anzeige der Energie- und Leistungswerte: Wirkenergie der Last Wh, Blindenergie der Last Varh, Scheinenergie der Last VAh.
	Anzeige von Oberschwingungen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

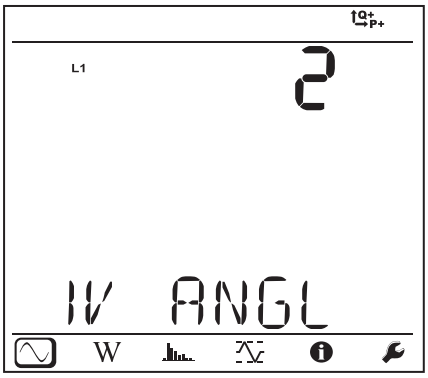
Einphasig 2 Leiter (1P-2W)



P

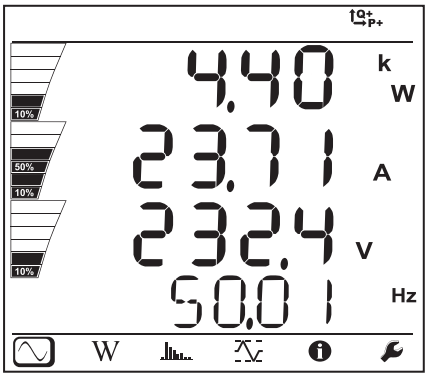
I

V



φ (I_1, V_1)

▼



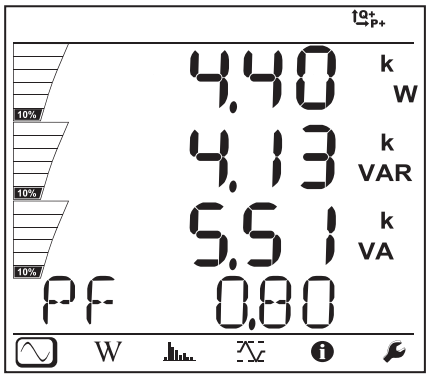
P

I

V

f

▼



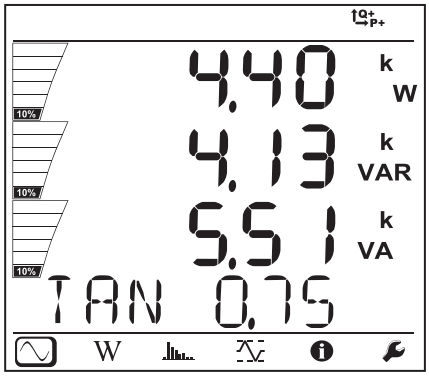
P

Q

S

PF

▼



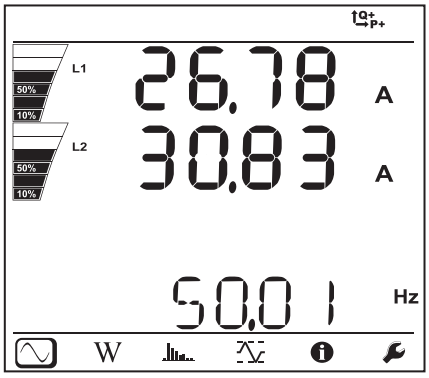
P

Q

S

tan φ

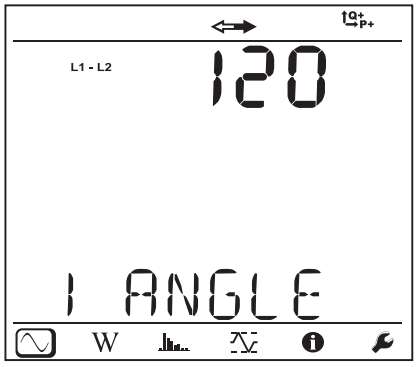
Zweiphasig 3 Leiter (2P-3W)



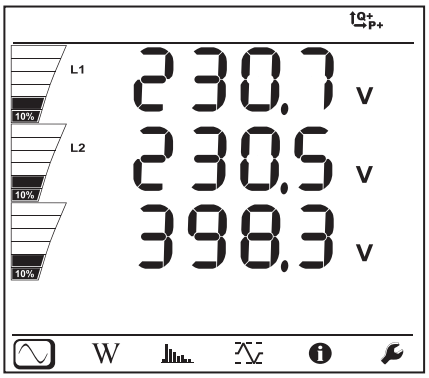
I_1

I_2

f



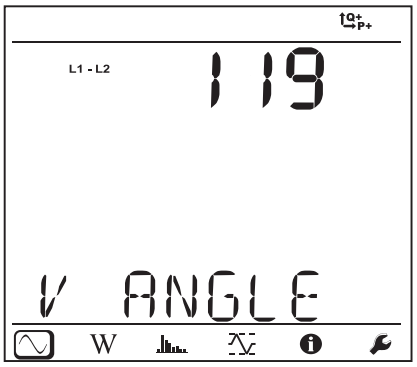
φ (I_2, I_1)



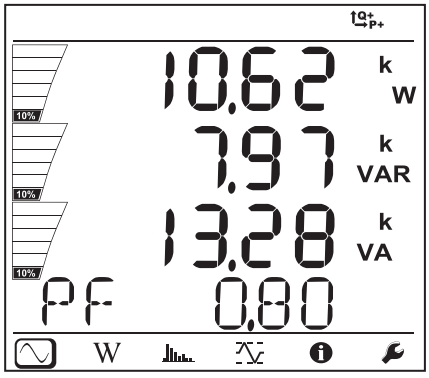
V_1

V_2

U_{12}



φ (V_2, V_1)

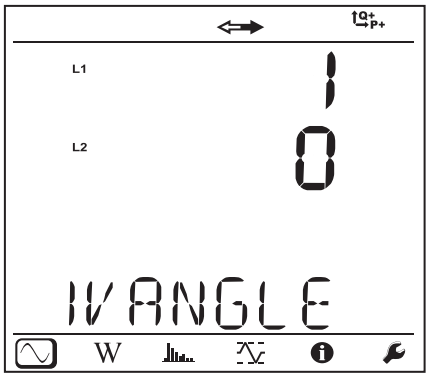


P

Q

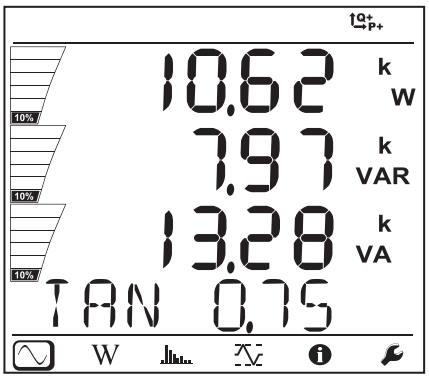
S

PF



φ (I_1, V_1)

φ (I_2, V_2)



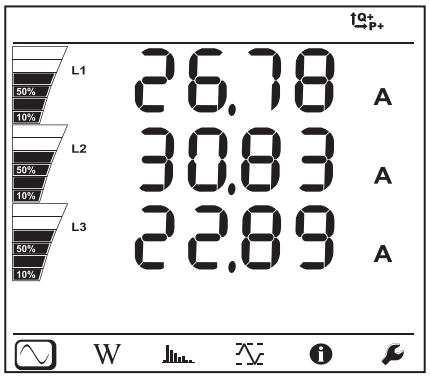
P

Q

S

tan φ

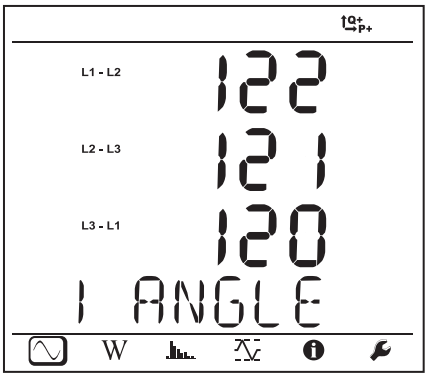
Dreiphasig 3 Leiter, nicht symmetrisch (3P-3WΔ2, 3P-3WΔ3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)



I_1

I_2

I_3

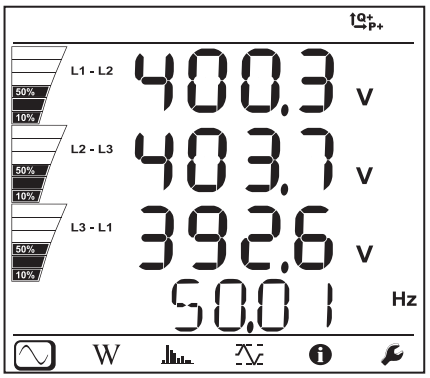


φ (I_2, I_1)

φ (I_3, I_2)

φ (I_1, I_3)

▼

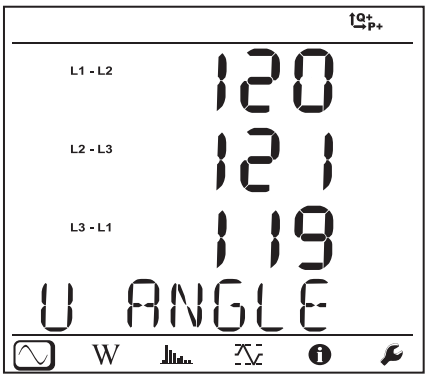


U_{12}

U_{23}

U_{31}

f

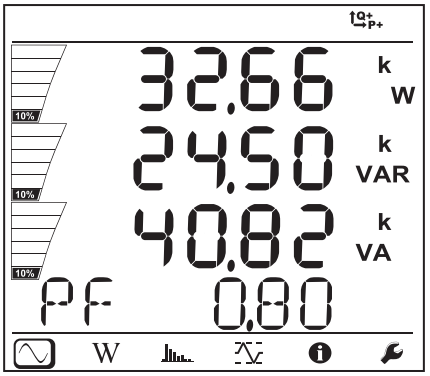


φ (U_{31}, U_{23})

φ (U_{12}, U_{31})

φ (U_{23}, U_{12})

▼

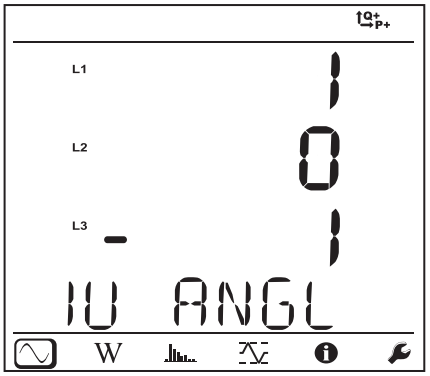


P

Q

S

PF

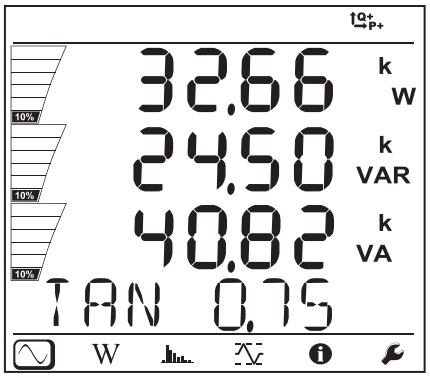


φ (I_1, U_{12})

φ (I_2, U_{23})

φ (I_3, U_{31})

▼



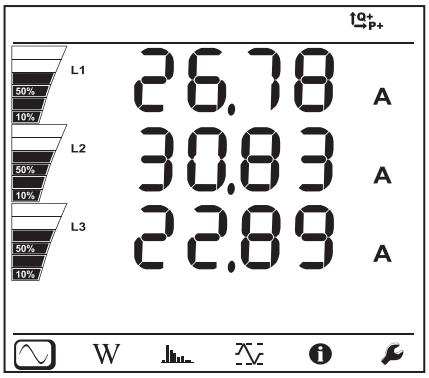
P

Q

S

tan φ

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

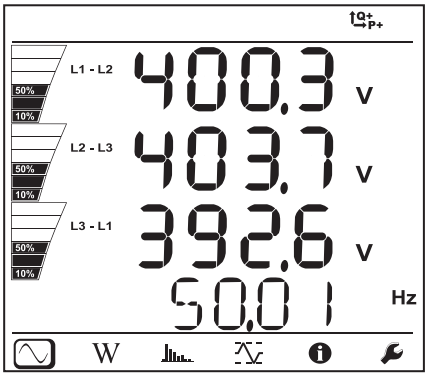


I_1

I_2

I_3

▼



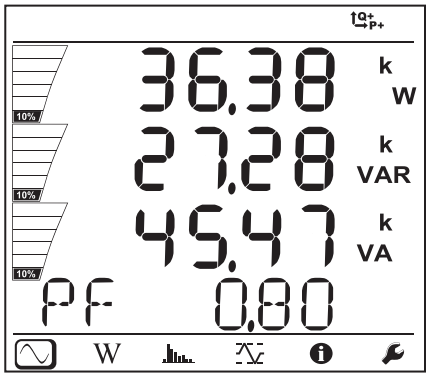
U_{12}

U_{23}

U_{31}

f

▼



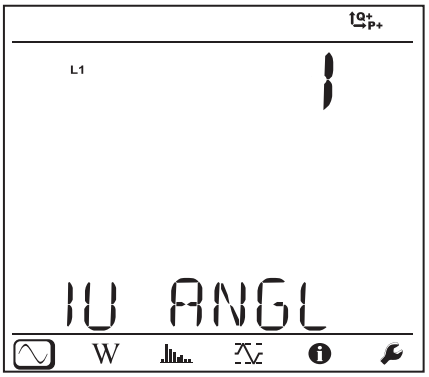
P

Q

S

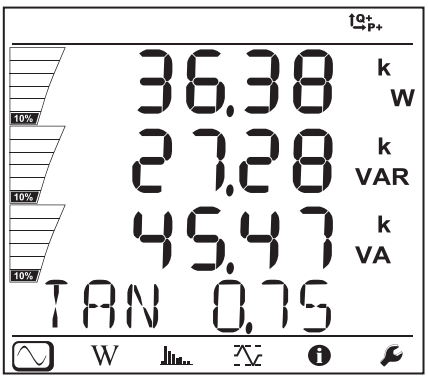
PF





φ (I_1, U_{12})

▼



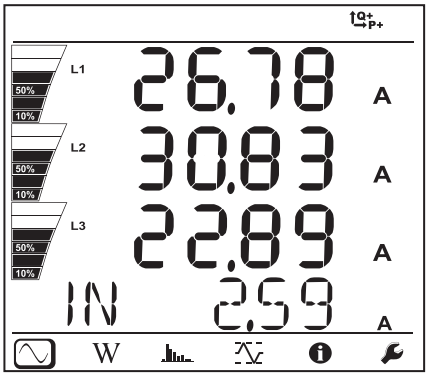
P

Q

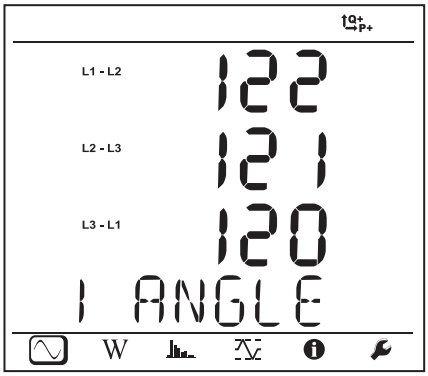
S

tan φ

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

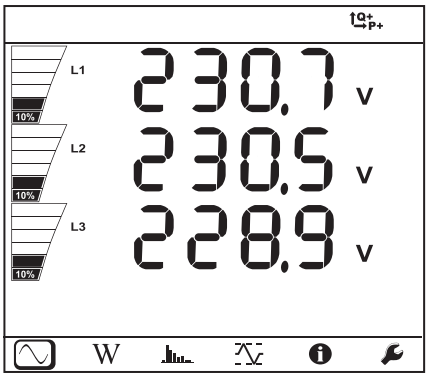


I_1
I_2
I_3
I_N

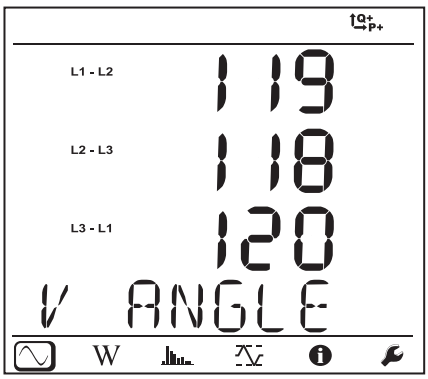


φ (I_2, I_1)
φ (I_3, I_2)
φ (I_1, I_3)

▼

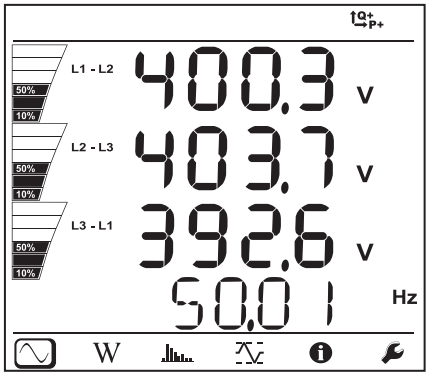


V_1
V_2
V_3

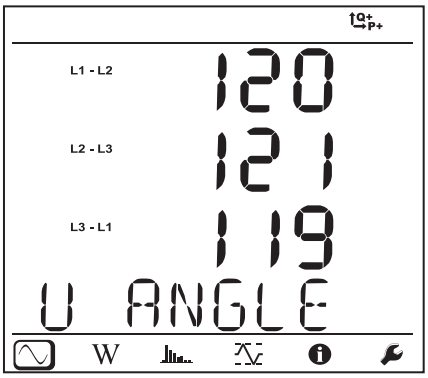


φ (V_2, V_1) *
φ (V_3, V_2) *
φ (V_1, V_3)

▼

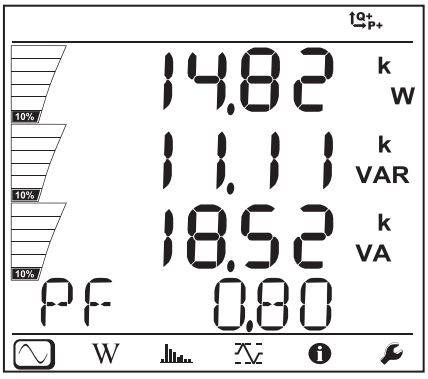


U_{12}
U_{23}
U_{31}
f

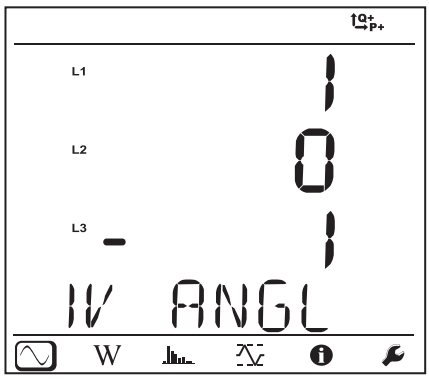


φ (U_{31}, U_{23})
φ (U_{12}, U_{31})
φ (U_{23}, U_{12})

▼

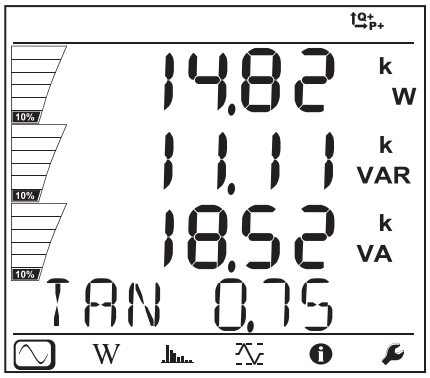


P
Q
S
PF



φ (I_1, V_1)
φ (I_2, V_2) *
φ (I_3, V_3)

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



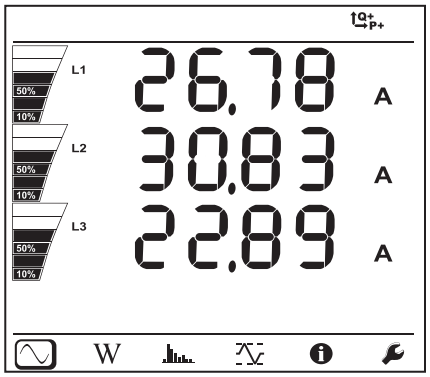
P

Q

S

tan φ

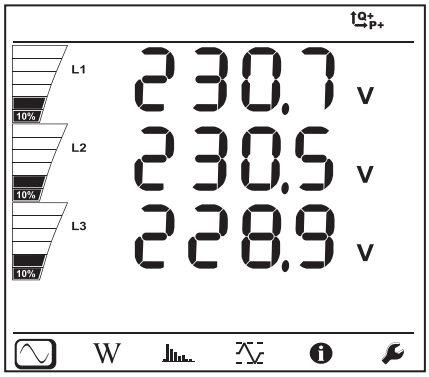
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (3P-4WYb)



I_1

I_2

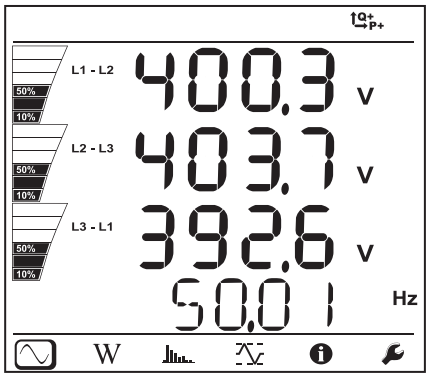
I_3



V_1

V_2

V_3

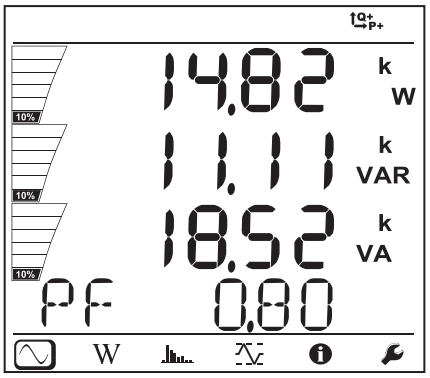


U_{12}

U_{23}

U_{31}

f

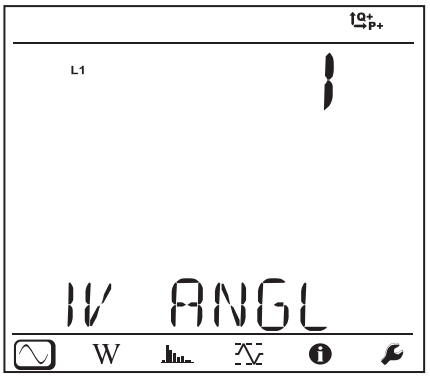


P

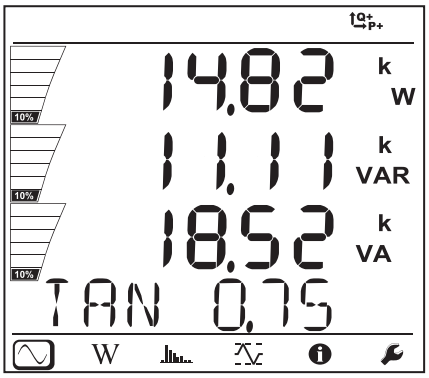
Q

S

PF



φ (I_1, V_1)



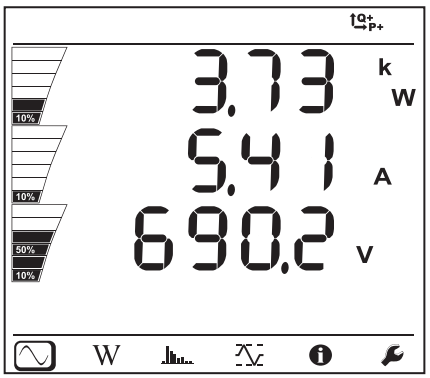
P

Q

S

tan φ

DC 2 Leiter (dC-2W)

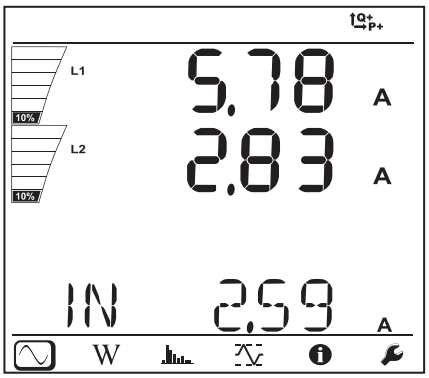


P

I

V

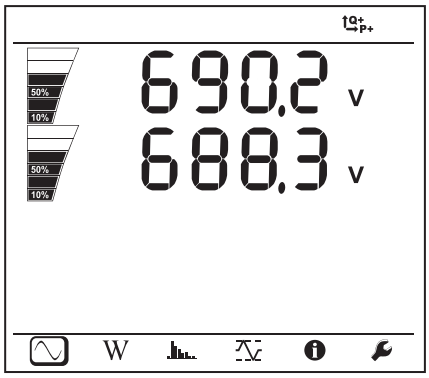
DC 3 Leiter (dC-3W)



I_1

I_2

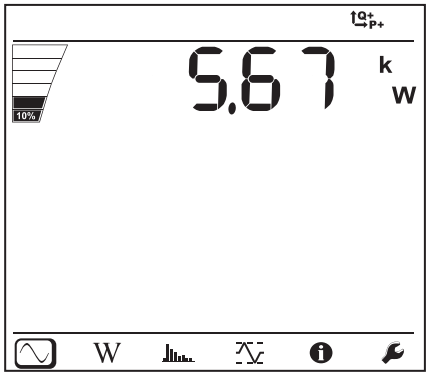
I_N



V_1

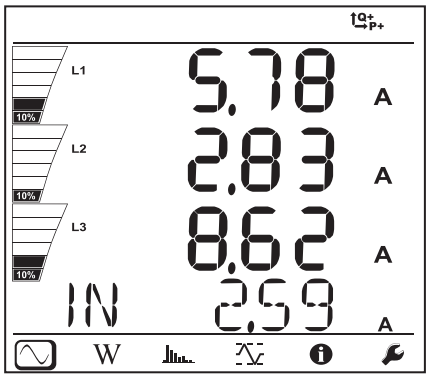
V_2

V_N



P

DC 4 Leiter (dC-4W)

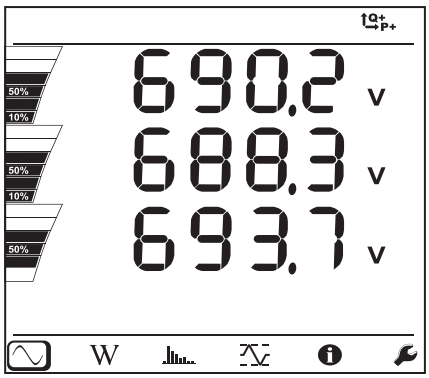


I_1

I_2

I_3

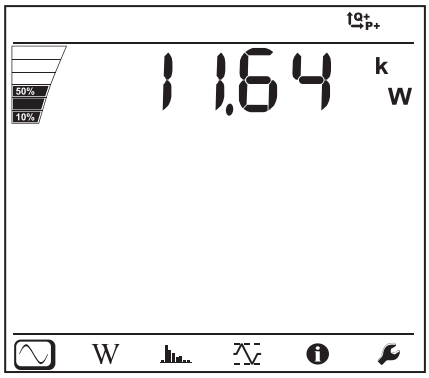
I_N



V_1

V_2

V_3



P

▼

4.3.2. ENERGIEMODUS W

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: Die **Eingabetaste** ↵ mindestens zwei Sekunden lang gedrückt halten. Der Hinweis **PArt** auf der Anzeige bedeutet, dass es sich um Teilwerte handelt.

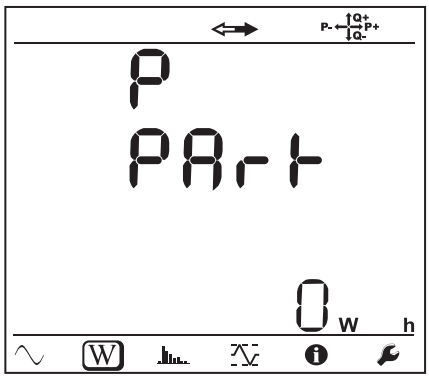


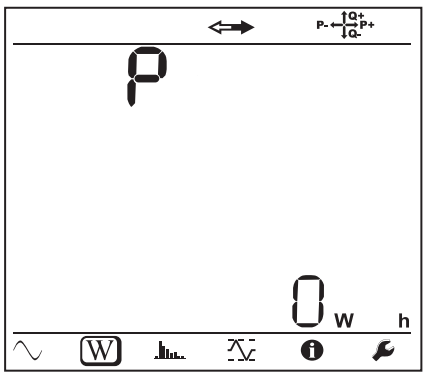
Abbildung 34

Mit der Taste ▼ schalten Sie zurück zu den Gesamtleistungen.

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

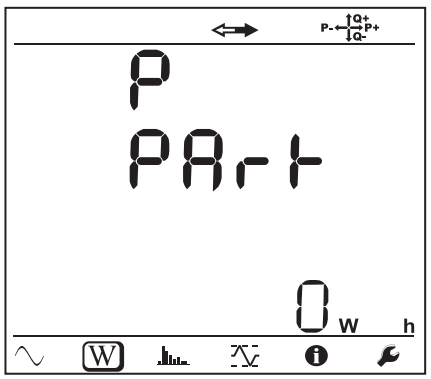
Wechselstromnetze

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



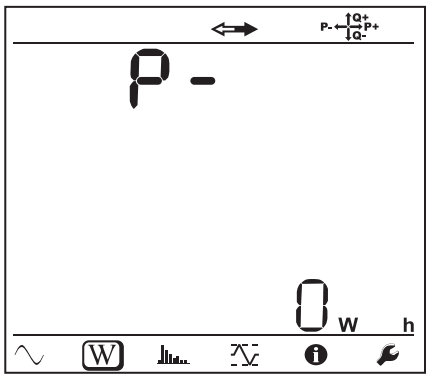
Ep+

↵

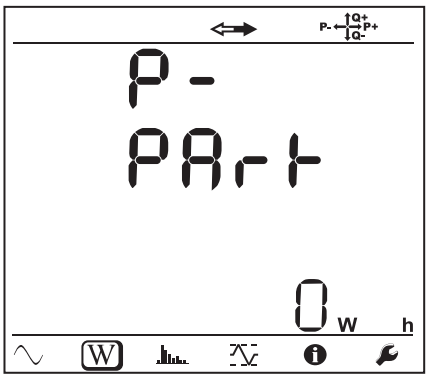


Ep+

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

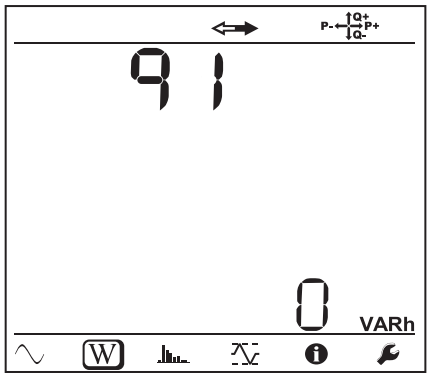


Ep-

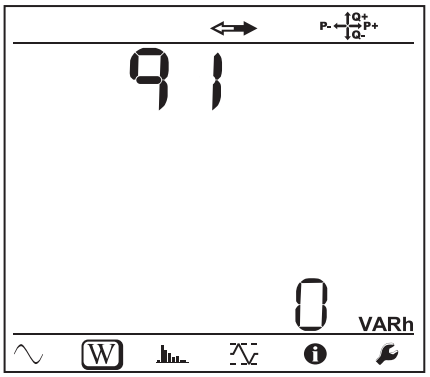


Ep-

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

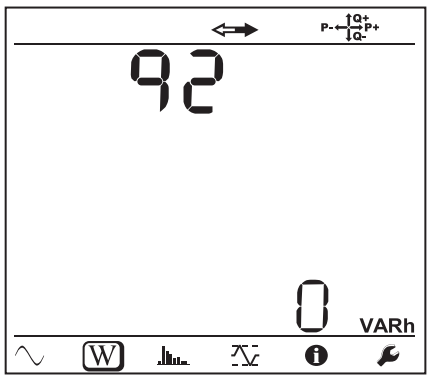


Eq1

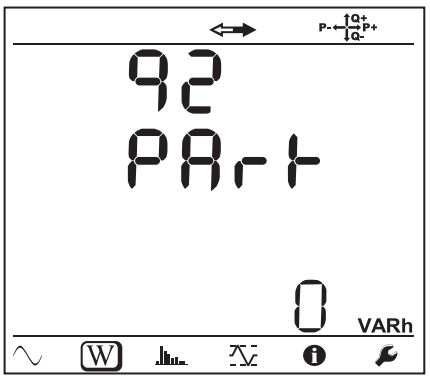


Eq1

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

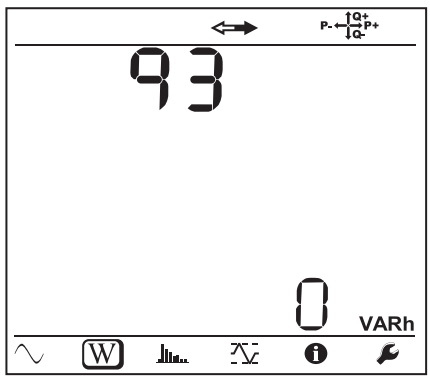


Eq2

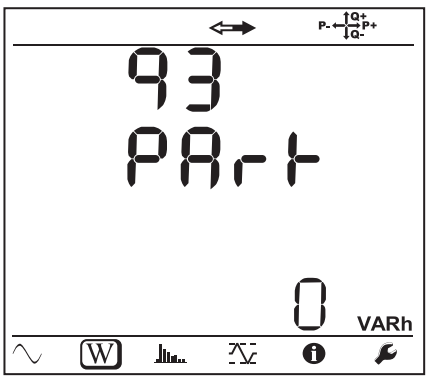


Eq2

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

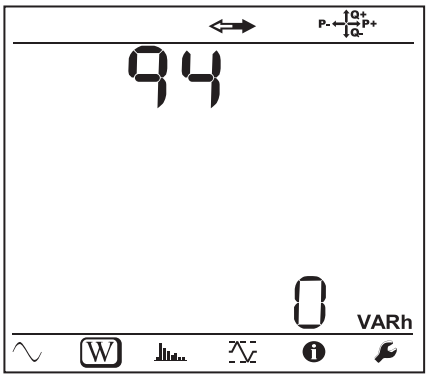


Eq3

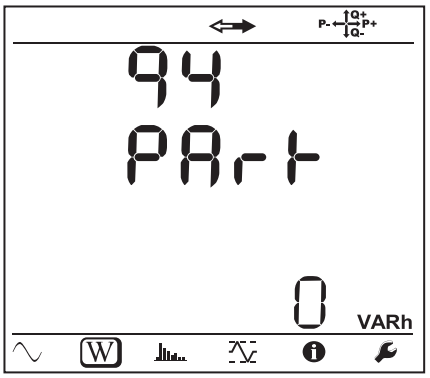


Eq3

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

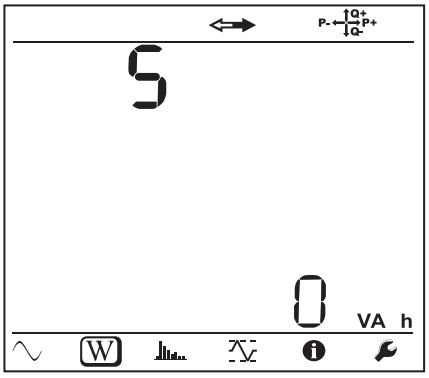


Eq4

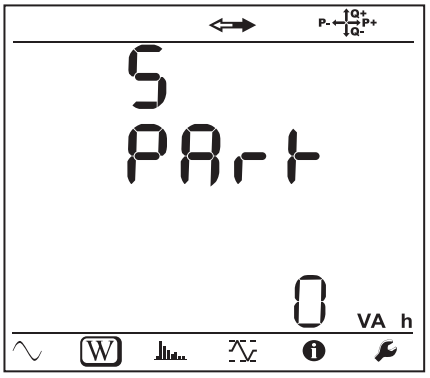


Eq4

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

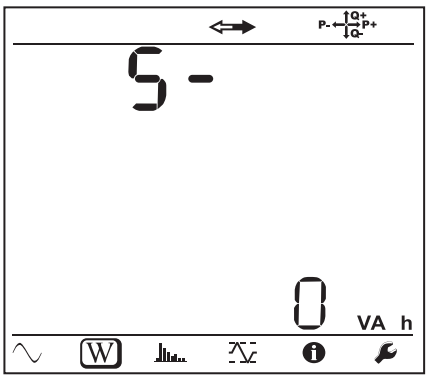


Es+

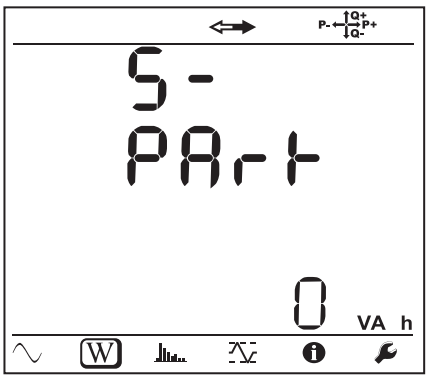


Es+

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



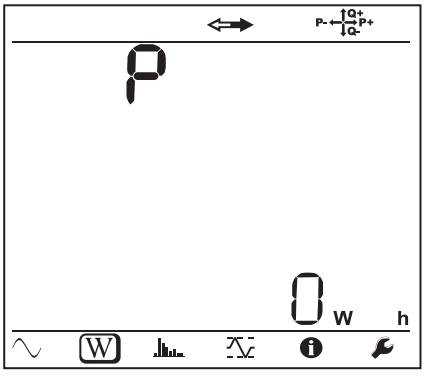
Es-



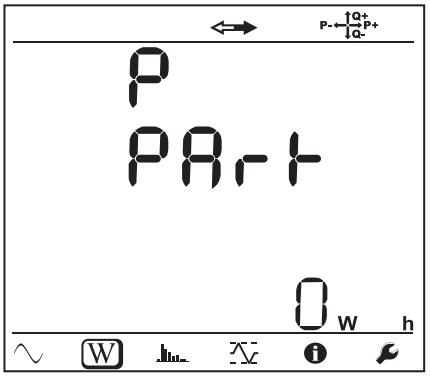
Es-

Gleichstromnetze

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

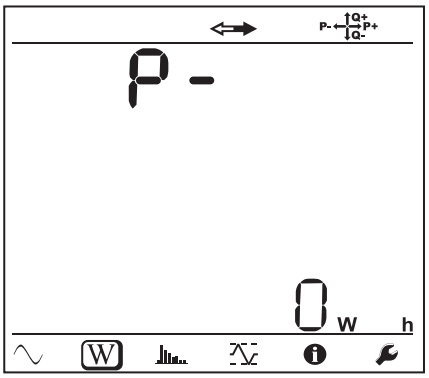


Ep+

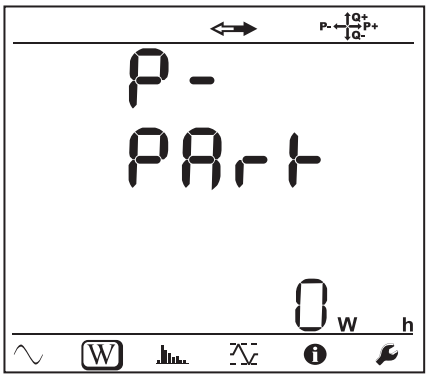


Ep+

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



Ep-

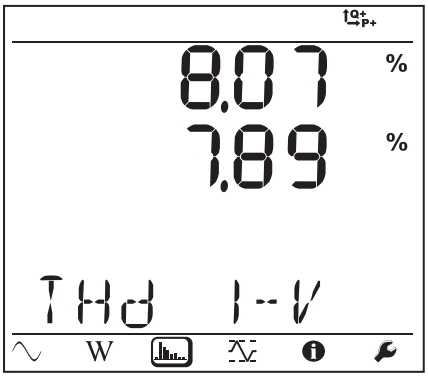


Ep-

4.3.3. OBERSCHWINGUNGSMODUS

Die Anzeige hängt vom Versorgungsnetz ab.
Die Oberschwingungsanzeige ist in Gleichstromnetzen nicht möglich. Auf der Anzeige erscheint „DC mode no THD“.

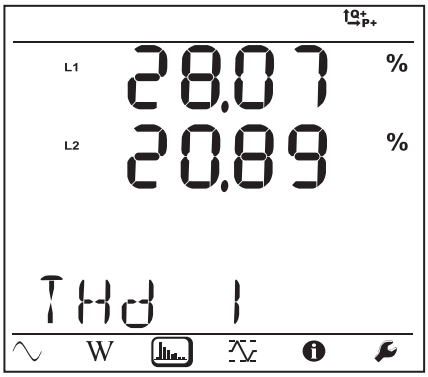
Einphasig 2 Leiter (1P-2W)



I_THD

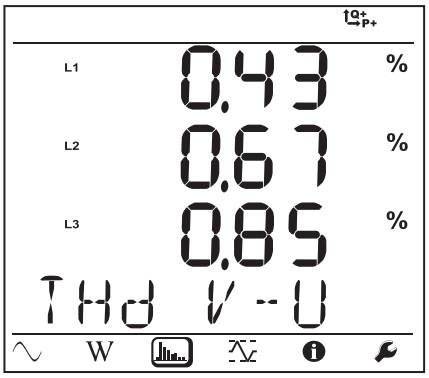
V_THD

Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)



I_{1}_THD

I_{2}_THD

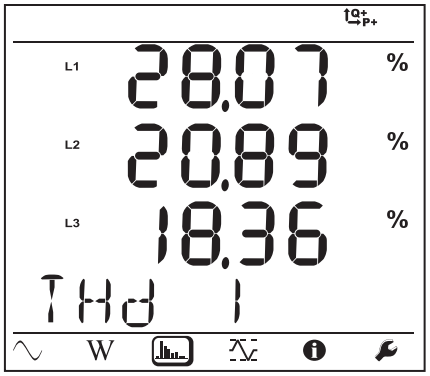


V_{1}_THD

V_{2}_THD

U_{12}_THD

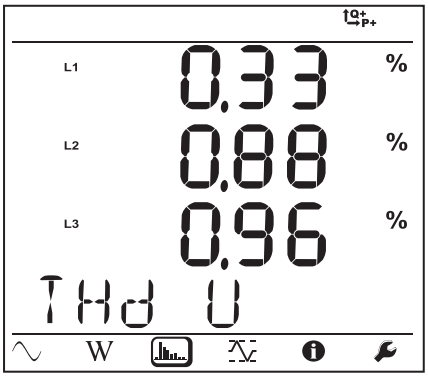
Dreiphasig 3 Leiter, nicht symmetrisch (3P-3WΔ2, 3P-3WΔ3, 3P-3WO2, 3P-3WO3, 3P-3WY2, 3P-3WY3)



I_{1}_THD

I_{2}_THD

I_{3}_THD

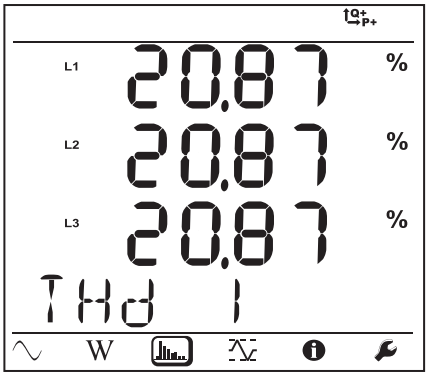


U_{12}_THD

U_{23}_THD

U_{31}_THD

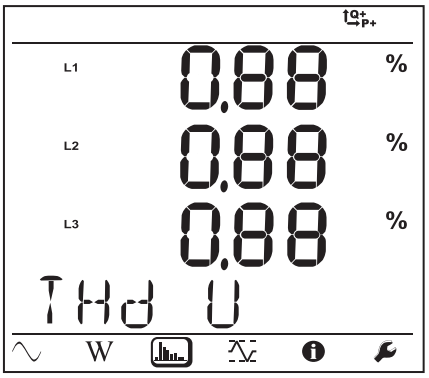
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch (3P-3WΔb)



I_{1}_THD = I_{3}_THD

I_{2}_THD = I_{3}_THD

I_{3}_THD

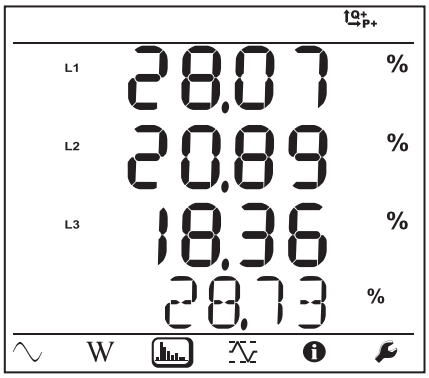


U_{12}_THD

U_{23}_THD = U_{12}_THD

U_{31}_THD = U_{12}_THD

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

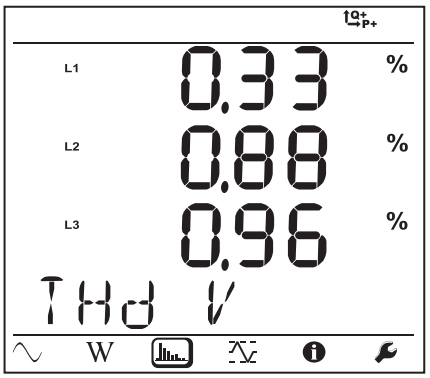


I_1_THD

I_2_THD

I_3_THD

I_N_THD

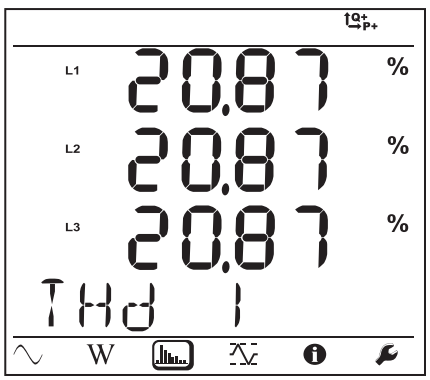


V_1_THD

V_2_THD

V_3_THD

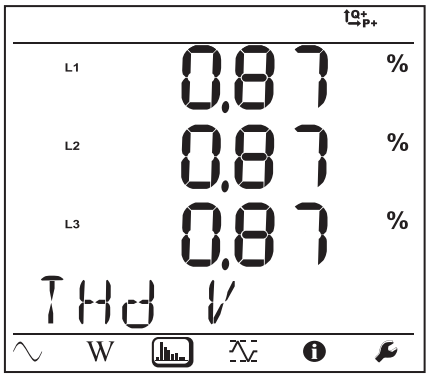
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (3P-4WYb)



I_1_THD

I_2_THD = I_1_THD

I_3_THD = I_1_THD



V_1_THD

V_2_THD = V_1_THD

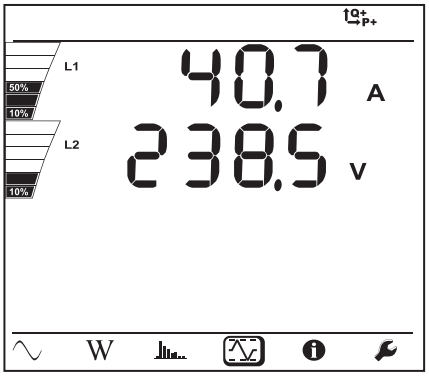
V_3_THD = V_1_THD

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.

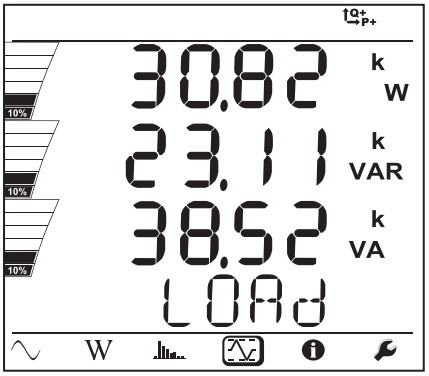
Die Max.-Anzeige ist in Gleichstromnetzen nicht möglich. Auf der Anzeige erscheint „DC Mode no MAX“.

Einphasig 2 Leiter (1P-2W)



I

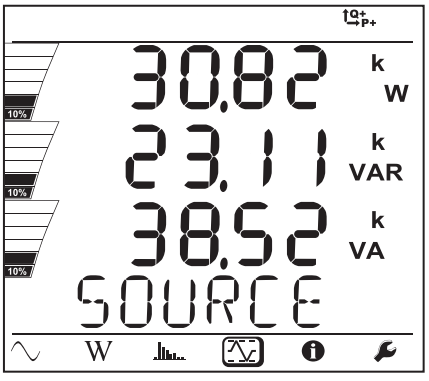
V



P

Q

S

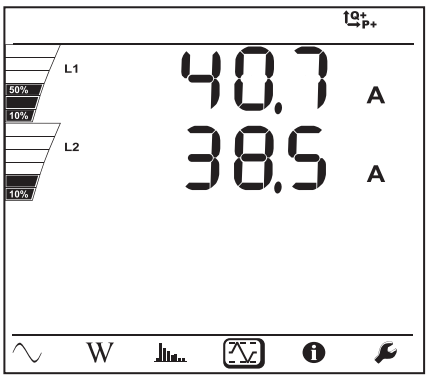


P

Q

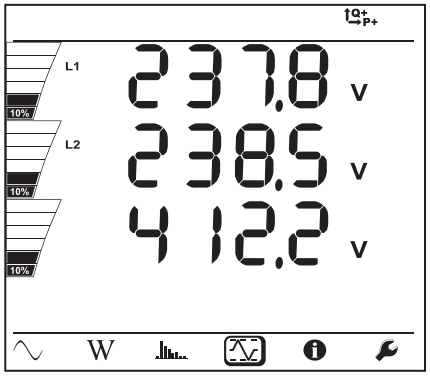
S

Zweiphasig 3 Leiter (1P-3W)



I_1

I_2

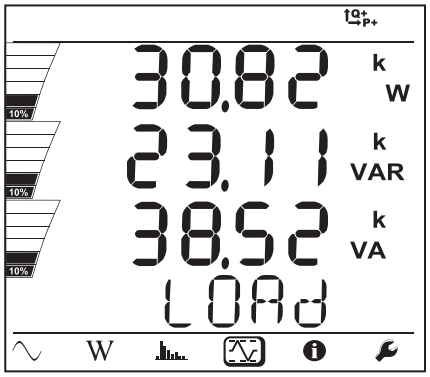


V_1

V_2

U_{12}

▼

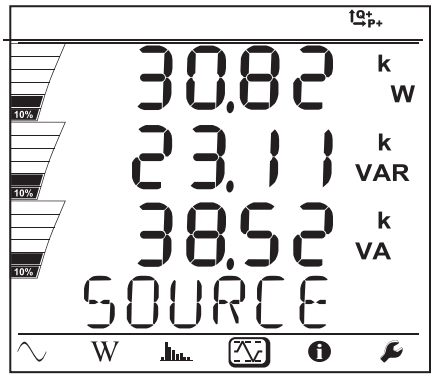


P

Q

S

▼



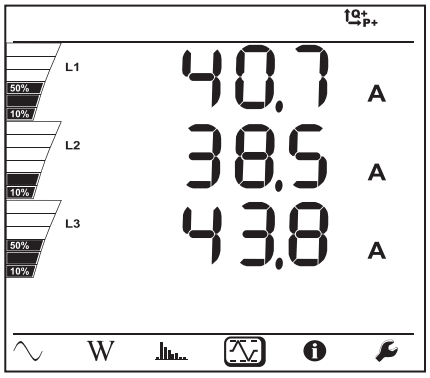
P

Q

S

▼

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

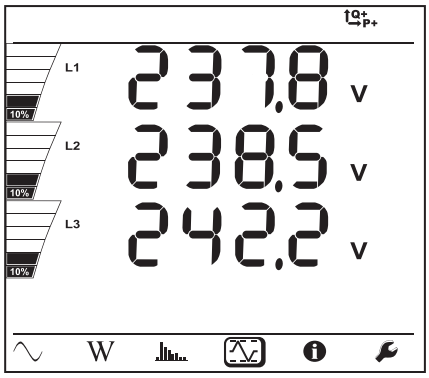


I_1

I_2

I_3

▼

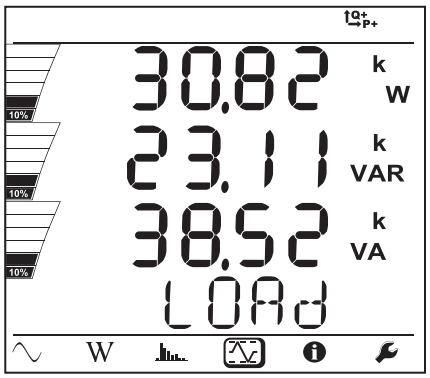


U_{12}

U_{23}

U_{31}

▼

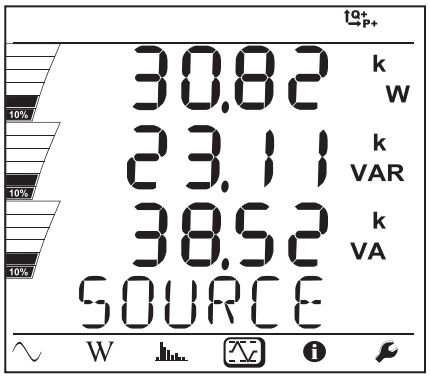


P

Q

S

▼

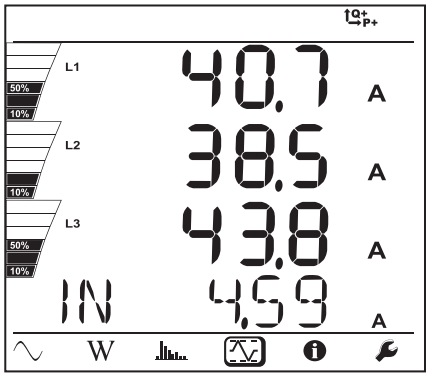


P

Q

S

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



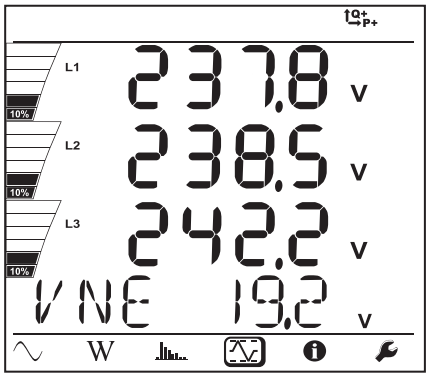
I_1

I_2

I_3

I_N

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

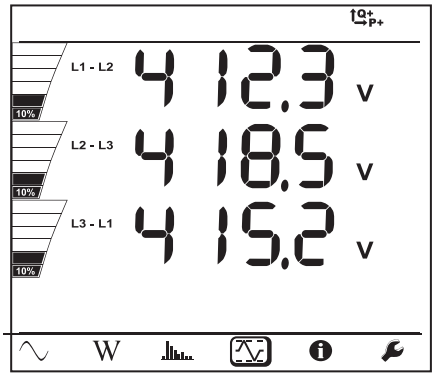


V_1

V_2

V_3

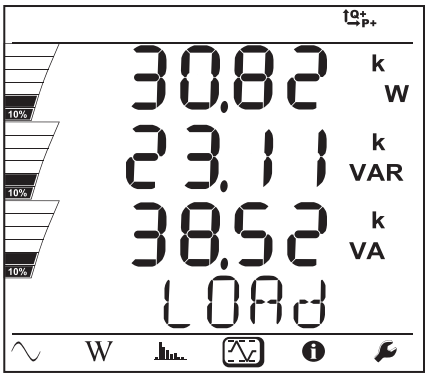
V_N



U_{12}

U_{23}

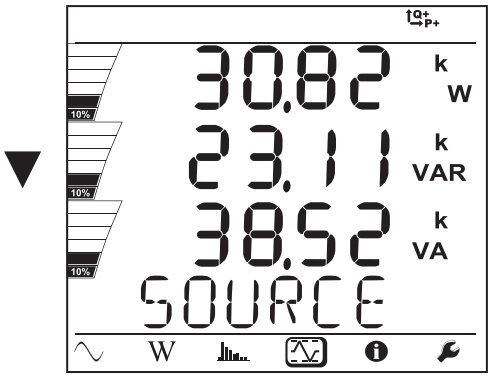
U_{31}



P

Q

S



P

Q

S

5. PEL-TRANSFER-SOFTWARE

5.1. PEL-TRANSFER-SOFTWAR

5.1.1. FUNKTIONSUMFANG

Mit der PEL-Transfer-Software können Sie:

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

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

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

5.1.2. PEL TRANSFER INSTALLIEREN

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

1. Die neueste Version von PEL Transfer von unserer Website herunterladen.
   www.chauvin-arnoux.com

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

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

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

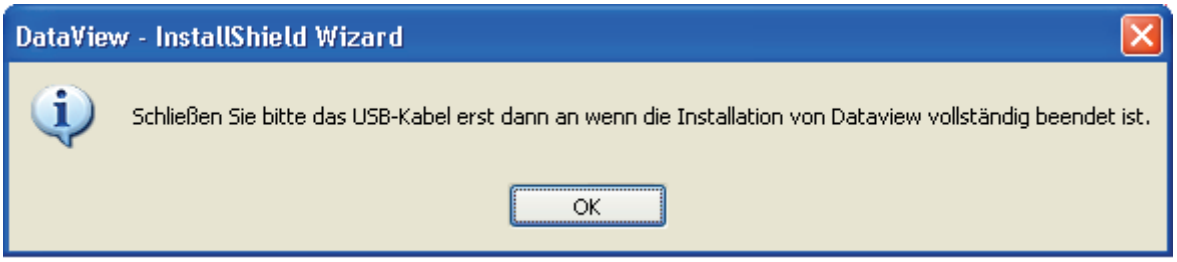


Abbildung 35

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

3. Sobald die Driver fertig installiert sind, erscheint das Dialogfeld **Installation beendet**. Klicken Sie auf **OK**.

4. Das Fenster **Install Shield Wizard Complete** (Installationsassistent fertig) erscheint. Klicken Sie auf **Fertigstellen**.

5. Ein Dialogfeld **Frage** erscheint. Klicken Sie auf **Ja**, um Hinweise zum Anschließen des Geräts an den USB-Anschluss des Computers anzuzeigen.

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

6. Starten Sie den Computer gegebenenfalls neu.

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

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

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

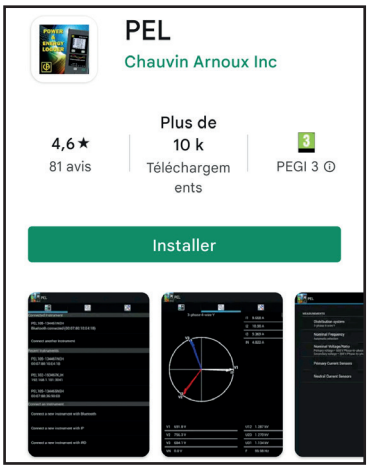
5.2. PEL-ANWENDUNG

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

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



PEL



Die Anwendung verfügt über 3 Registerkarten.

 wird zum Anschluss des Gerätes verwendet:

- per Ethernet. Verbinden Sie Ihr Gerät über ein Kabel mit dem Ethernet-Netzwerk und geben Sie dessen IP-Adresse (siehe Abs. 3.5), Anschluss und Netzprotokoll (diese Angaben finden Sie in PEL Transfer) ein. Dann loggen Sie sich ein.
- per IRD-Server (DataViewSync™). Geben Sie die Seriennummer des PEL (siehe Abs. 3.5) und das Passwort (diese Angaben finden Sie in PEL Transfer) ein.

 dient zur Darstellung der Messungen als Fresnel-Diagramm.
Ziehen Sie den Bildschirm nach links, um die Werte für Spannung, Strom, Leistung, Energie, Motordaten (Drehzahl, Drehmoment) usw. zu erhalten.

 ermöglicht:

- Einrichten der Aufzeichnungen: Wählen Sie deren Namen, Dauer, Start- und Enddatum, Aggregationszeitraum, ob die „1s“-Werte und Oberwellen aufgezeichnet werden sollen oder nicht.
- Einstellen der Messung: Wählen Sie das Verteilnetz, das Übersetzungsverhältnis, die Frequenz, die Übersetzungsverhältnisse der Stromwandler.
- Einrichten der Kommunikation zwischen dem Gerät und dem Smartphone oder Tablet-PC.
- Gerätekonfiguration: Einstellen von Datum und Uhrzeit, Formatieren der SD-Karte, Sperren oder Entsperren der Wahltaste , Eingeben von Motordaten und Anzeigen der Geräteinformationen.
- Konfigurieren Sie den Motormodus, um die mechanische Leistung, den Wirkungsgrad, das Drehmoment und die Drehzahl des Motors anzeigen zu lassen.

6. TECHNISCHE DATEN

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

6.1. REFERENZBEDINGUNGEN

Eigenschaft	Referenzbedingungen
Umgebungstemperatur	23 ± 2 °C
Relative Luftfeuchte	45 bis 75% r.F.
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	50 Hz ± 0,1 Hz und 60 Hz ± 0,1 Hz
Oberschwingungen	< 0.1%
Unsymmetrie der Spannung	0%
Vorwärmzeit	Das Gerät muss mindestens eine Stunde lang vorwärmen.
Gleichtaktmodus	Neutraleingang und Gehäuse sind geerdet.
	Das Gerät läuft mit Akku, USB ist nicht angeschlossen.
Magnetfeld	0 A/m AC
Elektrisches Feld	0 V/m AC

Tabelle 6

6.2. ELEKTRISCHE DATEN

6.2.1. SPANNUNGSEINGÄNGE

Betriebsspanne: bis zu 1 000 VRMS für den Phase-Neutral und Phase-Phase Spannungen

Phase-Neutral-Spannungen unter 2V und Phase-Phase Spannungen unter 3,4 V werden nullgestellt.

Eingangsimpedanz: 1908 kΩ (Phase-Neutral)

Max. zul. Überlast: 1100 VRMS (Phase-Neutral) in Bezug auf den Skalenendwert

6.2.2. STROMEINGÄNGE

Stromwandler-Ausgaben sind Spannungen.

Betriebsspanne: 0,5 mV bis 1,2 V (1V = Inom) mit Scheitelfaktor = $\sqrt{2}$ in Bezug auf den Skalenendwer
und mind. 2,2 bis 3% der Skala
Der PEL stützt bei Strommessungen bis zu 40% Inom einen Scheitelfaktor von 4,1, bei Inom einen Scheitelfaktor 1,7.

Eingangsimpedanz: 1 MΩ (außer Stromwandler AmpFlex® / Min*i*Flex)
12,4 kΩ (Stromwandler AmpFlex® / Min*i*FlexX)

Max. zul. Überlast: 1,7 V

6.2.3. SPEZIFIKATIONEN EIGENUNSICHERHEIT (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 50/60 Hz

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit
Frequenz (f)	[42,5 Hz ; 69 Hz]	± 0,1 Hz
Spannung Phase-Null (V)	[10 V ; 1000 V]	± 0,2% R ± 0,2 V
Spannung Phase-Phase (U)	[17 V ; 1000 V]	± 0,2% R ± 0,4 V
Strom (I) ohne Stromwandler *	[0,2% Inom ; 120% Inom]	± 0,4% R ± 0,04% Inom
Wirkleistung (P) kW	PF = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,5% R ± 0,005% Pnom
	PF = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	±1,5% R ± 0,015% Pnom
Blindleistung (Q) kvar	Sin φ = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 1% R ± 0,01% Qnom
	Sin φ = [0,5 induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [10% Inom ; 120% Inom]	± 3,5% R ± 0,03% Qnom
	Sin φ = [0,5 induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 10% Inom]	± 1% R ± 0,01% Qnom
	Sin φ = [0,25 induktiv ; 0,25 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [10% Inom ; 120% Inom]	± 2,5% R ± 0,025% Qnom
Scheinleistung (S) kVA	V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,5% R ± 0,005% Snom
Leistungsfaktor (PF)	PF = [0,5 induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,05
	PF = [0,2 induktiv ; 0,2 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,1
Tan Φ	Tan Φ = [$\sqrt{3}$ induktiv ; $\sqrt{3}$ kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,02
	Tan Φ = [3,2 induktiv ; 3,2 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,05
Wirkenergie (Ep) kWh	PF = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,5% R
	PF = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,6 % R
Blindenergie (Eq) kvarh	Sin φ = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 2% R
	Sin φ = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 2% R
	Sin φ = [0,5 induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [10% Inom ; 120% Inom]	± 2,5% R
	Sin φ = [0,25 induktiv ; 0,25 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 10% Inom]	± 2,5% R

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit
Scheinenergie (Es) kVAh	V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 0,5% R
Ordnung der Oberschwingung (1 bis 25)	PF = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 1% R
THD	PF = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 1% R

Tabelle 7

- *Inom entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe. Die Strom-Nennwerte entnehmen Sie bitte Tabelle 23 und Tabelle 24.*
- *Pnom und Snom sind die Wirk- und Scheinleistungen für V = 1000V, I = Inom und FP = 1.*
- *Qnom ist die Blindleistung für V = 1000V, I = Inom und Sin φ = 1.*
- **: Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1 V Nennwert Isolationsspannung, d.h. Inom. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler Amp*Flex® *und Mini*Flex *sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle 24. Die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters ist die maximale Eigenunsicherheit an I1, I2 und I3.*

6.2.3.2. Spezifikationen 400 Hz

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit
Frequenz (f)	[340 Hz ; 460 Hz]	± 0,3 Hz
Spannung Phase-Null (V)	[5 V ; 600 V]	± 0,8% R ± 0,5 V
Spannung Phase-Phase (U)	[10 V ; 600 V]	± 0,8% R ± 0,5 V
Strom (I) ohne Stromwandler *	[0,2% Inom ; 120% Inom] ***	± 0,5% R ± 0.05 % Inom
Wirkleistung (P) kW	PF = 1 V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	±2% R ± 0,2% Pnom **
	PF = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	±3% R ± 0,3% Pnom **
Wirkenergie (Ep) kWh	PF = 1 V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 2% R **

Tabelle 8

- *Inom entspricht dem Strommesswert bei 50/60 Hz-Stromwandler-Ausgabe. Die Strom-Nennwerte entnehmen Sie bitte Tabelle 23 .*
- *Pnom ist die Wirkleistung für V = 600 V, I = Inom und PF = 1.*
- **: Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1 V Nennwert Isolationsspannung, d.h. Inom. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler Amp*Flex® *und Mini*Flex *sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle 24. Die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters ist die maximale Eigenunsicherheit an I1, I2 und I3.*
- ***: Richtwert für die max. Eigenunsicherheit. EMV kann allerdings höhere Werte verursachen.*
- ****: Bei den Stromwandlern Amp*Flex® *und Mini*Flex *ist der max. Strom auf 60% Inom bei 50/60 Hz beschränkt.*

6.2.3.3. DC-Spezifikationen

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit typisch **
Spannung (V)	V = [10 V ; 1000 V]	± 0,2% R ± 0,5 V
Strom (I) ohne Stromwandler *	I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 1% R ± 0,3% Inom
Wirkleistung (P) kW	V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 1% R ± 0,3% Pnom
Wirkenergie (Ep) kWh	V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 1,5% R

Tabelle 9

- *Inom entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe. Die Strom-Nennwerte entnehmen Sie bitte Tabelle 23 Pnom ist die Leistung für V = 600 V, I = Inom*
- **: Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1 V Nennwert Isolationsspannung, d.h. Inom. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler Amp*Flex® *und Mini*Flex *sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle 24. Die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters ist die maximale Eigenunsicherheit an I1, I2 und I3.*
- ***: Richtwert für die max. Eigenunsicherheit. EMV kann allerdings höhere Werte verursachen.*

6.2.3.4. Phasenfolge

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

Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Stromphasenfolge

Netz-Type	Abkürzung	Folge Stromphasen	Bemerkungen
Einphasig 2 Leiter	1P-2W	Nein	
Einphasig 3 Leiter	1P-3W	Ja	φ (I2, I1) = 180° +/- 30°
Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler)	3P-3WΔ2	Ja	φ (I1, I3) = 120° +/- 30° Kein Stromwandler an I2
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler)	3P-3W02		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)	3P-3WY2		
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)	3P-3WΔ3	Ja	[φ (I1, I3), φ (I3, I2), φ (I2, I1)] = 120° +/- 30°
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)	3P-3W03		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)	3P-3WY3		
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3WΔB	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja	[φ (I1, I3), φ (I3, I2), φ (I2, I1)] = 120° +/- 30°
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5	3P-4WY2	Ja	[φ (I1, I3), φ (I3, I2), φ (I2, I1)] = 120° +/- 30°
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4WΔ	Ja	[φ (I1, I3), φ (I3, I2), φ (I2, I1)] = 120° +/- 30°
Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ	3P-4WO		
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	

Tabelle 10

Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Spannungsphasenfolge

Netz-Type	Abkürzung	Folge Spannungs-phasen	Bemerkungen
Einphasig 2 Leiter	1P-2W	Nein	
Einphasig 3 Leiter	1P-3W	Ja	φ (V2, V1) = 180° +/- 10°
Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler)	3P-3WΔ2	Ja (an U)	[φ (U12, U31), φ (U31, U23), φ (U23, U12)] = 120° +/- 10°
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler)	3P-3W02		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)	3P-3WY2		
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)	3P-3WΔ3	Ja (an U)	[φ (U12, U31), φ (U31, U23), φ (U23, U12)] = 120° +/- 10°
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)	3P-3W03		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)	3P-3WY3		
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3WΔB	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja (an V)	[φ (V1, V3), φ (V3, V2), φ (V2, V1)] = 120° +/- 10°
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5	3P-4WY2	Ja (an V)	φ (V1, V3) = 120° +/- 10°, kein V2
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4WΔ	Ja (an U)	φ (V1, V3) = 180° +/- 10° [φ (U12, U31), φ (U31, U23), φ (U23, U12)] = 120° +/- 10°
Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ	3P-4WO		
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	

Tabelle 11

Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Phasenverschiebung Spannung/Strom

Netz-Type	Abkürzung	Folge Phasenver-schiebung	Bemerkungen
Einphasig 2 Leiter	1P-2W	Ja	φ (I1, V1) = 0° +/- 60° für Last φ (I1, V1) = 180° +/- 60° für Quelle
Einphasig 3 Leiter	1P-3W	Ja	[φ (I1, V1), φ (I2, V2)] = 0° +/- 60° für Last [φ (I1, V1), φ (I2, V2)] = 180° +/- 60° für Quelle
Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler)	3P-3WΔ2	Ja	[φ (I1, U12), φ (I3, U31)] = 30° +/- 60° für Last [φ (I1, U12), φ (I3, U31)] = 210° +/- 60° für Quelle, kein Stromwandler an I2
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler)	3P-3W02		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler)	3P-3WY2		
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)	3P-3WΔ3	Ja	[φ (I1, U12), φ (I2, U23), φ (I3, U31)] = 30° +/- 60° für Last [φ (I1, U12), φ (I2, U23), φ (I3, U31)] = 210° +/- 60° für Quelle
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)	3P-3W03		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)	3P-3WY3		
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3WΔB	Ja	φ (I3, U12) = 90° +/- 60° für Last φ (I3, U12) = 270° +/- 60° für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja	[φ (I1, V1), φ (I2, V2), φ (I3, V3)] = 0° +/- 60° für Last [φ (I1, V1), φ (I2, V2), φ (I3, V3)] = 180° +/- 60° für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Ja	φ (I1, V1) = 0° +/- 60° für Last φ (I1, V1) = 180° +/- 60° für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5	3P-4WY2	Ja	[φ (I1, V1), φ (I3, V3)] = 0° +/- 60° für Last [φ (I1, V1), φ (I3, V3)] = 180° +/- 60° für Quelle, kein V2
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4WΔ	Ja	[φ (I1, U12), φ (I2, U23), φ (I3, U31)] = 30° +/- 60° für Last [φ (I1, U12), φ (I2, U23), φ (I3, U31)] = 210° +/- 60° für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ	3P-4WO		
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	

Tabelle 12

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

6.2.3.5. Temperatur

Für V, U, I, P, Q, S, PF und E:

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

DC-Offset

- V: 10 mv/°C typisch
- I: 30 ppm x Inom /°C typisch

6.2.3.6. Auswirkung eines Magnetfelds

Für Stromeingänge, an die flexible Stromwandler MiniFlex und AmpFlex® angeschlossen sind: 10 mA/A/m typ. bei 50/60 Hz.

6.2.4. STROMWANDLER

6.2.4.1. Bedienungshinweise

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

Mit Stromzangen und flexiblen 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 Last (Load) weist.

6.2.4.2. Eigenschaften

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

a) MiniFlex MA194

Mit der flexiblen Stromwandler MiniFlex lässt sich Messstrom in Kabeln bestimmen, ohne den Stromkreis unterbrechen zu müssen. Dadurch wird man auch vor eventuellen Gefahrenströmen im Stromkreis geschützt. Sie darf ausschließlich als Zubehör zu einem Messgerät verwendet werden. Sollten Sie mehrere Stromwandler verwenden, kennzeichnen Sie zuerst die Phase mit einem Farbring (im Lieferumfang enthalten) und schließen Sie erst dann die Messschleife an das Gerät an.

- Zum Öffnen der Messschleife drückt man auf den gelben Verschluss. Umschließen Sie nun MiniFlex rund um den Leiter, der den Messstrom führt (es darf nur ein Leiter umschlossen werden).



- Schließen Sie die Schleife. 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.

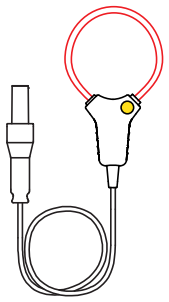
MiniFlex MA194		
Nennbereich	100/400/2 000/10 000 Aac (beim Modell 1000 mm)	
Messbereich	200 mA bis 10 000 Aac	
Max. Umschließungsdurchmesser	Länge = 250 mm; Ø = 70 mm Länge = 350 mm; Ø = 100 mm Länge = 1000 mm; Ø = 320 mm	
Auswirkung der Leiterposition im Wandler	≤ 2,5%	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >40dB, bei 50/60Hz, bei Berührung des Leiters mit dem Wandler und > 33 dB beim Klickverschluss	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III	

Tabelle 13

Hinweis: Die Ströme < 0,05 % des Nennbereichs werden rückgesetzt.
Nennbereiche auf 50/200/1000/5000 Aac bei 400 Hz reduziert

b) Stromzange PAC93

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

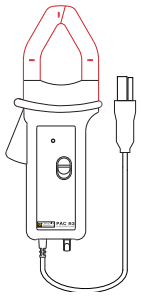
Stromzange PAC93		
Nennbereich	1000 Aac, 1300 Adc max	
Messbereich	1 bis 1000 Aac, 1 bis 1300 Apeak ac+dc	
Max. Umschließungsdurchmesser	Ein 42mm Leiter oder zwei 25,4mm Leiter oder zwei Bus-Leisten 50x5mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%, DC bis 440 Hz	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >40dB, bei 50/60Hz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III	

Tabelle 14

Hinweis: Die Ströme < 1 Aac/dc werden rückgesetzt in Wechselstromnetzen.

c) Stromzange C193

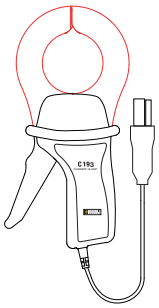
Stromzange C193		
Nennbereich	1000 Aac für f ≤1 kHz	
Messbereich	0,5 A bis 1200 Aac max (I >1000 A max. 5 Minuten)	
Max. Umschließungsdurchmesser	52 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,1%, DC bis 440 Hz	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >40dB, bei 50/60Hz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III	

Tabelle 15

Hinweis: Die Ströme < 0,5 A werden rückgesetzt.

d) AmpFlex® A193

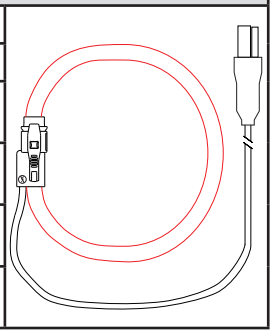
AmpFlex® A193		
Nennbereich	100/400/2 000/10 000 Aac	
Messbereich	0,05 bis 12000 Aac	
Max. Umschließungsdurchmesser (modellabhängig)	Länge = 450 mm; Ø = 120 mm Länge = 800 mm; Ø = 235 mm	
Auswirkung der Leiterposition im Wandler	≤ 2% beliebig und ≤ 4% beim Klickverschluss	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	> 40 dB generell und > 33 dB beim Klickverschluss	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III	

Tabelle 16

Hinweis: Die Ströme < 0,05 % des Nennbereichs werden rückgesetzt.
Nennbereiche auf 50/200/1000/5000 Aac bei 400 Hz reduziert

e) Stromzange MN93

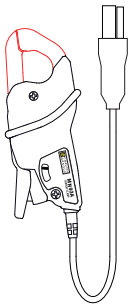
Stromzange MN93		
Nennbereich	200 Aac für f ≤1 kHz	
Messbereich	0,5 bis 240 Aac max (I >200 A nicht dauerhaft)	
Max. Umschließungsdurchmesser	20 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%, bei 50/60 Hz	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >35dB, bei 50/60Hz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III	

Tabelle 17

Hinweis: Die Ströme < 100 mA werden rückgesetzt.

f) Stromzange MN93A

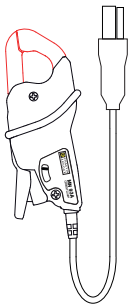
Stromzange MN93A		
Nennbereich	5 A und 100 Aac	
Messbereich	5 A: 0,01 bis 6 Aac max; 100 A: 0,2 bis 120 Aac max	
Max. Umschließungsdurchmesser	20 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%, bei 50/60 Hz	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >35dB, bei 50/60Hz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III	

Tabelle 18

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

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

g) Stromzange MINI94

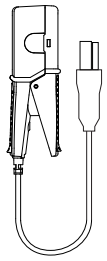
Stromzange MINI94		
Nennbereich	200 Aac	
Messbereich	50 mA bis 200 Aac	
Max. Umschließungsdurchmesser	16 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,08%, bei 50/60 Hz	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >45dB, bei 50/60Hz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III	

Tabelle 19

Hinweis: Die Ströme < 50 mA werden rückgesetzt.

h) Stromzange E94

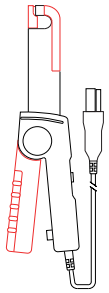
Stromzange E94		
Nennbereich	10 Aac/dc und 100 Aac/dc	
Messbereich	10 A: 0,1 bis 10 ASpitze 100 A: 0,5 bis 100 ASpitze	
Max. Umschließungsdurchmesser	11,8 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >33dB, DC - 1kHz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III	

Tabelle 20

Hinweis: Die Ströme < 50 mA werden rückgesetzt in Wechselstromnetzen.

i) Stromzange J93

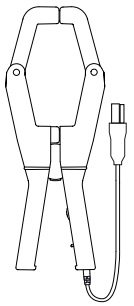
Stromzange J93		
Nennbereich	3500 Aac, 5000 Adc	
Messbereich	50 bis 3 500 Aac; 50 bis 5 000 Adc	
Max. Umschließungsdurchmesser	72 mm	
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< ± 2%	
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	typisch >35dB, DC - 2kHz	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-032 bzw. BS EN 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III	

Tabelle 21

Hinweis: Die Ströme < 5 A werden rückgesetzt in Wechselstromnetzen.

j) Adapter 5A und Essailec®

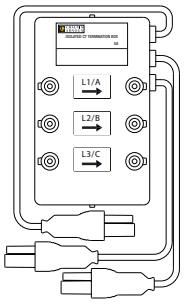
Adapter 5 A und Essailec®		
Nennbereich	5 Aac	
Messbereich	0,005 bis 6 Aac	
Wandler-Eingänge	3	
Sicherheit	IEC/EN 61010-2-030 bzw. BS EN 61010-2-030, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT III	

Tabelle 22

Hinweis: Die Ströme < 2,5 mA werden rückgesetzt.

6.2.4.3. Eigenunsicherheit

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

Folgende Eigenschaften sind die Bezugsbedingungen der Stromwandler.

Eigenschaften der Stromwandler mit einem Ausgang 1 V Inom

Stromwandler	Nennstrom-stärke	Strom (RMS oder DC)	Eigenunsicherheit bei 50/60 Hz	Eigenun-sicherheit φ bei 50/60 Hz	Typische Abweichung φ bei 50/60 Hz	Typische Abweichung φ bei 400 Hz
Stromzange PAC93	1000 AAC 1300 ADC	[1 A; 50 A[	± 1,5% R ± 1 A	-	-	
		[50 A; 100 A[	± 1,5% R ± 1 A	± 2,5°	- 0,9°	- 4,5°@ 100 A
		[100 A; 800 A[	± 2,5% R	± 2°	- 0,8°	
		[800 A; 1000 A[	± 4% R		- 0,65°	
Stromzange C193	1000 AAC	[1 A; 50 A[	± 1% R	-	-	
		[50 A; 100 A[	± 0,5% R	± 1°	+ 0,25°	+ 0,1°@ 1000 A
		[100 A; 1200 A[	± 0,3% R	± 0,7°	+ 0,2°	
Stromzange MN93	200 AAC	[0,5 A; 5 A[	± 3% R ± 1 A	-	-	-
		[5 A; 40 A[	± 2,5% R ± 1 A	± 5°	+ 2°	- 1,5°@ 40 A
		[40 A; 100 A[	± 2% R ± 1 A	± 3°	+ 1,2°	- 0,8°@ 100 A
		[100 A; 240 A[	± 1% R + 1 A	± 2,5°	± 0,8°	- 1°@ 200 A
Stromzange MN93A	100 AAC	[200 mA; 5 A[	± 1% R ± 2 mA	± 4°	-	-
		[5 A; 120 A[	± 1% R	± 2,5°	+ 0,75°	- 0,5°@100 A
	5 AAC	[5 mA; 250 mA[	± 1,5% R ± 0,1 mA	-	-	-
		[255 mA; 6 A[	± 1% R	± 5°	+ 1,7°	- 0,5°@ 5 A
Stromzange E94	100 AAC/DC	[5 A; 40 A[	± 4% R ± 50 mA	± 1°	-	-
		[40 A; 100 A[	± 15% R	± 1°	-	-
	10 AAC/DC	[100 mA; 10 A[	± 3% R ± 50 mA	± 1,5°	-	-
Stromzange MINI94	200 AAC	[0,05 A; 10 A]	± 0,2% R ± 20 mA	± 1°	± 0,2°	-
		[10 A; 240 A]		± 0,2°	± 0,1°	-
Stromzange J93	3500 AAC 5000 ADC	[50 A; 100 A[	± 2% R ± 2,5 A	± 4°	-	-
		[100 A; 500 A[	± 1,5% R ± 2,5 A	± 2°	-	-
		[500 A; 3500 A[	± 1% R	± 1,5°	-	-
		]3500 ADC; 5000 ADC[	± 1% R	-	-	-
Adapter 5A / Essailec®	5 AAC	[5 mA; 250 mA[	± 0,5% R ± 2 mA	± 0,5°	-	-
		[250 mA; 6 A[	± 0,5% R ± 1 mA	± 0,5°		

Tabelle 23

Eigenschaften der AmpFlex® und der MiniFlex

Stromwandler	Nennstrom-stärke	Strom (RMS oder DC)	Eigenunsicherheit bei 50/60 Hz	Eigenun-sicherheit bei 400 Hz	Eigenun-sicherheit φ bei 50/60 Hz	Typische Abweichung φ bei 400 Hz
AmpFlex® A193	100 Aac	[200 mA; 5 A[	± 1,2 % R ± 50 mA	± 2 % R ± 0,1 A	-	-
		[5 A; 120 A[*	± 1,2 % R ± 50 mA	± 2 % R ± 0,1 A	± 0,5°	- 0,5°
	400 Aac	[0 8 A; 20 A[	± 1,2 % R ± 0,2 A	± 2 % R ± 0,4 A	-	-
		[20 A; 500 A[*	± 1,2 % R ± 0,2 A	± 2 % R ± 0,4 A	± 0,5°	- 0,5°
	2000 Aac	[4 A; 100 A[	± 1,2 % R ± 1 A	± 2 % R ± 2 A	-	-
		[100 A; 2 400 A[*	± 1,2 % R ± 1 A	± 2 % R ± 2 A	± 0,5°	- 0,5°
	10 000 Aac	[20 A; 500 A[	± 1,2 % R ± 5 A	± 2 % R ± 10 A	-	-
		[500 A; 12 000 A[*	± 1,2 % R ± 5 A	± 2 % R ± 10 A	± 0,5°	- 0,5°
MiniFlex MA194	100 Aac	[200 mA; 5 A[	± 1 % R ± 50 mA	± 2 % R ± 0,1 A	-	-
		[5 A; 120 A[*	± 1 % R ± 50 mA	± 2 % R ± 0,1 A	± 0,5°	- 0,5°
	400 Aac	[0 8 A; 20 A[	± 1 % R ± 0,2 A	± 2 % R ± 0,4 A	-	-
		[20 A; 500 A[*	± 1 % R ± 0,2 A	± 2 % R ± 0,4 A	± 0,5°	- 0,5°
	2000 Aac	[4 A; 100 A[	± 1 % R ± 1 A	± 2 % R ± 2 A	-	-
		[100 A; 2 400 A[*	± 1 % R ± 1 A	± 2 % R ± 2 A	± 0,5°	- 0,5°
	10 000 Aac (MA194) [1]	[20 A; 500 A[	± 1,2 % R ± 5 A	± 2 % R ± 10 A	-	-
		[500 A; 12 000 A[*	± 1,2 % R ± 5 A	± 2 % R ± 10 A	± 0,5°	- 0,5°

Tabelle 24

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

Die Nennbereiche werden bei 400 Hz durch 8 geteilt (*).

Beschränkung der AmpFlex® und MiniFlex

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

Um eine Sättigung zu vermeiden, ist Folgendes zu berücksichtigen:

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

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

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

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

6.3. KOMMUNIKATION

6.3.1. USB

Anschlusstyp B
USB 2

6.3.2. NETZ

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

6.3.3. WLAN

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

6.4. VERSORGUNG

Versorgung über Netzanschluss

- Betriebsspanne: 110 V - 250 V bei 50/60/400 Hz
- Maximale Leistung: 30 VA

Akku

- Typ: Aufladbarer NiMH-Akku
- Mass des Akkus: Ca. 85 g
- Ladezeit: Ca. 5 Std
- Ladetemperatur: 0 bis 40°C

Die Echtzeituhr eines ausgeschalteten Geräts bleibt über zwei Wochen aufrecht erhalten.

Betriebsdauer

- norm. 30 Minuten ohne Wi-Fi.

6.5. MECHANISCHE DATEN

- **Abmessungen:** 256 × 125 × 37 mm
- **Mass:** Ca. 930 g
- **Fallfestigkeit:** 2 m im schlimmsten Fall (keine mechanischen Schäden und Betriebsstörungen).
- **Schutzgrad:** Durch Gehäuse (IP-Code) gemäß CEI60529, IP54 außer Betrieb/Buchsen nicht berücksichtigt
  IP 54 wenn das Gerät nicht angeschlossen ist.
  IP 20 wenn das Gerät angeschlossen ist.

6.6. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Benutzung in Innenräumen.

- **Höhenlage:**
  - Betrieb: 0 - 2000 m;
  - außer Betrieb: 0 - 10000 m

- **Temperatur und relative Feuchte**

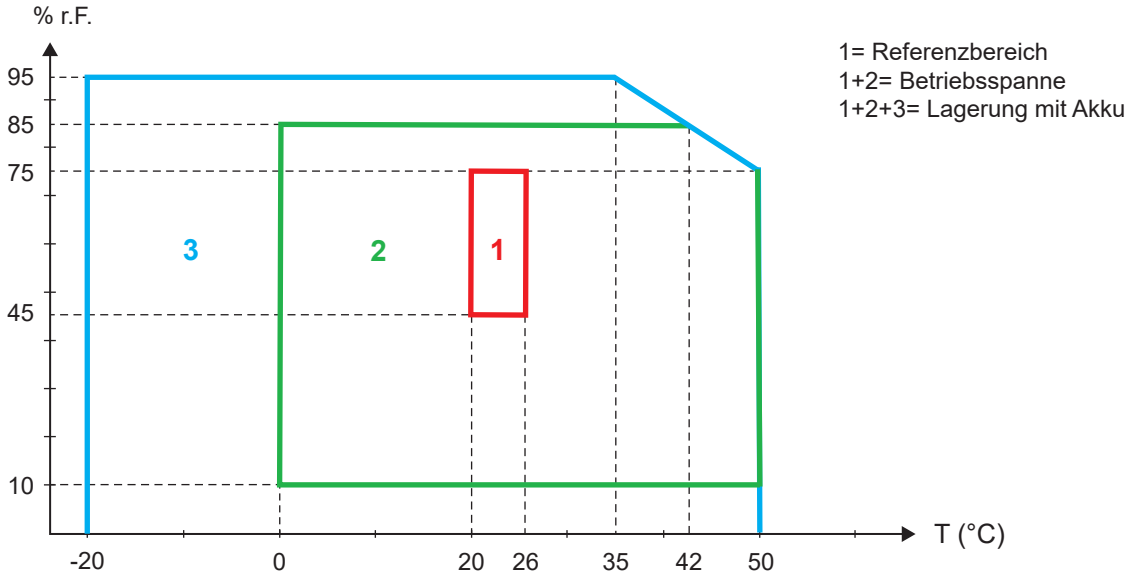


Abbildung 36

6.7. ELEKTRISCHE SICHERHEIT

Die Geräte erfüllen die Normen IEC/EN 61010-2-030:

- Messeingänge und Gehäuse: 600 V Messkategorie IV / 1 000 V Messkategorie III, Verschmutzungsgrad 2
- Stromversorgung: 600 V Überspannungskategorien III Verschmutzungsgrad 2

Die Geräte entsprechen den Normen EN 62479 und BS EN 62479 für EMF (Electromagnetic Field oder elektromagnetisches Feld).
Zur Verwendung durch Arbeitnehmer bestimmtes Erzeugnis.

Für Stromwandler, siehe Abs. 6.2.4.
Die Stromwandler erfüllen die Norm IEC/EN 61010-2-032.
Die Prüfdrähte und Krokodilklemmen erfüllen die Norm IEC/EN 61010-031.

6.8. ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

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

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

6.9. FUNKEMISSION

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

Wi-Fi : FCC-Zertifizierung 2AU49-RRQ61001008

6.10. SPEICHERKARTE

Der PEL funktioniert mit FAT32-formatierten SD-, SDHC- und SDXC-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:

- 7 Tage Aufzeichnung wenn Aggregationszeitraum 1 Minute, mit „1s"- und Oberschwingungsdaten.
- 1 Monat Aufzeichnung wenn Aggregationszeitraum 1 Minute, mit „1s"-Werten aber ohne und Oberschwingungsdaten.
- 1 Jahr wenn Aggregationszeitraum 1 Minute.

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

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

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

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

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

7. WARTUNG

Enthält das Gerät keine Teile, die von nicht ausgebildetem oder nicht zugelassenem Personal ausgewechselt werden dürfen. Jeder unzulässige Eingriff oder Austausch von Teilen durch sog. „gleichwertige“ Teile kann die Gerätesicherheit schwerstens gefährden.

7.1. REINIGUNG

Das Gerät von jeder Verbindung trennen.

Das Gerät mit einem leicht mit Seifenwasser angefeuchteten Tuch reinigen. 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.

Bei feuchten Klemmen oder feuchter Tastatur darf das Gerät nicht verwendet werden. Unbedingt vorher abtrocknen.

Für Stromwandler:
- Achten Sie darauf, dass keine Fremdkörper den Schließmechanismus der Messschleife 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 und muss wieder ganz aufgeladen werden. Während des Aufladens kann es vorkommen, dass das Gerät zeitweise nicht funktioniert. Das Aufladen eines vollständig entladenen Akkus kann 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 0 und 40°C aufladen.
- Achten Sie auf die Bedingungen für den Gerätebetrieb.
- Achten Sie auf die Bedingungen für die Gerätelagerung.

7.3. AKTUALISIERUNG DER FIRM- UND SOFTWARE

Chauvin Arnoux möchte Ihnen den besten Service, beste Leistungen und aktuellste Technik bieten. Darum besteht auf der Webseite die Möglichkeit, kostenlos eine Update-Software für die Firmware und die Anwendersoftware (PEL Transfer) herunterzuladen.

7.3.1. AKTUALISIERUNG DER FIRMWARE

Bei der Verbindung des Geräts mit PEL Transfer werden Sie darüber informiert, dass eine neue Firmware-Version verfügbar ist. Schließen Sie das Gerät über das mitgelieferte USB-Kabel an Ihren PC an, weil das Datenvolumen für andere Verbindungsarten zu umfangreich ist. Starten Sie nun die Aktualisierung.

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 der Firmware beginnen.

7.3.2. 0AKTUALISIERUNG VON PEL TRANSFER

Beim Start überprüft die PEL Transfer, ob die Software auf dem neuesten Stand ist. Sollte das nicht der Fall sein, wird Ihnen ein Update vorgeschlagen.

Sie können die Updates auch von unserer Website herunterladen:
www.chauvin-arnoux.com
Gehen Sie dazu in die Rubrik **Support** und suchen Sie nach **PEL112** oder **PEL113**.

8. GARANTIE

Unsere Garantie erstreckt sich, soweit nichts anderes ausdrücklich gesagt ist, auf eine Dauer von **24 Monaten** nach Überlassung des Geräts. Den Auszug aus unseren Allgemeinen Verkaufsbedingungen finden Sie auf unserer Website.
www.group.chauvin-arnoux.com/de/allgemeine-geschaeftsbedingungen

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

Geometrische Darstellung der Wirk- und Blindleistungen:

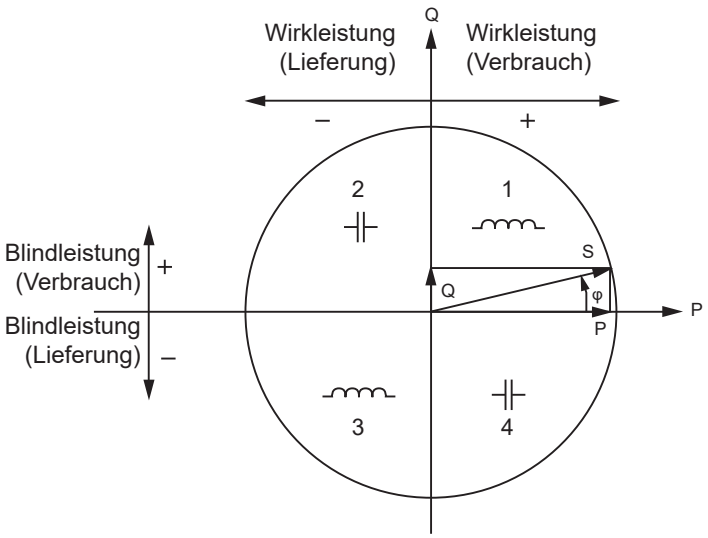


Abbildung 37

Darstellung gemäß Anhang B der IEC 62053-24.
Der Stromvektor (im rechten Achsbereich definiert) dient hier als Bezug.
Die Richtung des Spannungsvektors V hängt vom Phasenwinkel 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: 50Hz, 60Hz oder 400Hz.
Die Abtastrate wird im Sekundentakt neu berechnet.

- Netzfrequenz f = 50 Hz
  - Zwischen 42,5 und 57,5 Hz (50 Hz ± 15 %), ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzzyklus stehen 128 Samples zur Verfügung.
  - Außerhalb der Bereichs 42,5–57,5 Hz, beläuft sich die Abtastrate auf 128x50 Hz.
- Netzfrequenz f = 60Hz
  - Zwischen 51 und 69 Hz (60 Hz ± 15 %), ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzzyklus stehen 128 Samples zur Verfügung.
  - Außerhalb der Bereichs 51–69 Hz, beläuft sich die Abtastrate auf 128x50 Hz.
- Netzfrequenz f = 400 Hz
  - Zwischen 340 und 460 Hz (400 Hz ± 15 %), ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzzyklus stehen 16 Samples zur Verfügung.
  - Außerhalb der Bereichs 340–460 Hz, beläuft sich die Abtastrate auf 16x400 Hz.

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

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 liefert keine AC + DC Werte.

9.1.2.4. Strom des Neutralleiters

Je nach Versorgungsnetz berechnen PEL den Strom des Neutralleiters.

9.1.2.5. Mengen „200ms“

Das Gerät berec hnet 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. Tabelle 22).
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 Zyklus vorgenommenen Messungen (nach Abs. 9.2) im Sekundentakt folgende Mengen. Die „1s“ Mengen dienen:

- als Echtzeitwerte,
- zur Tendenz über 1 Sekunde,
- als Wertesammlung für aggregierte Werte (siehe Abs. 9.1.2.7)
- zur Bestimmung der Min.- und Max.-Werte für „aggregierte“ Tendenzwerte.

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 26 berechnet werden.

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

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

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 26). Die Maximalwerte bestimmter Aggregationswerte 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, 1 Monat. Der Teilenergieindex ist nur in Echtzeit verfügbar, er wird nicht aufgezeichnet.

Der Gesamtenergieindex steht mit den Daten des Speichervorgangs zur Verfügung.

9.2. MESSFORMELN

Der PEL misst 128 Samples pro Zyklus (16 Samples für f = 400Hz) und berechnet die Mengen Spannung, Strom und Wirkleistung pro Zyklus.

Anschließend berechnet PEL einen aggregierten Wert über 10 Zyklen (50Hz), 12 Zyklen (60Hz) oder 80 Zyklen (400Hz), es handelt sich um „200 ms“ Mengen.
Dann werden die aggregierten Werte über 50 Zyklen (50Hz), 60 Zyklen (60Hz) oder 400 Zyklen (400Hz), hierbei handelt es sich um „1s“ Mengen.

Mengen	Formeln	Kommentare
Spannung AC RMS Phase-Neutral (V_L)	$V_L[1s] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_1^N v_L^2}$	vL = v1, v2 oder v3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Spannung DC (V_L)	$V_L[1s] = \frac{1}{N} \times \sum_1^N v_L$	vL = v1, v2 oder v3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Spannung AC RMS Phase-Phase (U_L)	$U_{ab}[1s] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_1^N u_{ab}^2}$	ab = u_{12}, u_{23} oder u_{31} Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Strom AC RMS (I_L)	$I_L[1s] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_1^N i_L^2}$	iL = i1, i2 oder i3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Strom DC (I_L)	$I_L[1s] = \frac{1}{N} \times \sum_1^N i_L$	iL = i1, i2 oder i3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Scheitelfaktor der Spannung (V-CF)	$V_{L-CF}[1s] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^{n} V_{L-CF_x}[1s]$	CF_{VL} ist das Verhältnis der mittleren Scheitelwerte zum RMS-Wert
Scheitelfaktor des Stroms (I-CF)	$I_{L-CF}[1s] = \frac{1}{n} \times \sum_{x=1}^{n} I_{L-CF_x}[1s]$	CF_{IL} ist das Verhältnis der mittleren Scheitelwerte zum RMS-Wert
Unsymmetrie (u_2) Nur Echtzeit	$u_2[1s] = 100 \times \frac{V^-[1s]}{V^+[1s]}$	
Wirkleistung (P_L)	$P_L[1s] = \frac{1}{N} \times \sum_1^N (v_L \times i_L)$	L = I1, I2 oder I3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl $P_T[1s] = P_1[1s] + P_2[1s] + P_3[1s]$
Blindleistung (Q_L)	$Q_L = V_{L-H1} \times I_{L-H1} \times \sin\varphi(I_{L-H1}, V_{L-H1})$ $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$	Die Blindleistung umfasst keine Oberschwingungen. L = 1, 2 oder 3
Scheinleistung (S_L)	$S_L[1s] = V_L[1s] \times I_L[1s]$	
	$S_T[1s] = S_1[1s] + S_2[1s] + S_3[1s]$	Die Gesamtscheinleistung $S_T[1s]$ ist ein arithmetischer Wert.
Leistungsfaktor (PF_L)	$PF_L[1s] = \frac{P_L[1s]}{S_L[1s]}$	
Cos φ_L	Cos $\varphi_L[1s]$ = Cos φ (I_{L-H1}, V_{L-H1})[1s]	Cos φ_L ist der Kosinus der Phasenverschiebung der Stromgrundwelle I gegenüber der Spannungsgrundwelle Phase-Null V
Tan Φ	$Tan\,\Phi[1s] = \frac{Q_T[1s]}{P_T[1s]}$	
Grundschwingungswinkel φ (I_L, V_L) φ (I_L, I_M) φ (I_M, V_M)	FFT-Berechnung	φ ist die Phasenverschiebung zwischen dem Grundschwingungsstrom I_L und der Grundschwingungsspannung V_L
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+)	$P^+ = 3 \times V^+ \times I^+ \times \cos\theta(I^+, V^+)$	
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

Mengen	Formeln	Kommentare
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})	$E_{Q1} = \sum Q_{Tq1_x}$	
AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 2 (E_{Q2})	$E_{Q2} = \sum Q_{Tq2_x}$	
AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 3 (E_{Q3})	$E_{Q3} = (-1) \times \sum Q_{Tq3_x}$	
AC-Wirkenergie-Verbrauch im Quadranten 4 (E_{Q4})	$E_{Q4} = (-1) \times \sum Q_{Tq4_x}$	
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+})	$E_{P_{dc}+} = \sum P_{Tdc+x}$	
DC-Energie-Verbrauch (von der Last) (E_{Pdc-})	$E_{P_{dc}-} = (-1) \times \sum P_{Tdc-x}$	
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Neutral THD_VL (%)	$THD_V = 100 \times \sqrt{\frac{(Veff^2 - V_{H1}^2)}{V_{H1}^2}}$	Der THD wird in % der Grundschwingungskomponente berechnet. VH1 ist der Wert der Grundschwingungskomponente.
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Phase THD_Uab (%)	$THD_U = 100 \times \sqrt{\frac{(Ueff^2 - U_{H1}^2)}{U_{H1}^2}}$	Der THD wird in % der Grundschwingungskomponente berechnet. UH1 ist der Wert der Grundschwingungskomponente.
Gesamtverzerrungsfaktor des Stroms THD_IL (%)	$THD_I = 100 \times \sqrt{\frac{(Ieff^2 - I_{H1}^2)}{I_{H1}^2}}$	Der THD wird in % der Grundschwingungskomponente berechnet. IH1 ist der Wert der Grundschwingungskomponente.

Tabelle 25

9.3. AGGREGATION

Aggregierte Mengen sind Werte, die über einen bestimmten Zeitraum nach den folgenden Formeln berechnet werden. Die Aggregation wird entweder mit dem arithmetischen Mittel, dem quadratischen Mittel oder anderen Verfahren berechnet.

Quantisiert	Formel
Spannung Phase-Neutral (V_L) (RMS)	$V_L[agg] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} V_{Lx}^2[1s]}$
Spannung Phase-Neutral (V_L) (DC)	$V_L[\text{agg}] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} V_{Lx}[200ms]$
Spannung Phase-Phase (U_{ab}) (RMS)	$U_{ab}[\text{agg}] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} U_{abx}^2[1s]}$ ab = 12, 23 oder 31
Strom (I_L) (RMS)	$I_L[agg] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} I_{Lx}^2[1s]}$

Quantisiert	Formel
Strom (I_L) (DC)	$I_L[\text{agg}] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} I_{Lx}[200ms]$
Scheitelfaktor Spannung (V_CF_L)	$CF_{VL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{1}^{N} CF_{VL}[1s]$
Scheitelfaktor Strom (I_CF_L)	$CF_{IL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{1}^{N} CF_{IL}[1s]$
Unsymmetrie (u_2)	$u_2[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{1}^{N} u_2[1s]$
Frequenz (F)	$F[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} F_x[1s]$
Wirkleistung (Lieferung) (P_{SL})	$P_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} P_{SLx}[1s]$
Wirkleistung (Verbrauch) (P_{LL})	$P_{LL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} P_{LLx}[1s]$
Blindleistung (Lieferung) (Q_{SL})	$Q_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} Q_{SLx}[1s]$
Blindleistung (Verbrauch) (Q_{LL})	$Q_{LL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} Q_{LLx}[1s]$
Scheinleistung (S_L)	$S_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} S_{Lx}[1s]$
Gesamtblindleistung (N_L)	$N_L[agg] = \sqrt{S_L[agg]^2 - P_L[agg]^2}$ L = 1, 2, 3 oder T
Verzerrungsleistung (D_L)	$D_L[agg] = \sqrt{N_L[agg]^2 - Q_L[agg]^2}$ L = 1, 2, 3 oder T
Leistungsfaktor der Quelle mit entsprechendem Quadranten (PF_{SL})	$PF_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} PF_{SLx}[1s]$
Leistungsfaktor die Last mit entsprechendem Quadranten (PF_{LL})	$PF_{LL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} PF_{LLx}[1s]$
Cos $(\varphi_L)_S$ der Quelle mit entsprechendem Quadranten	$\text{Cos}(\varphi_L)_S[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Cos}(\varphi_L)_{Sx}[1s]$
Cos $(\varphi_L)_L$ die Last mit entsprechendem Quadranten	$\text{Cos}(\varphi_L)_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Cos}(\varphi_L)_{Lx}[1s]$
Tan Φ_S an der Quelle	$\text{Tan}(\varphi)_S[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Tan}(\varphi)_{Sx}[1s]$
Tan Φ_L an die Last	$\text{Tan}(\varphi)_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Tan}(\varphi)_{Lx}[1s]$
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Null THD_V_L (%)	$THD_V_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} THD_V_{Lx}[1s]$
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Phase THD_U_{ab} (%)	$THD_U_{ab}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} THD_U_{abx}[1s]$

Quantisiert	Formel
Gesamtverzerrungsfaktor des Stroms THD_I_L (%)	$THD_I_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} THD_I_k\ [1s]$

Tabelle 26

Hinweis: N ist die Anzahl „1s“-Werte für den betrachteten Aggregationszeitraum (1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 oder 60 Minuten).

9.4. ZULÄSSIGE STROMNETZE

Folgende Versorgungsnetze werden gestützt:

- V1, V2, V3 sind die Spannungen Phase-Null der gemessenen Anlage. [V1 = VL1-N; V2 = VL2-N; V3 = VL3-N].
- Die Kleinbuchstaben v1, v2, v3 bezeichnen die abgetasteten Werte.
- U12, U23, U31 sind die Spannungen zwischen den Phasen der gemessenen Anlage.
- Die Kleinbuchstaben bezeichnen die abgetasteten Werte [u12 = v1-v2; u23 = v2-v3; u31 = v3-v1].
- I1, I2, I3 sind die Ströme in den Phasenleitern der gemessenen Anlage.
- Die Kleinbuchstaben i1, i2, i3 bezeichnen die abgetasteten Werte.

Versorgungs-netz	Abkürzung	Phasen-folge	Kommentare	Referenz-darstellung
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 ein-phasig 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: iN = i1 + i2	siehe Abs. 4.1.2
Dreiphasig 3 Leiter Δ [2 Stromwandler]	3P-3WΔ2	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 I2 wird berechnet (kein Stromwandler an L2): i2 = -i1 -i3 Der Neutralleiter steht beim Strom- und Spannungsmessen nicht zur Verfügung.	siehe Abs. 4.1.3.1
Dreiphasig 3 Leiter Δ offenes [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-3WΔ3	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 Δ offenes [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-3WΔB	nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-Methode. Die Spannung wird zwischen L1 und L2 gemessen. Der Strom wird am Leiter L3 gemessen. U23 = U31 = U12. I1 = I2 = I3	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: iN = i1 + i2 + i3.	siehe Abs. 4.1.4.1

Versorgungs-netz	Abkürzung	Phasen-folge	Kommentare	Referenz-darstellung
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-4 Leiter Y 2,5	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. V2 wird berechnet: v2 = – v1– v3, u12 = 2v1 + v3, u23 = – v1– 2v3. V2 sollte symmetrisch sein. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird berechnet: iN = i1 + i2 + i3.	siehe Abs. 4.1.4.3
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4WΔ	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: iN = i1 + i2	siehe Abs. 4.1.5.1
Dreiphasig 4 Leiter Δ offenes	3P-4WO			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: iN = i1 + i2.	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: iN = i1 + i2 + i3	siehe Abs. 4.1.6.3

Tabelle 27

9.5. MENGEN NACH VERSORGUNGSNETZEN

[•] = ja [ ] = nein

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WO	DC-2W	DC-3W	DC-4W
V_1	AC RMS	•	•				•	•	•	•			
V_2	AC RMS		•				•	• = V_1	•(10)	•			
V_3	AC RMS						•	• = V_1	•	•			
V_1	DC										•	•	•
V_2	DC											•	•
V_3	DC												•
V_1	AC + DC RMS	•	•				•	•	•	•			
V_2	AC + DC RMS		•				•	•(1)	•(10)	•			
V_3	AC + DC RMS						•	•(1)	•	•			

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WO	DC-2W	DC-3W	DC-4W
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		●				●(2)	●	●	●			
I_1	DC										●	●	●
I_2	DC											●	●
I_3	DC												●
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		●				●	●	●	●			
$V_{1\text{-}CF}$		●	●				●	●	●	●			
$V_{2\text{-}CF}$			●				●	●(1)	●(10)	●			
$V_{3\text{-}CF}$							●	●(1)	●	●			
$I_{1\text{-}CF}$		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
$I_{2\text{-}CF}$			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
$I_{3\text{-}CF}$				●	●	●(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)	●	●			

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WO	DC-2W	DC-3W	DC-4W
Pf_1		●	●				●	●	●	●			
Pf_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Pf_3							●	●(1)	●	●			
Pf_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
P_+				●	●	●	●	●(1)	●				
P_U				●	●	●(4)	●	●(4)	●				
P_h		●	●	●	●	●	●	●	●				
Q_1		●	●				●	●	●	●			
Q_2			●				●	●(1)	●(10)	●			
Q_3							●	●(1)	●	●			
Q_T		●(7)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
S_1	AC	●	●				●	●	●	●			
S_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
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)	●	●			
D_1	AC	●	●				●	●	●	●			
D_2	AC		●				●	●(1)	●(10)	●			
D_3	AC						●	●(1)	●	●			
D_T	AC	●(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)	●	●			

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3WΔ2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3WΔ3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3WΔB	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4WΔ 3P-4WO	DC-2W	DC-3W	DC-4W
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)	●	●			
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	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
φ (V_2 , V_1)			●				●	●(9)					
φ (V_3 , V_2)							●	●(9)					
φ (V_1 , V_3)							●	●(9)	●	●			
φ (U_{23}, U_{12})				●	●	●(9)	●	●(9)		●			
φ (U_{12}, U_{31})				●	●	●(9)	●	●(9)		●			
φ (U_{31}, U_{23})				●	●	●(9)	●	●(9)		●			
φ (I_2 , I_1)			●		●	●(9)	●	●(9)	●	●			
φ (I_3 , I_2)					●	●(9)	●	●(9)	●	●			
φ (I_1 , I_3)				●	●	●(9)	●	●(9)	●	●			
φ (I_1 , V_1)		●	●			●(8)	●	●	●	●			
φ (I_2 , V_2)			●				●	●					
φ (I_3 , V_3)							●	●	●	●			
E_{PT}	Quelle AC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{PT}	Last AC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Quad 1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Quad 2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Quad 3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{QT}	Quad 4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{ST}	Quelle	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{ST}	Last	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●(5)	●(5)	●(5)
E_{PT}	Quelle DC	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●	●	●
E_{PT}	Last DC	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●(5)	●	●	●

Tabelle 28

(1) hochgerechnet
(2) berechnet
(3) nicht aussagekräftig
(4) immer=0
(5) AC+DC wenn gewählt
(6) 7. Ordnung max. bei 400Hz
(7) $P_1 = P_T$, $\varphi_1 = \varphi_T$, $S_1 = S_T$, $PF_1 = PF_T$, $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_T$, $Q_1 = Q_T$, $N_1 = N_T$, $D_1 = D_T$
(8) φ (I_3 , U_{12})
(9) immer=120°
(10) Interpoliert

9.6. GLOSSAR

φ Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.

⫢ Induktive Phasenverschiebung.

⫧ Kapazitive Phasenverschiebung.

° Grad.

% Prozent.

A Ampere (Stromeinheit).

AC Wechselkomponente (Strom oder Spannung).

Aggregation Verschiedene Mittelwerte, Definition au Abs. 9.3.

APN Bezeichnung des Netzzugangspunkts (Access Point Name). Diese hängt von Ihrem Internetanbieter ab.

CF Scheitelfaktor des Stroms bzw. der Spannung: Verhältnis zwischen dem Scheitelwert und dem Effektivwert eines Signals.

cos φ Kosinus der Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.

D Verzerrungsleistung.

DC Gleichkomponente (Strom oder Spannung).

Ep Wirkenergie.

Eq Blindenergie.

Es Scheinenergie.

Frequenz Anzahl der kompletten Schwingungen einer Spannung oder eines Stroms pro Sekunde.

Grundschwingungskomponente: Komponente der Grundfrequenz.

Hz Hertz (Einheit der Frequenz).

I Symbole für Strom.

I-CF Scheitelfaktor des Stroms.

I-THD Gesamte harmonische Verzerrung des Stroms.

IRD-Server (DataViewSync™): Internet Relay Device server. Server zur Datenübermittlung zwischen Logger und PC.

Ix-Hh Wert oder Prozentanteil des Stroms der Oberschwingung n-ter Ordnung.

L Phase eines mehrphasigen Stromnetzes.

MAX Höchstwert.

Messverfahren Messverfahren für eine einzelne Messung.

MIN Mindestwert.

N Gesamtblindleistung.

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.

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.

Ux-Hn Wert oder Prozentanteil der Spannung Phase-Phase der Oberschwingung n-ter Ordnung.

Uxy-THD Gesamte harmonische Verzerrung der Spannung zwischen zwei Phasen.

V Spannung Phase-Null oder Volt (Einheit der Spannung).
V-CF Scheitelfaktor der Spannung.
VA Einheit der Scheinleistung (Volt x Ampere).
var Einheit der Blindleistung.
varh Einheit der Blindenergie.
V-THD Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Null.
Vx-Hn Wert oder Prozentanteil der Spannung Phase-Null der Oberschwingung n-ter Ordnung.
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}

Tabelle 29

696587A03 - Ed. 3 - 07/2026 © Chauvin Arnoux - All rights reserved and reproduction prohibited





FRANCE
Chauvin Arnoux
12-16 rue Sarah Bernhardt
92600 Asnières-sur-Seine
Tél : +33 1 44 85 44 85
info@chauvin-arnoux.com
www.chauvin-arnoux.com

INTERNATIONAL
Chauvin Arnoux
Tél : +33 1 44 85 44 38
export@chauvin-arnoux.fr

Our international contacts
www.chauvin-arnoux.com/contacts

CHAUVIN ARNOUX