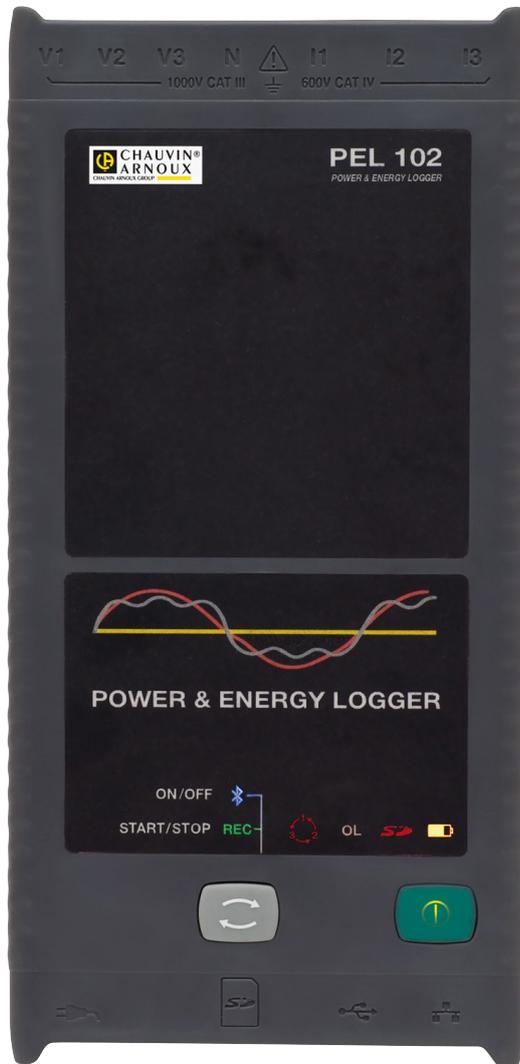


LEISTUNGS- UND
ENERGIEREGISTRIERGERÄT

PEL102 PEL103



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

DEUTSCH

Bedienungsanleitung

**CHAUVIN®
ARNOUX**
CHAUVIN ARNOUX GROUP

Sie haben einen **Leistungs- und Energieregistriergerät PEL102 oder PEL103** erworben und wir danken Ihnen für Ihr Vertrauen. Um die optimale Benutzung Ihres Gerätes zu gewährleisten, bitten wir Sie:

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

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

 Das Gerät ist durch eine doppelte Isolierung geschützt.

 USB-Anschluss.

 SD Karte.

 Kensington-Diebstahlschutz.

 Diese Anweisungen müssen durchgelesen und verstanden werden.

 Ethernet-Anschluss (RJ45).

 Netzanschluss.

 Erde.

 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 den europäischen Richtlinien, insbesondere der Niederspannungs-Richtlinie und der EMV-Richtlinie.

 Der durchgestrichene Mülleimer bedeutet, dass das Produkt in der europäischen Union gemäß der WEEE-Richtlinie 2002/96/EG einer getrennten Elektroschrott-Verwertung zugeführt werden muss. Das Produkt darf nicht als Haushaltsmüll entsorgt werden.

Definition der Messkategorien:

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

SICHERHEITSHINWEISE

Dieses Gerät entspricht der Sicherheitsnorm IEC 61010-2-030, die Leitungen der Norm IEC 61010-031 und die Stromwandler der IEC 61010-2-032 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 Zubehör (Messleitungen, Prüfspitzen usw...). Die Verwendung von Zubehör mit niedrigerer Bemessungsspannung oder Messkategorie verringert die zulässige Spannung bzw. Messkategorie auf den jeweils niedrigsten Wert des verwendeten Zubehörs.
- 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.

INHALTSVERZEICHNIS

1. ÜBERGABE	4
1.1. Auspacken	4
1.2. Batterie Aufladen	5
2. GERÄTEVORSTELLUNG	6
2.1. Beschreibung	6
2.2. Vorderseite	7
2.3. Rückseite	8
2.4. Messleitungsanschluss	8
2.5. Anbringen der Farbklemmen	9
2.6. Anschlüsse	9
2.7. Montage	10
2.8. Diebstahlschutz	10
2.9. Tastenfunktionen	10
2.10. LCD-Anzeige (PEL 103)	11
2.11. LED-Status	12
2.12. Speicherkapazitäten	13
3. BETRIEB	14
3.1. Ein- und Ausschalten des Geräts	14
3.2. Start/Stop einer Aufzeichnung und Aktivierung der Bluetooth-Verbindung	14
3.3. Verbindungen	15
3.4. Versorgungsnetze und PEL-Anschlüsse	17
3.5. Anzeigarten (PEL 103)	22
4. PEL-TRANSFER SOFTWARE	36
4.1. PEL-Transfer installieren	36
4.2. Anschluss eines PEL	39
4.3. Gerätekonfiguration	45
4.4. PEL Transfer	51
4.5. Herunterladen der im Gerät gespeicherten Daten	53
5. TECHNISCHE DATEN	54
5.1. Referenzbedingungen	54
5.2. Elektrische Daten	54
5.3. Bluetooth	64
5.4. Versorgung	64
5.5. Mechanische Daten	65
5.6. Umgebungsbedingungen	65
5.7. Elektrische Sicherheit	65
5.8. Elektromagnetische Verträglichkeit	65
6. WARTUNG	66
6.1. Akku	66
6.2. Akku-LED	66
6.3. Reinigung	66
6.4. Messtechnische Überprüfung	67
6.5. Reparatur	67
6.6. Aktualisierung der Firmware	67
7. GARANTIE	68
8. BESTELLANGABEN	69
8.1. Power & Energy Logger - Leistungs- und Energieregistriergerät PEL102/103	69
8.2. Zubehör	69
8.3. Ersatzteile	69
9. ANLAGEN	70
9.1. Messungen	70
9.2. Messformeln	72
9.3. Aggregation	73
9.4. Zulässige Stromnetze	74
9.5. Mengen nach Versorgungsnetzen	76
9.6. Glossar	78

1. ÜBERGABE

1.1. AUSPACKEN

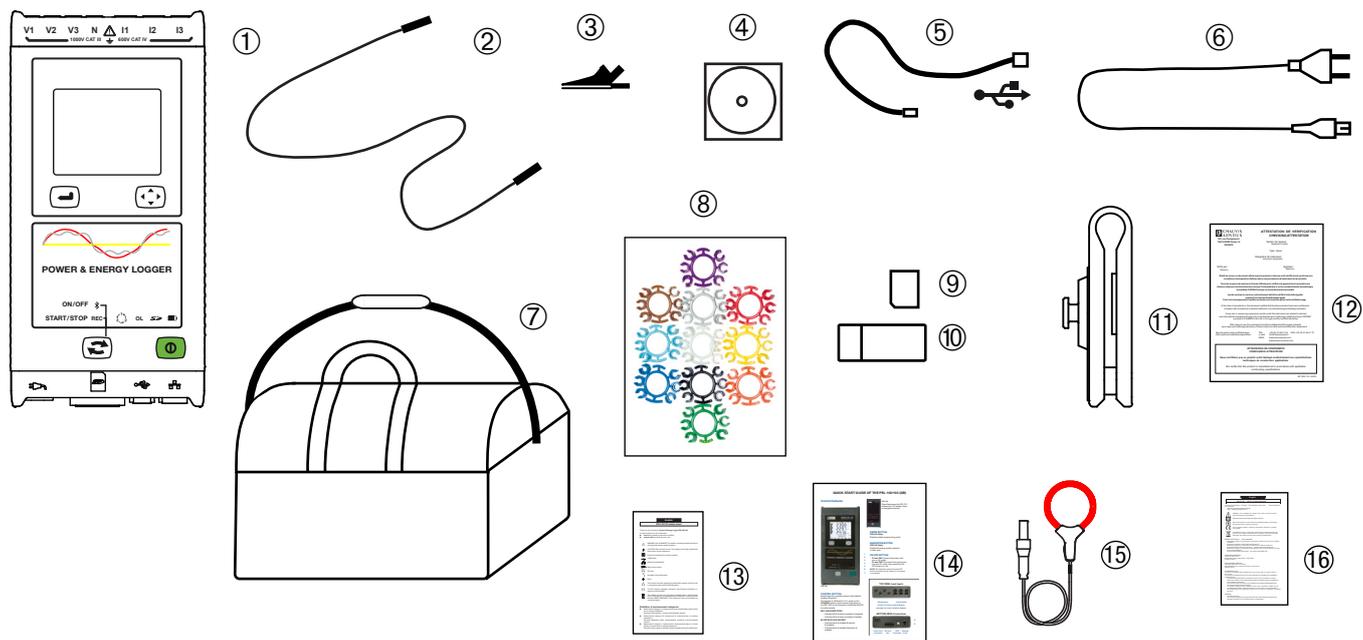


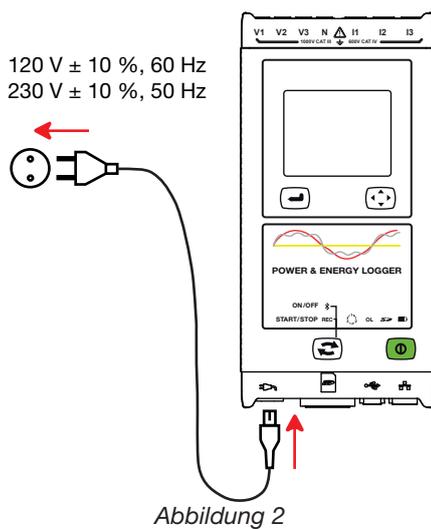
Abbildung 1

Nr.	Bezeichnung	Menge
①	PEL 102 oder PEL 103 (modellabhängig).	1
②	Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz mit Klettverschluss-Fixierung.	4
③	Krokodilklemmen schwarz.	4
④	CD mit Bedienungsanleitungen und PEL Transfer-Software.	1
⑤	USB-Kabel Typ A-B, 1,5 m.	1
⑥	Stromkabel, 1,5 m.	1
⑦	Transporttasche.	1
⑧	Satz Stifte und Ringe zur Kennzeichnung der einzelnen Phasen bei den Messleitungen und Stromwandlern.	12
⑨	SD Karte 8 Gb (in der Gerät).	1
⑩	Adapter SD-Karte/USB.	1
⑪	Universal-Bausatz Multifix.	1
⑫	Prüfzertifikat.	1
⑬	PEL-Sicherheitsdatenblatt.	1
⑭	Schnellstart-Anleitung.	15
⑮	Stromwandler MA193 MiniFLEX® (modellabhängig).	3
⑯	Sicherheitsdatenblatt Stromwandler MA193 (modellabhängig).	1

Tabelle 1

1.2. BATTERIE AUFLADEN

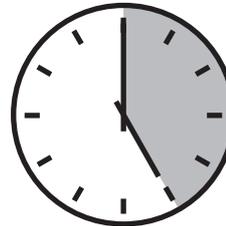
Vor der ersten Verwendung muss der Akku bei Temperaturen zwischen 0 und 40°C vollständig aufgeladen werden.



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 & Energy Logger (Leistungs- und Energieregistriergerät)

PEL 102/103 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 mit Stromwandlern MA193 in den Bereichen 50mA bis 10000A
- Messung der Wirkleistung (W), Blindleistung (var) und Scheinleistung (VA)
- Messung der Wirkenergie an Netz- und Lastseite (Wh), Blindenergie 4-Quadranten (varh) und Scheinenergie (VAh)
- Leistungsfaktor (PF), $\cos \varphi$ und $\tan \Phi$
- Scheitelfaktor
- Gesamtverzerrungsfaktor (THD) der Spannungen und Ströme
- Oberschwingungen von Spannung und Strom bis zur 50. Ordnung bei 50/60 Hz
- Frequenzmessungen
- RMS- und DC-Messungen mit 128 Samples/Zyklus-gleichzeitig an jeder Phase
- Dreifache LCD-Anzeige in leuchtendem Weiß auf PEL 103 (gleichzeitige Anzeige von drei Phasen)
- Speicherung der Messwerte und Berechnungsergebnisse auf SD- oder SDHC-Karte
- Automatische Erkennung der Stromwandler
- Konfiguration der Übersetzungsverhältnisse für Ströme und Spannungen an externen Wandlern
- Stützt 17 verschiedene Anschlüsse oder Stromversorgungsnetze
- USB-, LAN- (Ethernet) und Bluetooth-Anschluss
- PEL Transfer Software ermöglicht Daten einlesen, Konfiguration und PC-Koppelung in Echtzeit

2.2. VORDERSEITE

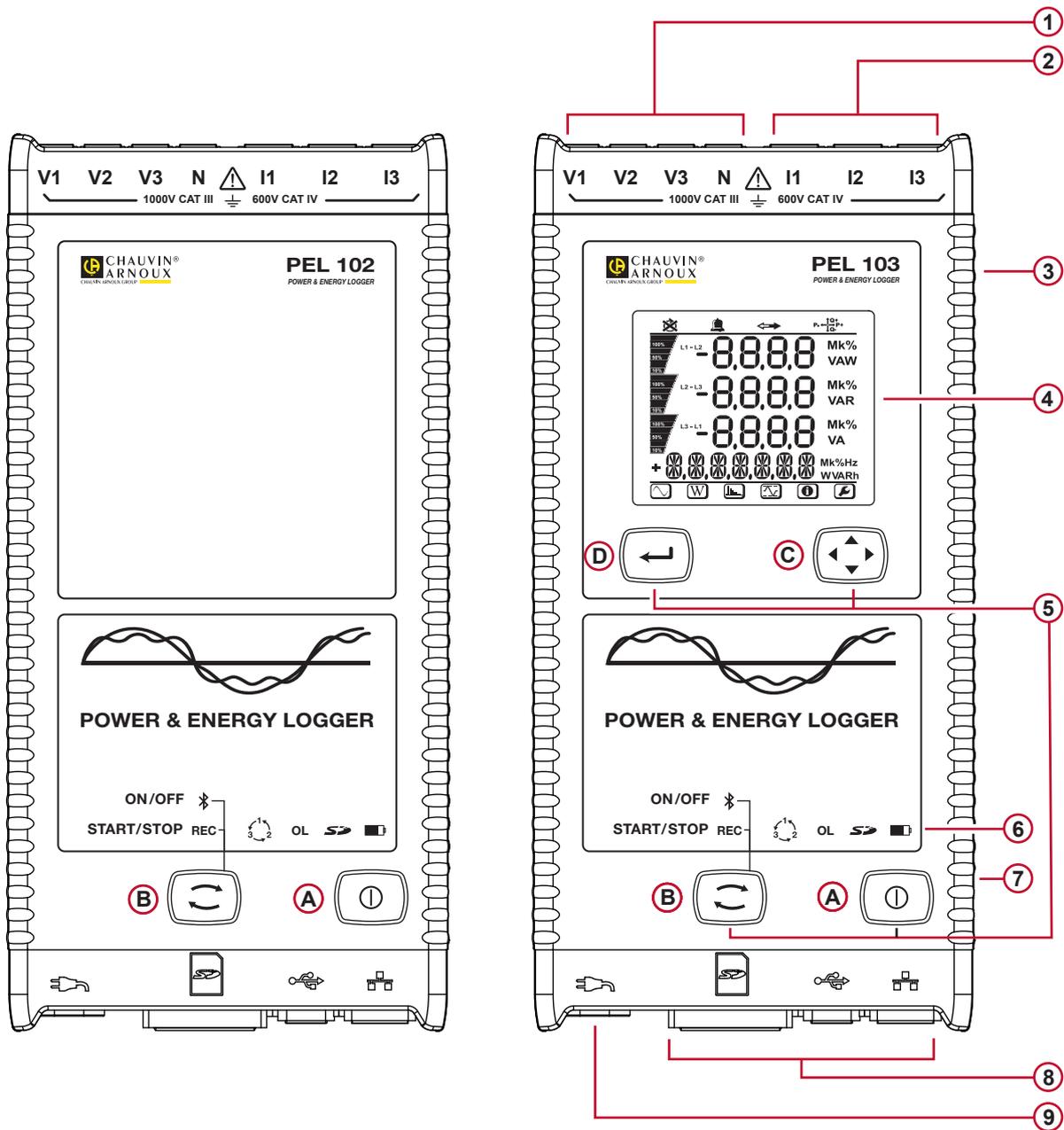


Abbildung 3

- ① Vier Spannungskabelanschlüsse
- ② Drei Stromwandleranschlüsse
- ③ Hartes Gehäuse mit Elastomerüberzug
- ④ LCD-Digitalanzeige für Messdaten, Berechnungsergebnisse und Einstellungen (siehe Abs. 2.10).
- ⑤ Zwei (PEL 102) bzw. vier (PEL 103) Funktionstasten (siehe Abs. 2.9).
 - Ⓐ Ein/Aus-Taste
 - Ⓑ Wahltaste
 - Ⓒ Navigationstaste
 - Ⓓ Eingabetaste
- ⑥ Neun Signallampen als Statusanzeigen (siehe Abs. 2.11).
- ⑦ Vorrichtung für Kensington-Diebstahlschutz (siehe Abs. 2.8).
- ⑧ USB- und Ethernet-Anschlüsse, SD-Karten-Slot und Schutzstöpsel für die Anschlüsse
- ⑨ Standardnetzstecker (Rasierersteckdose IEC C7 -nicht polarisiert) für 110/230 V_{AC} Versorgung

2.3. RÜCKSEITE

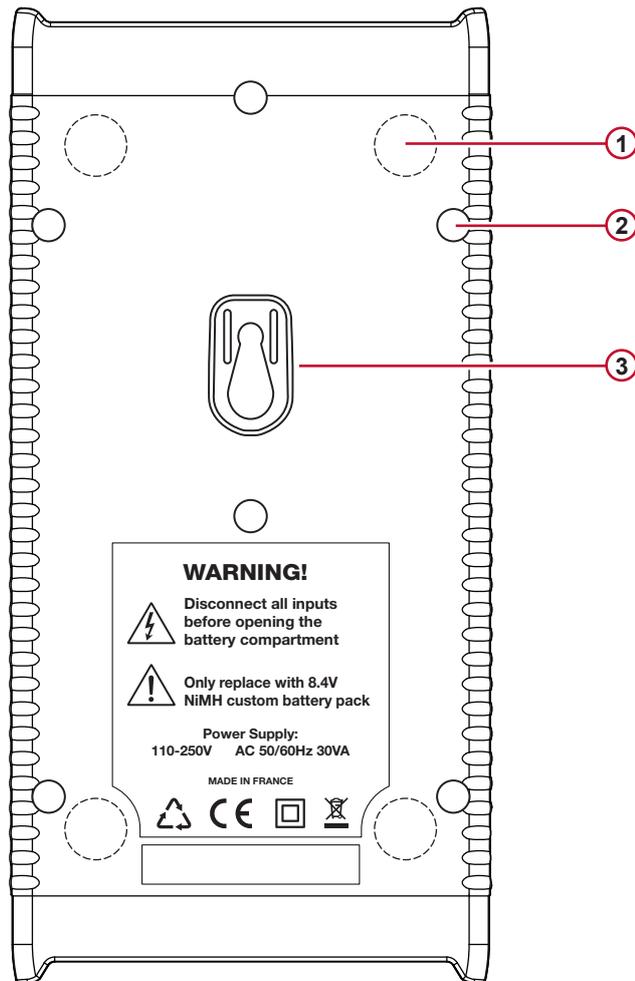


Abbildung 4

- ① Vier Magnete (in Kunststoffgehäuse eingegossen)
- ② Sechs Torx®-Schrauben (nur für fabrikseitige Reparatur)
- ③ Montageplatz für Multifix (siehe Abs. 2.7).

2.4. MESSLEITUNGSANSCHLUSS

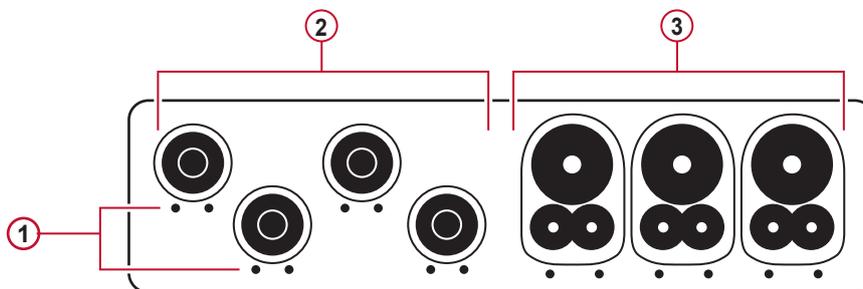


Abbildung 5

- ① Die kleinen Löcher (••) sind für die Farbstifte bestimmt, mit denen die Strom- und Spannungseingänge gekennzeichnet werden.
- ② Spannungseingänge (Sicherheitsbananenstecker).
- ③ Stromeingänge (4-polige Steckverbinder).

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

So schließt man die Messspitzen an PEL an:

- Messung des Stroms: 4-polige Anschlussbuchsen I1,I2,I3
- Messung der Spannung: Anschlussbuchsen V1,V2,V3 und N

Die Messspitzen müssen dem gewählten Anschlussplan gemäß an den Kreis angeschlossen werden, der überwacht werden soll. Nicht vergessen - die Übersetzungsverhältnisse für Spannung und Strom notwendigenfalls festlegen.

2.5. ANBRINGEN DER FARBKLEMMEN

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

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.

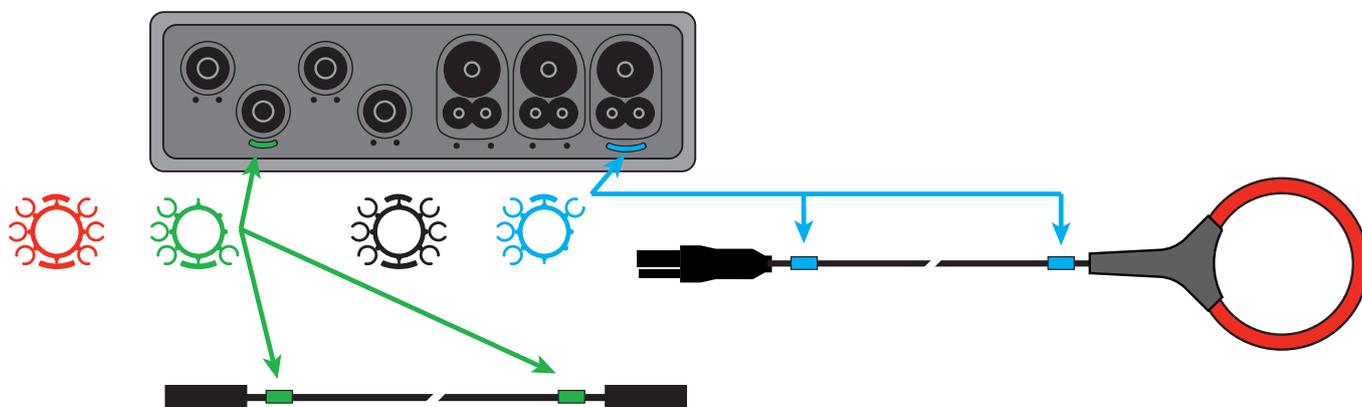


Abbildung 6

2.6. ANSCHLÜSSE

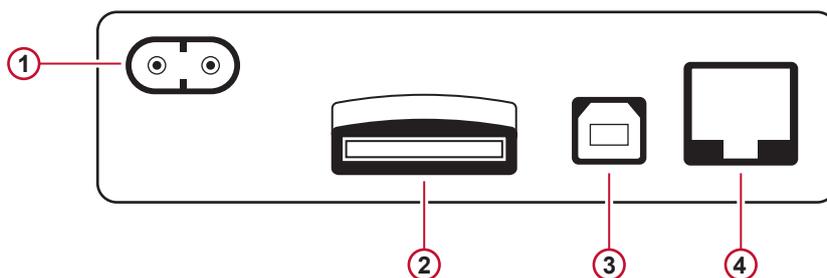


Abbildung 7

- 1 Netzanschluss (siehe Abs. 3.3.1).
- 2 SD-Karten-Slot (siehe Abs. 3.3.3).
- 3 USB-Stecker (siehe Abs. 3.3.4).
- 4 Ethernet-Stecker RJ45 (siehe Abs. 3.3.6).

2.7. MONTAGE



Das starke Magnetfeld kann Festplatten und medizinische Geräte beschädigen.

PEL darf nur in einem gut durchlüfteten Raum bei den unter Abs. 5.6. angeführten Temperaturhöchstwerten aufgestellt werden.

PEL 102/103 lässt sich mit Hilfe der eingebauten Magnete an senkrechten Metallplatten anbringen.

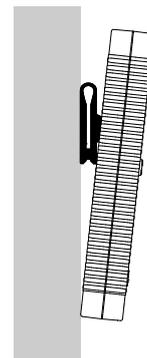


Abbildung 8

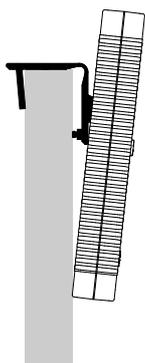


Abbildung 9

Außerdem lässt sich PEL 102/103 mit Hilfe des MultiFix-Universal-Bausatzes an ebenen senkrechten Flächen anbringen (siehe Nr 11 in der Tabelle 1).

Der MultiFix-Universal-Bausatz hat sowohl einen starken Magneten für Metallflächen als auch ein Doppelgelenkscharnier zum Einhängen an Türoberkanten und an Haken.

2.8. DIEBSTAHLSCHUTZ

PEL 102/103 verfügt über eine Vorrichtung für Kensington-Systeme (siehe Nr 7 Abbildung 3), die in Kombination mit einem Stahlkabel (erhältlich in Büro- und Computerfachgeschäften) verhindert, dass das Gerät gestohlen wird.

2.9. TASTENFUNKTIONEN

Taste	Beschreibung
	Ein/Aus-Taste: Gerät ein- und ausschalten (siehe Abs. 3.1). Hinweis: Solange das Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist bzw. solange noch eine Aufzeichnung läuft, kann es nicht ausgeschaltet werden.
	Wahltaste: Ein- und Ausschalten des Aufzeichnungsvorgangs bzw. der Bluetooth-Verbindung (siehe Abs. 3.2).
	Eingabetaste (nur für PEL103) : Anzeige der Phasenwinkel und der Teilenergien (siehe Abs. 3.5.1 und Abs. 3.5.2).
	Navigationstaste (nur für PEL103) : Auswahl und Durchblättern der Anzeigedaten für den LCD-Bildschirm (siehe Abs. 3.5).

Tabelle 2

2.10. LCD-ANZEIGE (PEL 103)

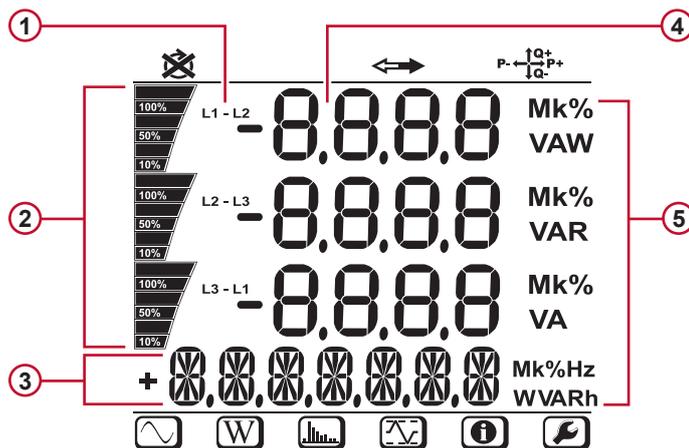


Abbildung 10

- ① Phase
- ② Prozentanzeige (0 - 100 %) für die vom Benutzer in PEL Transfer® programmierte PEL-Einstellungen für Gesamtbereich bzw. Vollladung.
- ③ Messungen oder Titel der Anzeigeseiten
- ④ Messwerte
- ⑤ Messeinheiten

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)
	Quadrant de Leistung (siehe Abs. 9.1)
	Messmodus (Ist-Werte) (siehe Abs. 3.5.1)
	Modus Leistung und Energie (siehe Abs. 3.5.2)
	Oberschwingungsmodus (siehe Abs. 3.5.3)
	Max. Modus (siehe Abs. 3.5.4)
	Informationsmodus (siehe Abs. 3.5.5)
	Konfiguration (siehe Abs. 3.5.6)

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 eingestellt sein, damit die Energierichtung (importiert bzw. exportiert) definiert werden kann, siehe Abs. 4.3.3.

2.11. LED-STATUS

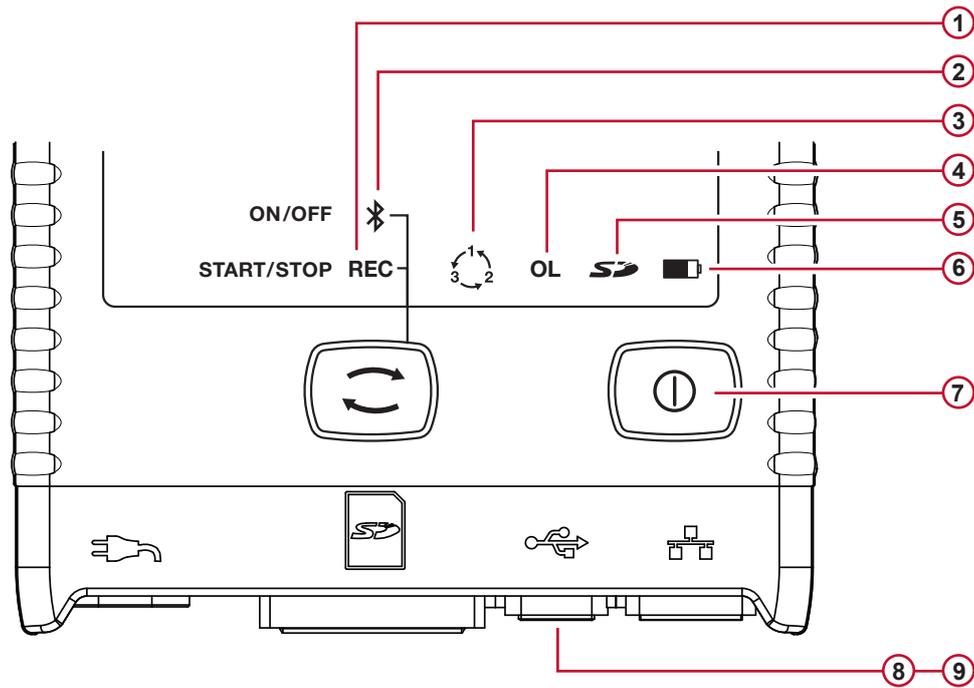


Abbildung 11

Signallampen und Farbe	Status
①	<p>Grüne LED: Aufzeichnungsstatus LED blinkt alle 5 Sek. ein Mal: Logger ist in Bereitschaft, d.h. keine Aufzeichnung läuft. LED blinkt alle 5 Sek. zwei Mal: Logger in Aufzeichnungsmodus.</p>
②	<p>Blaue LED: Bluetooth LED leuchtet nicht: Bluetooth deaktiviert. LED leuchtet: Bluetooth aktiv, aber keine Übertragung. LED blinkt im Sekundentakt zwei Mal: Bluetooth aktiv, Übertragung läuft</p>
③	<p>Rote LED: Phasenfolge LED leuchtet nicht: Drehrichtung der Phasen ist richtig. LED blinkt im Sekundentakt ein Mal: Drehrichtung der Phasen ist falsch. Das bedeutet, dass einer der folgenden Fälle vorliegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Phasenverschiebung zwischen den Phasenströmen ist um 30° größer als normal (120° dreiphasig und 180° zweiphasig). ■ Phasenverschiebung zwischen den Phasenspannungen ist um 10° größer als normal. ■ Phasenverschiebung zwischen den Strömen und Spannungen der einzelnen Phasen ist um 60° größer als Null (an der Last) bzw. 180° (an der Quelle).
④	<p>Rote LED: Überlast Leuchtet nicht: Keine Überlast an den Eingängen vorhanden. LED blinkt im Sekundentakt ein Mal: Überlast an zumindest einem Eingang. LED leuchtet: Spitze fehlt bzw. ist falsch angeschlossen.</p>
⑤	<p>Rote/grüne LED: Status der SD-Karte Grüne LED leuchtet: SD-Karte ist OK. Rote LED blinkt alle 5 Sek. fünf Mal: SD-Karte voll. Rote LED blinkt alle 5 Sek. vier Mal: Speicherkapazität für höchstens eine Woche. Rote LED blinkt alle 5 Sek. drei Mal: Speicherkapazität für höchstens zwei Wochen. Rote LED blinkt alle 5 Sek. zwei Mal: Speicherkapazität für höchstens drei Wochen. Rote LED blinkt alle 5 Sek. ein Mal: Speicherkapazität für höchstens vier Wochen. Rote LED leuchtet: SD-Karte fehlt bzw. ist gesperrt.</p>

Signallampen und Farbe	Status
⑥	Gelbe/rote LED: Akkuzustand Wenn das Netzkabel angeschlossen ist, lädt sich der Akku ganz auf. LED leuchtet nicht: Akku vollgeladen. Gelbe LED leuchtet: Akku wird geladen. Gelbe LED blinkt im Sekundentakt ein Mal: Akku wird nach vollständiger Entladung wieder geladen. Rote LED blinkt im Sekundentakt zwei Mal: Akku schwach und keine Netzversorgung vorhanden.
⑦ <i>unter Ein/Aus-Taste</i>	Grüne LED: Versorgung LED leuchtet: Externe Versorgung vorhanden. LED leuchtet nicht: Keine externe Versorgung vorhanden.
⑧ <i>im Stecker</i>	Grüne LED: Ethernet LED leuchtet nicht: nicht aktiv. LED blinkt: aktiv.
⑨ <i>im Stecker</i>	Gelbe LED: 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

2.12. SPEICHERKAPAZITÄTEN

Speicherkapazitäten

Der PEL funktioniert mit FAT32-formatierten SD- und SDHC-Karten und mit bis zu 32 Gb Kapazität. Das Übertragen derartiger Datenmengen kann - je nach PC-Leistung und Verbindung - lange dauern und der PC wird dabei intensiv beansprucht. Manche Computer stoßen bei solchen Datenmengen an ihre Grenzen und Tabellen-Kalkulationsprogramme verarbeiten nur eine beschränkte Datenmenge.

Daher empfehlen wir, die Daten zuerst auf der SD-Karte zu optimieren und nur die tatsächlich benötigten Messungen abzuspeichern. Nur zur Information: 5 Tage Aufzeichnung, Aggregationszeitraum 15 Minuten, Aufzeichnung der „1s“- und Oberschwingungsdaten, für 4-Leiter-Drehstromnetz, belegt rund 530 Mb. Ohne Oberschwingungen reduziert sich die nötige Speicherkapazität auf rund 67 Mb. Wenn die Oberschwingungen also nicht unbedingt benötigt werden, sollte ihre Aufzeichnung deaktiviert werden.

Empfohlene maximale Aufzeichnungsdauern:

- SiebenTage bei Aufzeichnungen mit aggregierten Werten, „1s“-Daten und Oberschwingungen,
- Ein Monat bei Aufzeichnungen mit aggregierten Werten und „1s“-Daten aber ohne Oberschwingungen,
- Ein Jahr, wenn nur aggregierte Werte aufgezeichnet werden.

Außerdem sollten nicht mehr als 32 Vorgänge auf der SD-Karte gespeichert werden.



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

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

USB- oder Ethernet-Verbindungen hingegen sind für die Datenübertragung möglicherweise tragbar, je nach Vorgangsdauer und Netzgeschwindigkeit. Wir empfehlen jedoch, die Karte direkt in den PC bzw. den SD/USB-Adapter einzulegen, so werden die Daten am schnellsten übertragen.

3. BETRIEB



Wichtiger Hinweis: Der PEL wird entweder direkt auf dem PEL oder in der PEL-Transfersoftware konfiguriert. Anleitungen zur Konfiguration finden Sie unter Abs. 4.3.

Der PEL ist einfach zu bedienen:

- Vor dem Aufzeichnen muss der Logger konfiguriert werden. Diese Einstellungen werden mit bei der Konfiguration (siehe Abs. 3.5.6) oder in PEL-Transfer (siehe Abs. 4.3) vorgenommen. Um ungewollte Änderungen zu vermeiden, kann der PEL bei laufender Aufzeichnung nicht programmiert werden.
- Der PEL schaltet sich automatisch ein (siehe Abs. 3.1.1) sobald er an eine Stromversorgung angeschlossen ist.
- Wenn die **Wahltaste**  gedrückt wird, beginnt die Aufzeichnung (siehe Abs. 3.2).
- Der PEL erlischt nach einer bestimmten Zeit, wenn die Stromversorgung unterbrochen wird und der Aufzeichnungsvorgang beendet ist (siehe Abs. 3.1.2).

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.



Hinweis: 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.

Hinweis: 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.
- Wenn noch eine Stromversorgung vorliegt, schaltet sich das Gerät nicht aus.
- Wenn noch eine Aufzeichnung läuft bzw. programmiert ist, schaltet das Gerät nicht aus.

3.2. START/STOPP EINER AUFZEICHNUNG UND AKTIVIERUNG DER BLUETOOTH-VERBINDUNG

Die Aufzeichnungen werden nur auf der SD-Karte gespeichert.

Aufzeichnung starten:

- Die SD-Karte in das PEL-Gerät einlegen.
- Mit der **Wahltaste**  den Aufzeichnungsvorgang starten und beenden bzw. die Bluetooth-Verbindung aktivieren und deaktivieren.
- Die **Wahltaste** länger als 2 Sek. drücken und wieder loslassen.
- Die Signallampen REC (grün, Nr. 1 auf 2.11) und Bluetooth (blau, Nr. 2 auf 2.11) leuchten nacheinander jeweils drei Sekunden lang auf. In diesem Zeitraum hat der Benutzer die Möglichkeit, ihre jeweilige Funktion wie unten beschrieben festzulegen.

- Wird die **Wahltaste** losgelassen, wenn die jeweilige Signallampe leuchtet (also nur während der 3 Sekunden, die sie leuchtet), erzielt man folgendes Ergebnis:
 - **REC-LED (START / STOPP)**
 - Loslassen der Taste, während diese Signallampe leuchtet: Die Aufzeichnung wird gestartet (sofern nicht bereits eine Aufzeichnung lief).
 - Loslassen der Taste, während diese Signallampe leuchtet: Die Aufzeichnung wird gestoppt (sofern eine Aufzeichnung lief).
 - **BLUETOOTH-LED (EIN/AUS)**
 - Loslassen der Taste, während diese Signallampe leuchtet: Die Bluetooth-Verbindung wird aktiviert (sofern sie nicht bereits aktiv war).
 - Loslassen der Taste, während diese Signallampe leuchtet: Die Bluetooth-Verbindung wird deaktiviert (sofern sie aktiv war).



Hinweis: Wenn man sowohl die Aufzeichnung als auch Bluetooth bedienen möchte, muss dies einzeln nacheinander geschehen, der Vorgang also wiederholt werden.

3.3. VERBINDUNGEN

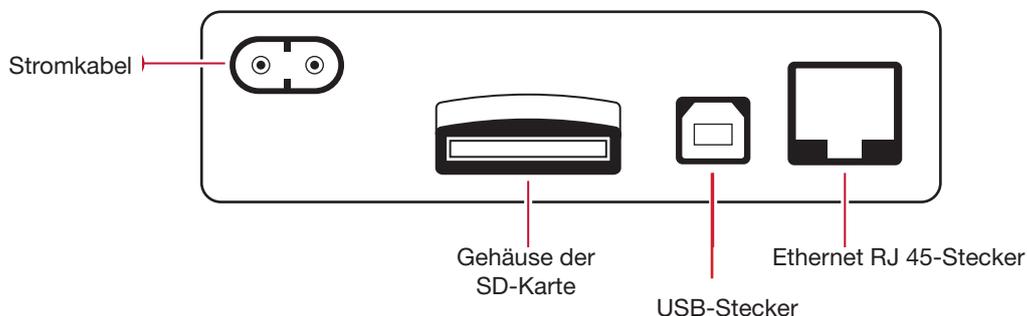


Abbildung 12

3.3.1. VERSORGUNG

Der PEL wird über ein externes Stromkabel mit nicht polarisiertem Rasiererstecker versorgt. Solche Kabel sind in zahlreichen Computer-Fachgeschäften erhältlich (250 V, 2,5 A, 1 m lang). Beim Kauf eines neuen Kabels ist darauf zu achten, dass das Kabel nicht polarisiert ist. Ersatzkabel sind auch auf Bestellung bei der Fabrik erhältlich.

Der PEL wird mit 110 V oder 230 V ($\pm 10\%$) und 50/60Hz versorgt und ist mit allen Versorgungsspannungen weltweit kompatibel.



Hinweis: Niemals dürfen Leitungen mit niedrigeren Spannungs- und Stromwerten verwendet werden.

- Das Gerät bleibt eingeschaltet, solange es an das Stromnetz angeschlossen ist.
- Wenn man ein ausgeschaltetes Gerät an das Stromnetz anschließt, schaltet es sich ein und der Akku wird automatisch aufgeladen.
- Wenn die Stromversorgung abrupt unterbrochen wird (Stromausfall, Netzkabel abgenommen), läuft das Gerät mit dem Akku noch etwas 30 Minuten weiter.
- Der PEL besitzt eine eingebaute, programmierbare Stromsparfunktion. Diese wird entweder auf 3 bis 15 Minuten eingestellt oder ganz deaktiviert.
- Bei schwacher Akkuladung (rote LED blinkt zwei Mal pro Sekunde) schaltet das Gerät ab. Es schaltet sich wieder ein, wenn es an das Netz angeschlossen wird.
- Wenn das Gerät nicht über das Stromnetz versorgt wird, schaltet man es mit der **Ein/Aus-Taste** ein (siehe Abs. 3.1).
- Wenn das Gerät nicht über das Stromnetz versorgt wird und keine Aufzeichnung läuft bzw. programmiert ist, schaltet man es mit der **Ein/Aus-Taste** aus (siehe Abs. 3.1).

3.3.2. STANDBY (UND ANZEIGEHELLIGKEIT)

Bei einem eingeschalteten Gerät, das für eine bestimmte Zeit nicht aktiv ist, schaltet die LCD-Anzeige (PEL 103) automatisch auf Standby.

Im Standby laufen die Messungen und Aufzeichnungen weiter, nur die Helligkeit der Bildschirmbeleuchtung wird auf ein bestimmtes Niveau reduziert. Das Helligkeitsniveau für den Standby wird vom Benutzer über das PEL-Transfer-Tool programmiert (siehe Abs. 4.3.1).

Die normale Anzegehelligkeit wird wieder hergestellt, wenn man auf die Enter- oder Navigationstaste drückt.

Hinweis: Auch die normale Bildschirmhelligkeit wird über das PEL-Transfer-Tool programmiert (siehe Abs. 4.3.1).

3.3.3. SPEICHERKARTE (SD-KARTE)

PEL 102/103 speichert die Daten auf einer SD-Karte. PEL stützt SD-Karten bis 32 Gb und FAT32-formatierte SDHC-Karten (4 bis 32 Gb).

Der PEL wird mit einer formatierten SD-Karte geliefert. Wenn eine neue SD-Karte installiert werden soll:

- Formatieren Sie zuerst die SD-Karte.
- Es empfiehlt sich, die SD-Karte über PEL-Transfer zu formatieren, wenn das Gerät angeschlossen ist und keine Aufzeichnung läuft bzw. programmiert ist.
- Wenn man die SD-Karte direkt in den PC einschiebt, lässt sie sich jederzeit formatieren.
- Nur eine nicht gesperrte SD-Karte kann formatiert werden oder Daten speichern.
- SD-Karte „heiß“ herauszunehmen ist möglich, wenn gerade keine Aufzeichnung läuft.

PEL verwendet kurze Dateinamen (8 Zeichen), wie zum Beispiel Ses00004.

3.3.4. PEL-VERBINDUNG ÜBER USB

Der PEL 102/103 ist dafür ausgelegt, über USB (A/B-Kabel) mit einem Computer verbunden zu werden, wo man ihn konfigurieren, einen Aufzeichnungsvorgang vorbereiten (Echtzeit-Verbindung) und Aufzeichnungsdaten herunterladen kann.



Hinweis: Durch den Anschluss eines USB-Kabels zwischen Gerät und Computer wird das Gerät weder eingeschaltet noch der Akku geladen.

3.3.5. PEL-VERBINDUNG ÜBER BLUETOOTH

Der PEL 102/103 ist dafür ausgelegt, über Bluetooth mit einem Computer verbunden zu werden, wo man ihn konfigurieren, einen Aufzeichnungsvorgang vorbereiten und Aufzeichnungsdaten herunterladen kann.

Wenn Ihr Computer keine Bluetooth-Voreinstellung besitzt, verwenden Sie einen USB-Bluetooth-Adapter. Der voreingestellte Windows-Driver sollte das Peripheriegerät automatisch installieren.

Der Kopplungsvorgang hängt vom Betriebssystem, dem Bluetooth-System und dem Driver ab.

Bei Bedarf, der Hauptschlüssel ist **0000**. Dieser Code lässt sich über PEL-Transfer nicht ändern.

3.3.6. PEL-VERBINDUNG ÜBER LAN ETHERNET

Die LAN-Verbindung dient dazu, Daten und Gerätestatus in Echtzeit anzuzeigen, den PEL zu konfigurieren, einen Aufzeichnungsvorgang vorzubereiten und Aufzeichnungsdaten herunterzuladen.

IP-Adresse:

Der PEL hat eine IP-Adresse. 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. Standardmäßig wird Anschluss 3041 verwendet. Über PEL-Transfer kann zugelassen werden, dass der PC über einen Router an mehrere Geräte angeschlossen wird.

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



Hinweis: Wenn gerade eine LAN-Verbindung aktiv ist, können die Netzwerkeinstellungen nicht geändert werden, dazu benötigt man eine USB-Verbindung.

3.4. VERSORGUNGSNETZE UND PEL-ANSCHLÜSSE

Wie Messleitungen für Spannung und Stromwandler an die Anlage angeschlossen werden, hängt vom jeweiligen Versorgungsnetz ab, und wird hier beschrieben. Auch muss der PEL für das gewählte Versorgungsnetz konfiguriert werden (siehe Abs. 4.3.3).

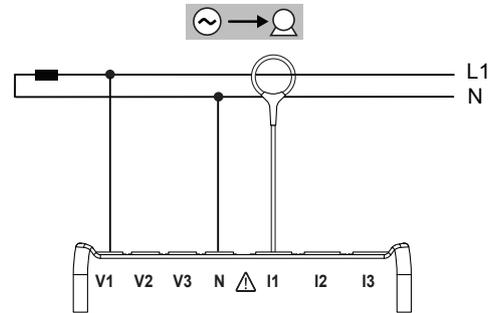


3.4.1. EINPHASIG 2 LEITER

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.

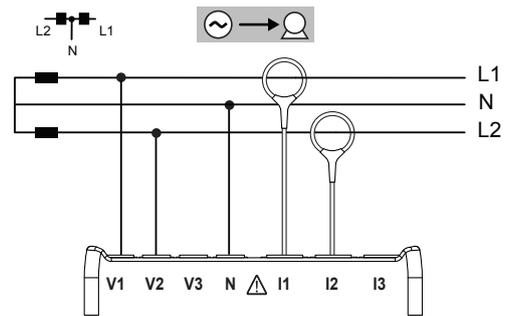


3.4.2. ZWEIFHASIG 3 LEITER (ZWEIFHASIG AB TRANSFORMATOR MIT MITTELANZAPFUNG)

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

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



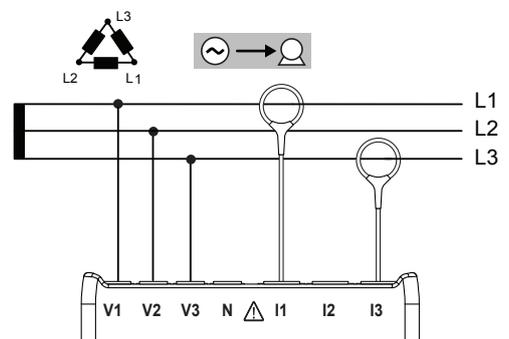
3.4.3. DREIPHASENNETZE MIT 3 LEITERN

3.4.3.1. Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)

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

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



3.4.3.2. Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 3 Stromwandler)

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

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

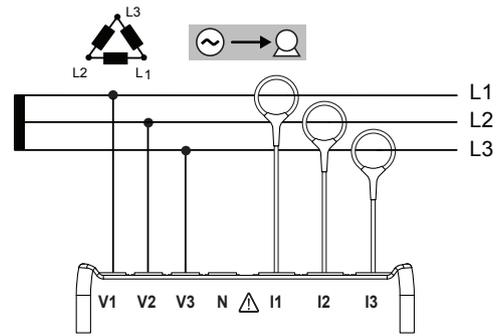


Abbildung 16

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

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

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

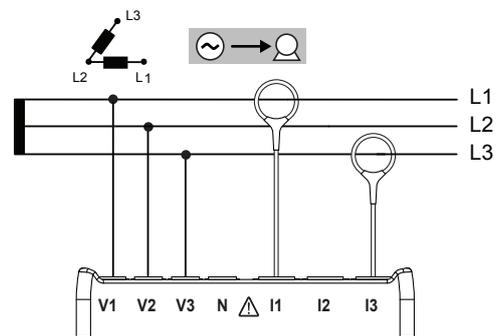


Abbildung 17

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

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

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

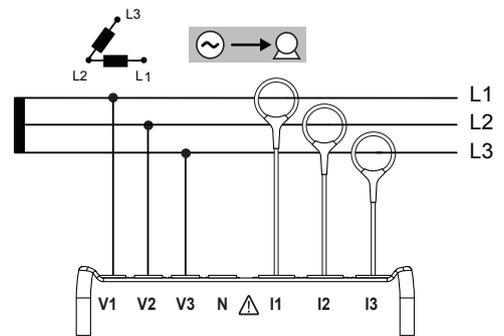


Abbildung 18

3.4.3.5. Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler)

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

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

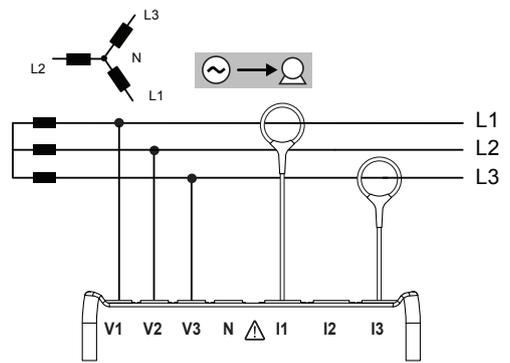


Abbildung 19

3.4.3.6. Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler)

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

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

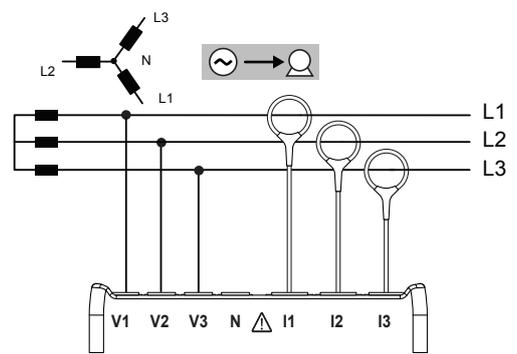


Abbildung 20

3.4.3.7. Dreiphasig 3 Leiter (Δ symmetrisch, 1 Stromwandler)

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.

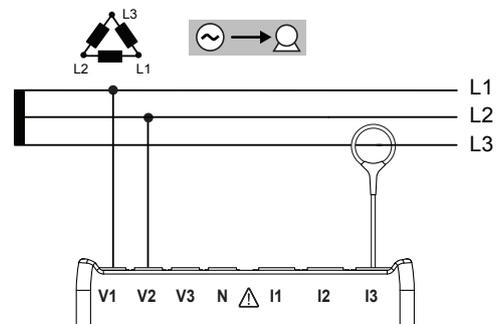


Abbildung 21

3.4.4. DREIPHASENETZE MIT 4 LEITERN Y

3.4.4.1. Dreiphasig 4 Leiter Y (3 Stromwandler)

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

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

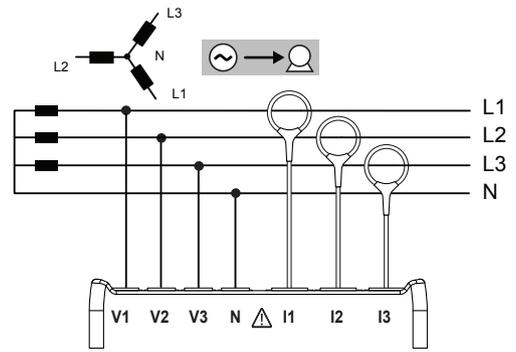


Abbildung 22

3.4.4.2. Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch

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.

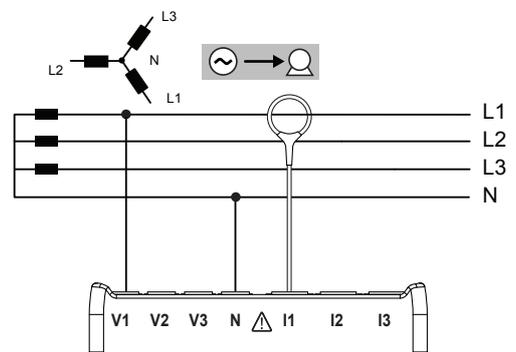


Abbildung 23

3.4.4.3. Dreiphasig 4 Leiter Y an 2,5 Elementen

Für Dreiphasen-4-Leiter-Messungen (Stern, an 2,5 Elementen, 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

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

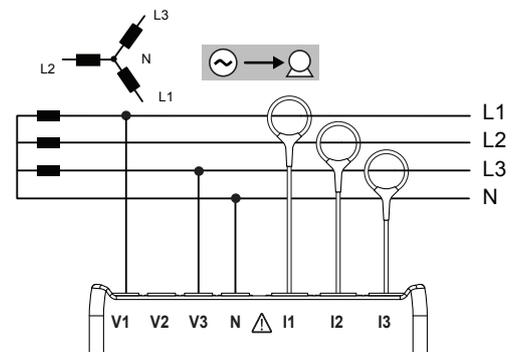


Abbildung 24

3.4.5. DREIPHASIG 4 LEITER Δ

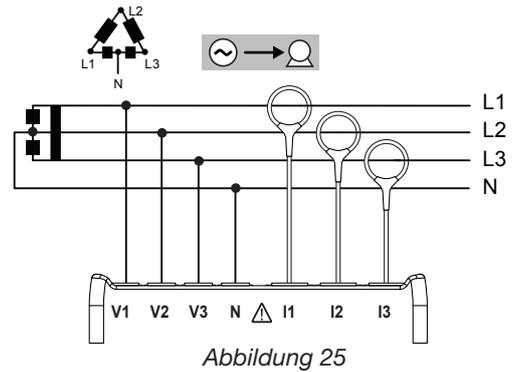
4-Leiter-Dreiphasen-Anordnung (Dreieck Δ „High Leg“). Kein Spannungswandler angeschlossen, denn bei den gemessenen Anlagen sollte es sich um NS-Netze handeln (Niederspannung).

3.4.5.1. Dreiphasig 4 Leiter Δ

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

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

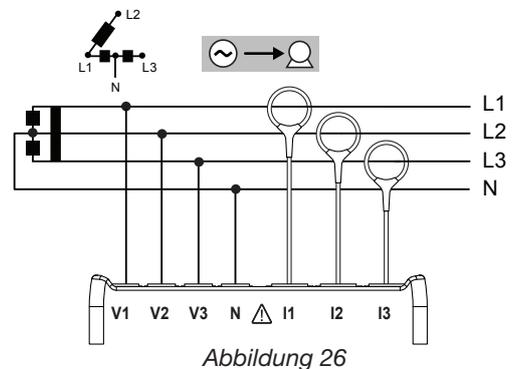


3.4.5.2. Dreiphasig 4 Leiter (offenes Δ)

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

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



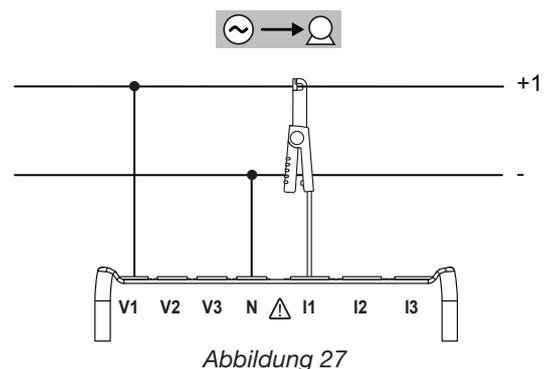
3.4.6. DC-NETZE

3.4.6.1. DC 2 Leiter

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.



3.4.6.2. DC 3 Leiter

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

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

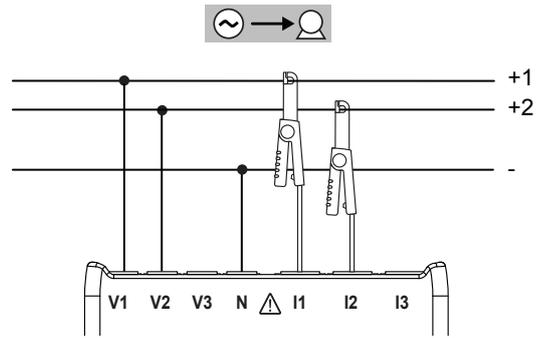


Abbildung 28

3.4.6.3. DC 4 Leiter

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

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

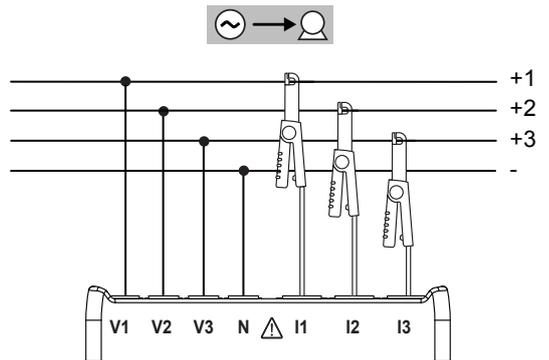


Abbildung 29

3.5. ANZEIGEARTEN (PEL 103)

In diesem Absatz sehen Sie Screenshots für jeden Anzeigemodus. PEL gibt dem Benutzer die Möglichkeit, verschiedene Messwerte mit unterschiedlichen Einstellungen anzuzeigen.

Mit Hilfe der **Navigations-**  und **Eingabetasten**  lässt man die Anzeigearten ablaufen und navigiert darin.

Es gibt folgende fünf Anzeigearten:

- Ist-Messwerte: V, A, Leistung, Frequenz, Leistungsfaktor, $\tan \Phi$ - 

Drücken Sie auf 
- Energiewerte: kWh, VAh, Varh - 

Drücken Sie auf 
- Oberschwingungen (Strom- und Spannung) - 

Drücken Sie auf 
- Max. aggregierte Werte (Strom, Spannung und Leistungen) - 

Drücken Sie auf 
- Angaben zum Anschluss, zu den Übersetzungsverhältnissen von Spannung und Strom, IP-Adresse, Software-Version und Seriennummer - 

Drücken Sie auf 
- Gerätekonfiguration - 

Drücken Sie auf 

Nähere Informationen über Konfiguration, Aufzeichnung und Download von Messdaten finden Sie unter Abs. 4.

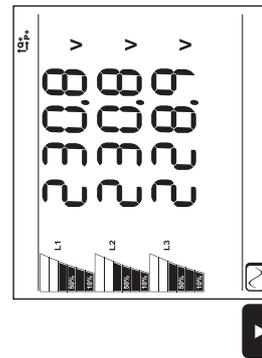
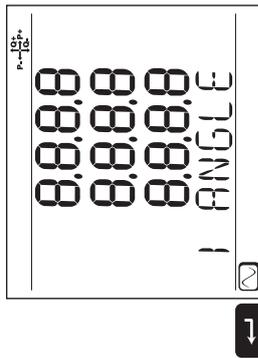
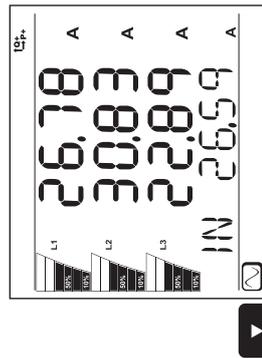
3.5.1. BASISMESSUNGEN - ANZEIGEDATEN

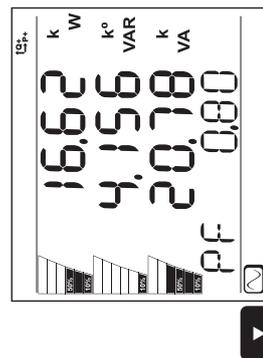
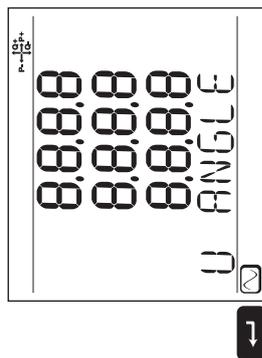
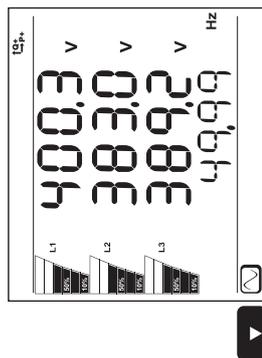
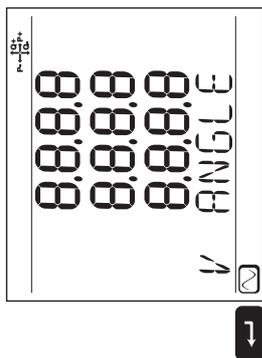
Die Basismessungen (Ist-Werte) erscheinen sequenziell auf Bildschirmen für alle Phasen: Die Reihenfolge der Anzeige hängt vom Versorgungsnetz ab. Tabelle 5 zeigt die jeweiligen Messungen nach Versorgungsnetz an.

- Mit der Taste **▼** wird auf die Bildschirme zugegriffen.
- Zum Umschalten zwischen den Modi bzw. zum Verlassen verwenden Sie die Tasten **◀** und **▶**.

Tabelle 5 zeigt die Abfolge der Bildschirme (PEL 103) für jede Anschlussart. Folgendes Beispiel zeigt die Anzeigereihenfolge für ein Dreiphasen-4-Leiter-Netz.

Etappe	Einphasig 2 Leiter	Einphasig 3 Leiter	Dreiphasig 3 Leiter *	Dreiphasig 3 Leiter symmetrisch	Dreiphasig 4 Leiter **	Dreiphasig 4 Leiter ***	Dreiphasig 4 Leiter symmetrisch	DC 2 Leiter	DC 3 Leiter	DC 4 Leiter
1	P I V F	I1 I2 I3 F	I1 I2 I3	I3 I3 I3	I1 I2 I3 "IN"	I1 I2 I3 "IN"	I1 I1 I1	P I V	I1 I2	I1 I2 I3
2	φ (1, V1) "V-I ANGLE"	φ (I2, I1) "I ANGLE"	φ (I2, I1) φ (I3, I2) φ (I1, I3) "I ANGLE"		φ (I2, I1) φ (I3, I2) φ (I1, I3) "I ANGLE"	φ (I2, I1) φ (I3, I2) φ (I1, I3) "I ANGLE"				
3	P Q S "PF"	V1 V2 U12	U12 U23 U31 F	U12 U23 U31 F	V1 V2 V3	V1 - V3	V1 V1 V1		V1 V2	V1 V2 V3





Etappe	Einphasig 2 Leiter	Einphasig 3 Leiter	Dreiphasig 3 Leiter *	Dreiphasig 3 Leiter symmet- risch	Dreiphasig 4 Leiter **	Dreiphasig 4 Leiter ***	Dreiphasig 4 Leiter symmet- risch	DC 2 Leiter	DC 3 Leiter	DC 4 Leiter
4		φ (V2, V1) "V ANGLE"	φ (U31, U23) φ (U12, U31) φ (U23, U12) "U ANGLE"		φ (V2, V1) φ (V3, V2) φ (V1, V3) "V ANGLE"					
5	P Q S "TAN"	P Q S "PF"	P Q S "PF"	P Q S "PF"	U12 U23 U31 F	U12 U23 U31 F	U12 U23 U31 F		P	P
6		φ (I1, V1) φ (I2, V2) "V-I ANGLE"	φ (I1, U12) φ (I2, U23) φ (I3, U31) "U-I ANGLE"	φ (I1, U12) "U-I ANGLE"	φ (U31, U23) φ (U12, U31) φ (U23, U12) "U ANGLE"					
7	P Q S "TAN"	P Q S "TAN"	P Q S "TAN"	P Q S "TAN"	P Q S "PF"	P Q S "PF"	P Q S "PF"			

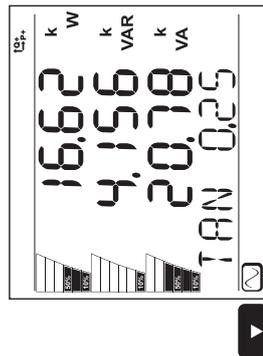
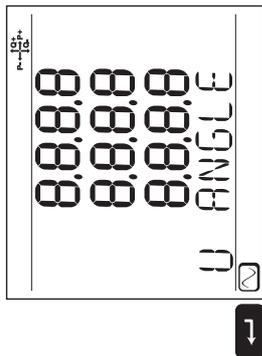


Abbildung 30

Etappe	Einphasig 2 Leiter	Einphasig 3 Leiter	Dreiphasig 3 Leiter *	Dreiphasig 3 Leiter symmetrisch	Dreiphasig 4 Leiter **	Dreiphasig 4 Leiter ***	Dreiphasig 4 Leiter symmetrisch	DC 2 Leiter	DC 3 Leiter	DC 4 Leiter
8					φ (I1, V1) φ (I2, V2) φ (I3, V3) "V-I ANGLE"	φ (I1, V1) φ (I3, V3) "V-I ANGLE"	φ (I1, V1)			
9					P Q S "TAN"	P Q S "TAN"	P Q S "TAN"			

Tabelle 5

«---» = Anzeigetext.

* : Dreiphasig 3 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler)

** : Dreiphasig 4 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 4 Leiter Y (3 Stromwandler)
- Dreiphasig 4 Leiter Y (2,5 Elemente)

*** : Dreiphasig 4 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 4 Leiter Δ
- Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ

3.5.2. ENERGIE - ANZEIGEWERTE

PEL misst die typischen Energiewerte. Fortgeschrittene Messungen für Fachleute bzw. für tiefer gehende Analysen sind ebenfalls möglich.

Die Leistungen nach Quadranten (IEC 62053-23) können durch einfaches Scrollen zwischen den Bildschirmen erhoben werden. Ingenieure, die mit Leistungsproblemen befasst sind, verwenden häufig die Werte der einzelnen Quadranten.

Definitionen:

- **Ep+:** Gesamtwirkenergie-Verbrauch (von der Last) in kWh
- **Ep-:** Gesamtwirkenergie-Lieferung (von der Quelle) in kWh
- **Eq1:** Wirkenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 1 in kvarh.
- **Eq2:** Wirkenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 2 in kvarh.
- **Eq3:** Wirkenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 3 in kvarh.
- **Eq4:** Wirkenergie-Verbrauch (von der Last) im Quadranten 4 in kvarh.
- **Es+:** Gesamtscheinenergie-Verbrauch (von der Last) in kVAh
- **Es-:** **Gesamtscheinenergie-Lieferung (von der Quelle) in kVAh**

Für industrielle Anlagen sind meistens auch folgende Werte interessant. Die übrigen Werte dienen der Lastanalyse und den Betreibern von Stromversorgungsnetzen.

- **kWh:** Ep+, die Wirkenergie der Last
- **kvarh:** Eq1, die Blindenergie der Last
- **kVAh:** Es+, die Scheinenergie der Last

Zeitbezogene Energiemessungen (normalerweise Integrations- oder Aggregationszeiträume von 10 bis 15 Minuten) erscheinen sequenziell auf den Bildschirmen für alle Phasen. Tabelle 6 zeigt die jeweiligen Messungen nach Versorgungsnetz an.

Die Taste ▼ verschiebt die Anzeige nach unten, die Taste ▲ nach oben.
Folgendes Beispiel zeigt die Anzeigenreihenfolge für ein Dreiphasen-4-Leiter-Netz.
Mit der Taste ▼ wird auf die Bildschirme zugegriffen.

Die Energiemessungen beginnen zu Anfang des Speichervorgangs. Teilenergien sind Energien, die für einen bestimmten Zeitraum gemessen werden (siehe Abs. 4.3.5).

Zugriff auf die Teilenergie mit einem langen Tastendruck .
Mit der Taste ▼ kehrt man zur Energieparametrierung zurück.

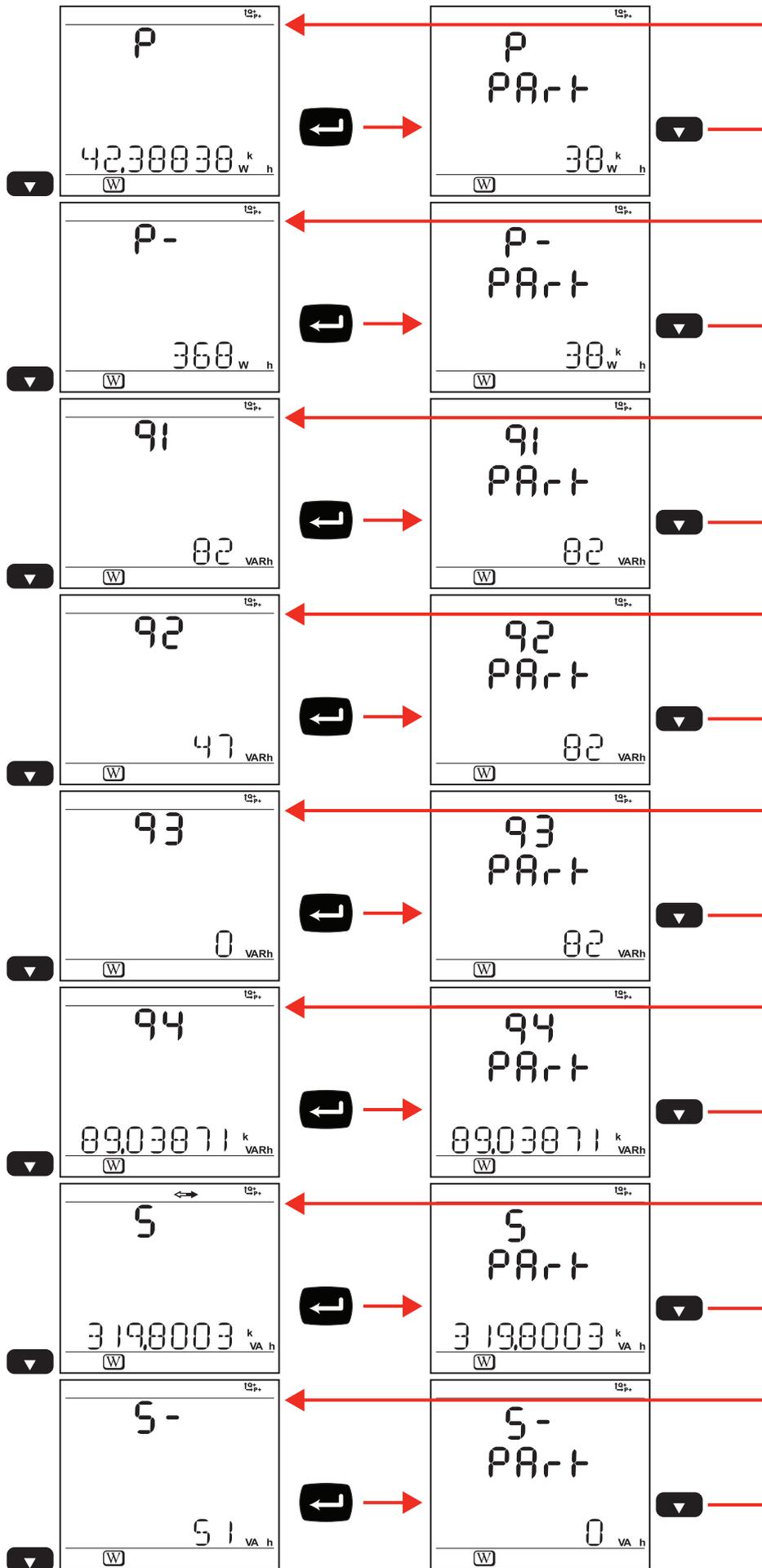


Abbildung 31

Tabelle 6 zeigt die Abfolge der Bildschirme (PEL 103) für jede Anschlussart. Die Anzeigen auf der vorherigen Seite zeigen ein Beispiel für Energiewerte für ein Dreiphasen-4-Leiter-Netz.

Durch Betätigen der **Eingabetaste** werden die Teilenergien angezeigt.

Etappe	Einphasig 2 Leiter Einphasig 3 Leiter Dreiphasig 3 Leiter * Dreiphasig 4 Leiter **	DC 2 Leiter DC 3 Leiter DC 4 Leiter	Etappe	Einphasig 2 Leiter Einphasig 3 Leiter Dreiphasig 3 Leiter * Dreiphasig 4 Leiter **	DC 2 Leiter DC 3 Leiter DC 4 Leiter
1 	"p" Ep+	"p" Ep+	9 	"q3" Eq3	
2 	"p" PArT Ep+	"p" PArT Ep+	10 	"q3" PArT Eq3	
3 	"p" Ep-	"p" Ep-	11 	"q4" Eq4	
4 	"p" PArT Ep-	"p" PArT Ep-	12 	"q4" PArT Eq4	
5 	"q1" Eq1		13 	"S" Es+	
6 	"q1" PArT Eq1		14 	"S" PArT Es+	
7 	"q2" Eq2		15 	"S" Es-	
8 	"q2" PArT Eq2		16 	"S" PArT Es-	

Tabelle 6

* : Dreiphasig 3 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (Δ symmetrisch, 1 Stromwandler)

** : Dreiphasig 4 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 4 Leiter Y (3 Stromwandler)
- Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch
- Dreiphasig 4 Leiter Y (2,5 Elemente)
- Dreiphasig 4 Leiter Δ
- Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ

3.5.3. ANZEIGE DER OBERSCHWINGUNGEN

Tabelle 7 zeigt die Abfolge der Bildschirme (PEL 103) für jede Anschlussart. Die Anzeigen zeigen ein Beispiel für Oberschwingungswerte für ein Dreiphasen-4-Leiter-Netz.

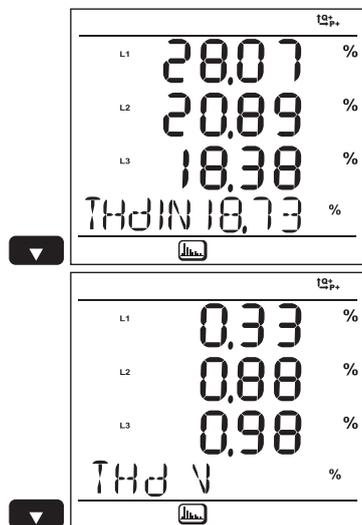


Abbildung 32

Etappe	Einphasig 2 Leiter	Einphasig 3 Leiter	Dreiphasig 3 Leiter *	Dreiphasig 3 Leiter symmetrisch	Dreiphasig 4 Leiter **	Dreiphasig 4 Leiter symmetrisch
1	THD_I THD_V	THD_I1 THD_I2	THD_I1 THD_I2 THD_I3 "THD I"	THD_I3 THD_I3 THD_I3 "THD I"	THD_I1 THD_I2 THD_I3 "THD IN"	THD_I1 THD_I1 THD_I1 "THD I"
2		THD_V1 THD_V2 THD_U12	THD_U12 THD_U23 THD_U31 "THD U"	THD_U12 THD_U12 THD_U12 "THD U"	THD_V1 THD_V2 THD_V3 "THD V"	THD_V1 THD_V1 THD_V1 "THD V"

Tabelle 7

Bei DC-Messungen steht die Oberschwingungsfunktion nicht zur Verfügung.

* : Dreiphasig 3 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler)

** : Dreiphasig 4 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 4 Leiter Y (3 Stromwandler)
- Dreiphasig 4 Leiter Y (2,5 Elemente)
- Dreiphasig 4 Leiter Δ
- Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ



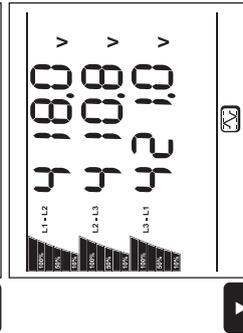
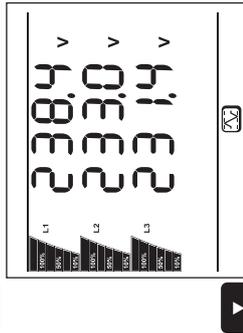
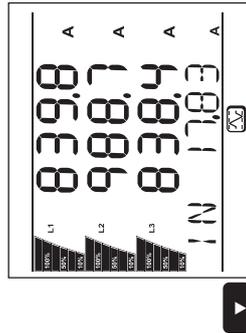
3.5.4. MAX. ANZEIGE

Tabelle 8 zeigt die Abfolge der Bildschirme (PEL 103) für jede Anschlussart. Die Anzeigen zeigen ein Beispiel für aggregierte Maximalwerte für ein Dreiphasen-4-Leiter-Netz.

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. In diesem Fall erscheint „No Max in DC Mode“ auf der Anzeige.

Etappe	Einphasig 2 Leiter	Einphasig 3 Leiter	Dreiphasig 3 Leiter *	Dreiphasig 3 Leiter symmetrisch	Dreiphasig 4 Leiter **	Dreiphasig 4 Leiter symmetrisch	DC 2 Leiter	DC 3 Leiter	DC 4 Leiter
1	I V	I1 I2 I3	I1 I2 I3	I1 I2 I3	I1 I2 I3 "IN"	I1 I2 I3			
2	P Q S "LOAD"	V1 V2 U12	U12 U23 U31	U12 U23 U31	V1 V2 V3	V1 V2 V3			
3	P Q S "SOURCE"	P Q S "LOAD"	P Q S "LOAD"	P Q S "LOAD"	U12 U23 U31	U12 U23 U31			



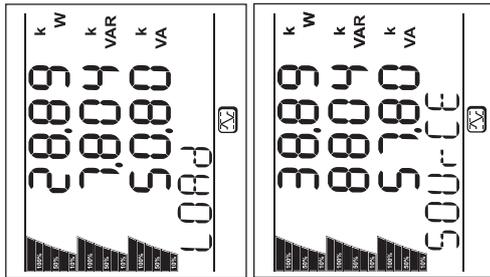


Abbildung 33

Etappe	Einphasig 2 Leiter	Einphasig 3 Leiter	Dreiphasig 3 Leiter *	Dreiphasig 3 Leiter symmetrisch	Dreiphasig 4 Leiter **	Dreiphasig 4 Leiter symmetrisch	DC 2 Leiter	DC 3 Leiter	DC 4 Leiter
4		P Q S "SOURCE"	P Q S "SOURCE"	P Q S "SOURCE"	P Q S "LOAD"	P Q S "LOAD"			
5					P Q S "SOURCE"	P Q S "SOURCE"			

Tabelle 8

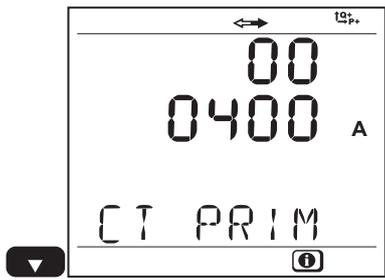
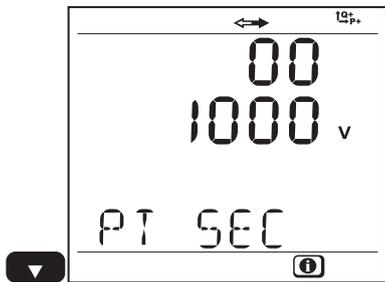
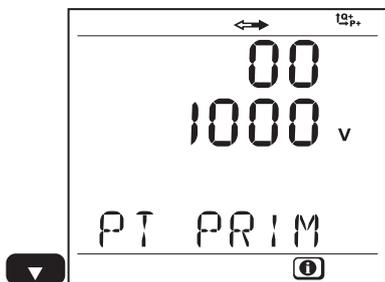
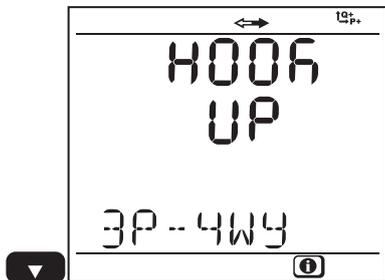
* : Dreiphasig 3 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (2 Stromwandler)
- Dreiphasig 3 Leiter Y (3 Stromwandler)

** : Dreiphasig 4 Leiter umfasst:

- Dreiphasig 4 Leiter Y (3 Stromwandler)
- Dreiphasig 4 Leiter Y (2,5 Elemente)
- Dreiphasig 4 Leiter Δ
- Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ

3.5.5. DATENANZEIGE



Etappe	Wert	Einheiten
1	Netz-Type	1P-2W = Einphasig 2 Leiter 1P-3W = Einphasig 3 Leiter 3P-3WΔ3 = Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 3 Stromwandler) 3P-3WΔ2 = Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler) 3P-3W02 = Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler) 3P-3W03 = Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler) 3P-3WΔB = Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch 3P-3WY = Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler) 3P-3WY2 = Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler) 3P-4WY = Dreiphasig 4 Leiter Y 3P-4WYB = Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (Spannungsmessung, fix) 3P-4WY2 = Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5 3P-4WΔ = Dreiphasig 4 Leiter Δ 3P-4W0Δ = Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ DC-2W = DC 2 Leiter DC-3W = DC 3 Leiter DC-4W = DC 4 Leiter
2	VT primär "PT PRIM"	V
3	VT sekundär "PT SEC"	V
4	CT primär "CT PRIM"	A
5	Aggregationszeitraum "AGG. PERIOD"	min

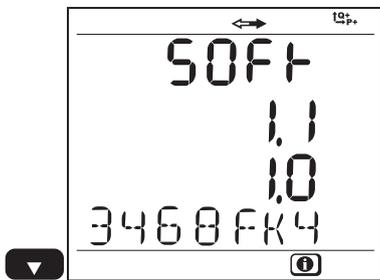
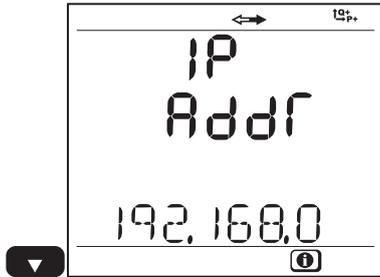
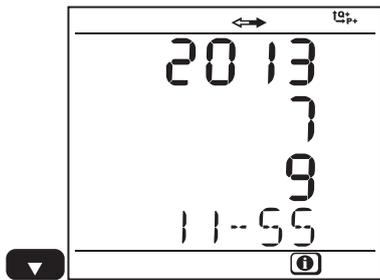


Abbildung 34

Etappe	Wert	Einheiten
6	Jahr Monat Tag Stunde	
7	IP-Adresse	IP-Adresse (ablaufend)
8	Programm- version Serien- nummer	1. Zahl = Software-Version 'DSP' 2. Zahl = Software-Version 'Mikroprozessor' Seriennummer (ablaufend) (auch auf einem Kleber auf der Hauptkarte im PEL)

Tabelle 9

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

 zurück).

3.5.6. ANZEIGE UND EINSTELLUNGEN IN DER KONFIGURATION

Messbildschirm anzeige und Einstellungen in der Konfiguration

- Das Konfigurationsmenü steht unter folgenden Umständen nicht zur Verfügung:
- Eine Aufzeichnung läuft bzw. steht auf dem PEL bevor,
- PEL wird gerade mit PEL Transfer oder der Android-App konfiguriert,
- Der Benutzer hat die Konfiguration gesperrt (**Wahltaste** über PEL Transfers gesperrt).

Im Konfigurationsbildschirm bestehen folgende Möglichkeiten:

- Mit Hilfe von PEL Transfer Einstellungen vornehmen,
- Mit der **Wahltaste** eine Aufzeichnung starten.

Etappe	Wert	Einheiten / Wert	Bemerkungen
<p style="text-align: center;">1</p> 	<p style="text-align: center;">Netz-Type</p>	<p>1P-2W 1P-3W 3P-3WΔ3 3P-3WΔ2 3P-3W02 3P-3W03 3P-3WΔB 3P-3WY 3P-3WY2 3P-4WY 3P-4WYB 3P-4WY2 3P-4WΔ 3P-4W0Δ DC-2W DC-3W DC-4W</p>	<p>Einphasig 2 Leiter Einphasig 3 Leiter Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 3 Stromwandler) Dreiphasig 3 Leiter (Δ, 2 Stromwandler) Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 2 Stromwandler) Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ, 3 Stromwandler) Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler) Dreiphasig 3 Leiter (Y, 2 Stromwandler) Dreiphasig 4 Leiter Y Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch (Spannungsmessung, fix) Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5 Dreiphasig 4 Leiter Δ Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ DC 2 Leiter DC 3 Leiter DC 4 Leiter</p>
<p style="text-align: center;">2</p> 	<p style="text-align: center;">VT primär</p> <p style="text-align: center;">“PT PRIM”</p>	<p style="text-align: center;">V / kV</p>	<p>Primärnennspannung: 50 V - 650 000 V</p>
<p style="text-align: center;">3</p> 	<p style="text-align: center;">VT sekundär</p> <p style="text-align: center;">“PT SEC”</p>	<p style="text-align: center;">V</p>	<p>Sekundärnennspannung: 50 V - 1 000 V</p>
<p style="text-align: center;">4</p> 	<p style="text-align: center;">CT primär</p> <p style="text-align: center;">“CT PRIM”</p>	<p style="text-align: center;">A / kA</p>	<p>Primärnennstrom für den angeschlossenen Stromwandler</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ für AmpFLEX®: 100 A, 400 A, 2000 A, 10 000A ■ für MN93A Kal. 5A: 5 A à 25 000 A ■ für Adapter 5 A und Essailec®: 5 A à 25 000 A ■ für Zangen E3N: 1 A à 25 000 A

Etappe	Wert	Einheiten / Wert	Bemerkungen
5 	Aggregations- zeitraum "AGG.PERIOD"	Min.	Aggregationszeitraum in Minuten wählen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60

Ändern der Konfiguration:

- Mit der **Eingabetaste** gelangt man in den Änderungsmodus.
- Mit den Pfeiltasten (hinauf, hinunter) wird der neue Wert eingestellt.
- Mit der **Eingabetaste** verlässt man in den Änderungsmodus.

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

 zurück.

4. PEL-TRANSFER SOFTWARE



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

4.1. PEL-TRANSFER INSTALLIEREN



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

Mindestanforderungen Hardware/Software:

- Windows XP/Windows Vista oder Windows 7 (32/64 bit)
- 2Gb bis 4Gb RAM
- 10Gb Festplattenspeicher
- CD-ROM-Laufwerk

Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft®.

1. CD in das CD-ROM-Laufwerk einlegen (Nr. 4 in Tabelle 1).

Wenn die Autostart-Funktion aktiv ist, startet das Installationsprogramm automatisch.

Wenn die Autostart-Funktion nicht aktiv ist: **Start.html** in **D:\SETUP** wählen (wenn Ihr CD-ROM-Laufwerk D ist; andernfalls wählen Sie das entsprechende Laufwerk)

Bei Windows Vista Betriebssystemen wird die **Benutzerkontensteuerung** angezeigt. Klicken Sie auf **OK (Zulassen)**.

- Wählen Sie Ihre Sprache und klicken Sie im Browser auf **START**. Genehmigen Sie, dass der Browser die Datei öffnet.



Abbildung 35

- Die Spalte „Software“ wählen.



Abbildung 36

4. Wählen Sie PEL-Transfer.



Abbildung 37

5. Wählen Sie **Lesen**.

6. Laden Sie die Datei herunter, führen Sie diese aus und befolgen Sie die Anweisungen.



Abbildung 38

7. Im Fenster **Installationsbereit** klicken Sie auf **Installieren**.
8. Wenn das Gerät, das installiert werden soll, einen USB-Anschluss erforderlich macht, erscheint eine Meldung wie unten. Klicken Sie auf **OK**.



Abbildung 39



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.

9. Sobald die Driver fertig installiert sind, erscheint das Dialogfeld Installation beendet. Klicken Sie auf **OK**.
10. Das Fenster **Installation Wizard Complete - Installationsassistent fertig** erscheint. Klicken Sie auf **Fertigstellen**.
11. 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 herunterladen (z.B. Adobe® Reader) oder das Fenster schließen.

12. Starten Sie den Computer gegebenenfalls neu.

Auf dem Desktop befinden sich jetzt Verknüpfungen.

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

4.2. ANSCHLUSS EINES PEL

Gehen Sie zum Anschließen eines PEL folgendermaßen vor:

1. Schließen Sie das Stromkabel an eine Steckdose an. Das Gerät schaltet sich ein.
2. Verbinden Sie PEL und Ihren PC mit dem mitgelieferten USB-Kabel.
3. Öffnen Sie PEL-Transfer (Doppelklick auf das **PEL-Icon**  am Desktop).

Das PEL-Transfer-Tool wird geöffnet:

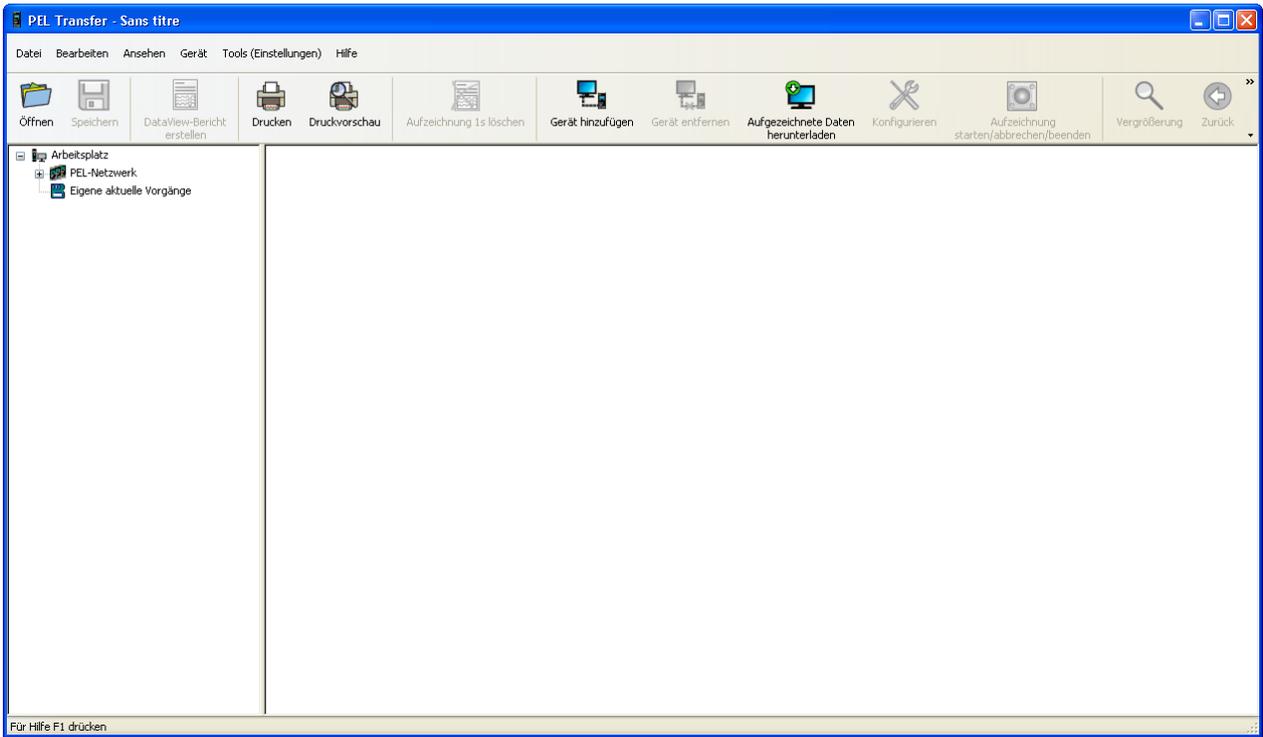


Abbildung 40

4. Es gibt mehrere Möglichkeiten, ein Gerät anzuschließen:

Im Menü **Gerät**, **Neues Gerät** wählen.

oder

In der Symbolleiste das Icon **Neues Gerät** anklicken.

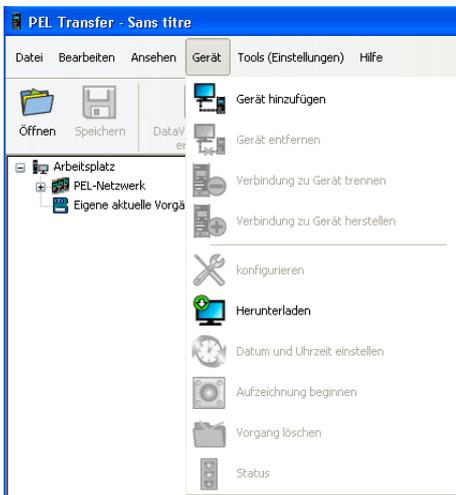


Abbildung 41



Abbildung 42

Das erste Dialogfeld des **Assistenten Neues Gerät** wird geöffnet.

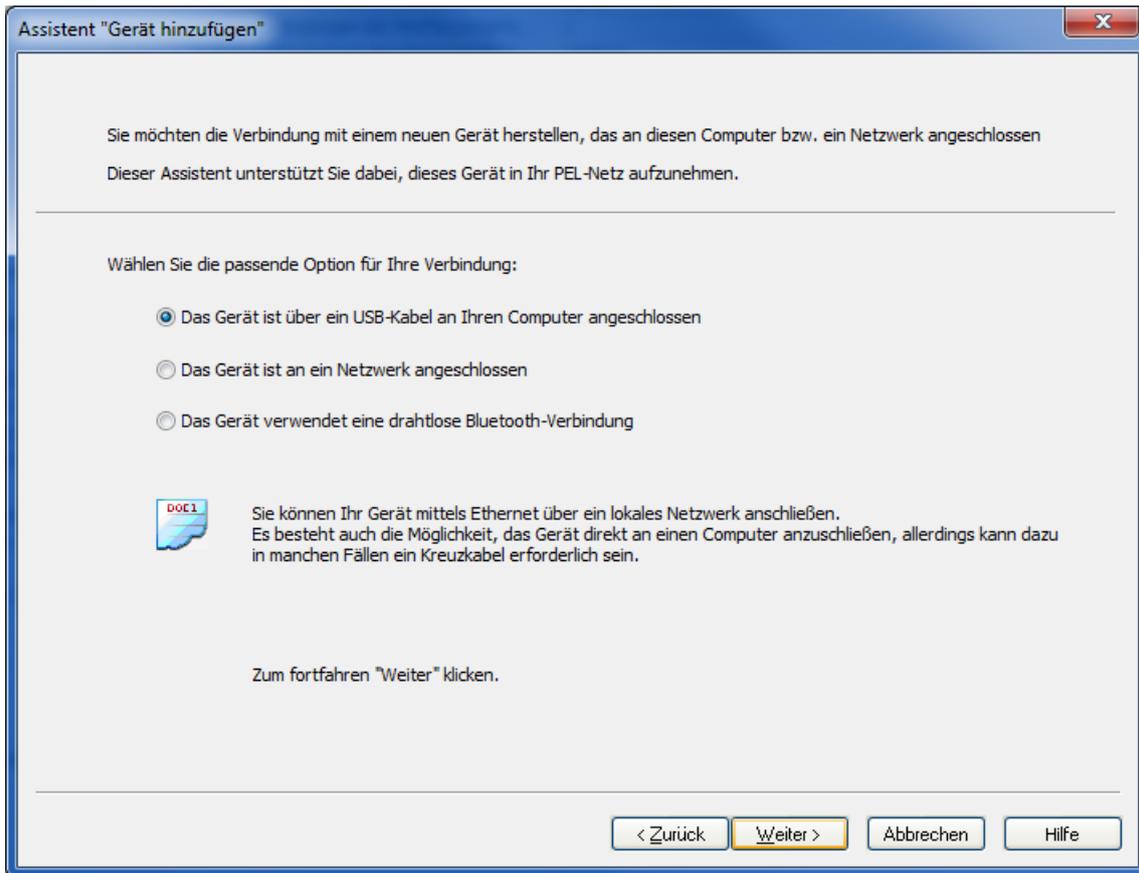


Abbildung 43

5. Wählen Sie die gewünschte Verbindungsart.



Hinweis: Die in diesem Kapitel gezeigten Dialogfelder entsprechen der jeweiligen Verbindungsart, die im ersten Dialogfeld gewählt wurde.

4.2.1. USB-ANSCHLUSS



Am einfachsten und schnellsten ist ein **USB-Anschluss**, daher empfehlen wir für den ersten Einsatz des PEL und PEL-Transfer-Tools diese Verbindungsart.

Alle Geräte, die via USB an den Computer angeschlossen sind, sind in diesem Dialogfeld aufgelistet.

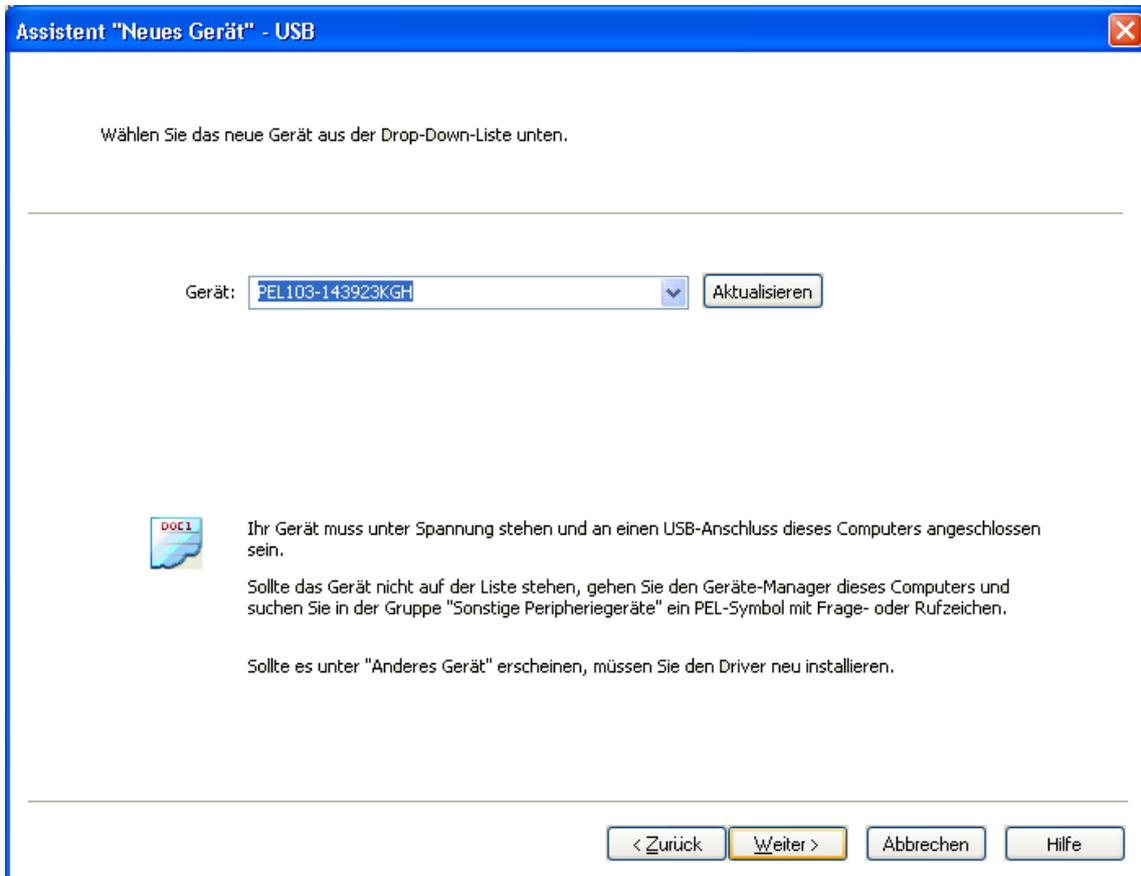


Abbildung 44

- Im Dropdown-Menü **Gerät** wählen Sie den gewünschten PEL und klicken dann auf **Weiter**.
- Sobald eine ordentliche Verbindung aufgebaut wurde, ist die Schaltfläche **Beenden** aktiv. Verlassen Sie den Assistenten mit **Beenden**.

Daraufhin wird das Gerät in die Liste **PEL-Netz** eingetragen.

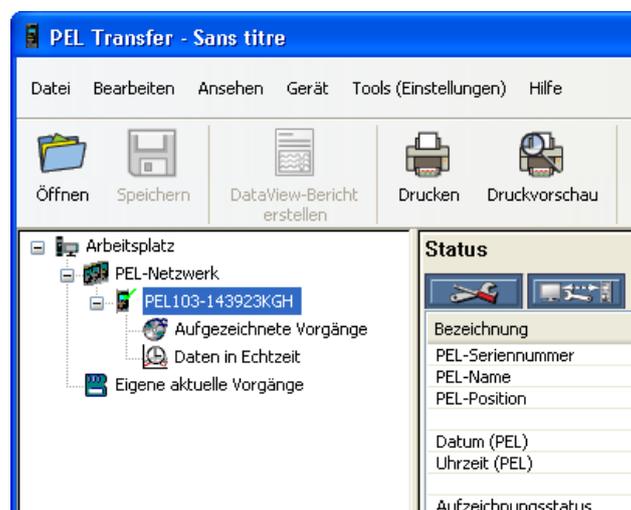


Abbildung 45

Der Eintrag verbleibt, solange er vom Benutzer nicht gelöscht wird.

Um den Eintrag zu löschen, klicken Sie auf das Icon **Gerät entfernen** in der Symbolleiste.

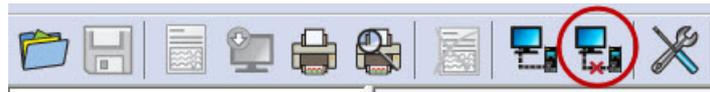


Abbildung 46

4.2.2. ETHERNET-ANSCHLUSS

Assistent "Neues Gerät" - Netzwerk

Geben Sie die IP-Adresse (v4) und den UDP-Anschluss des neuen Geräts an

Adresse:
Beispiel: 192.168.0.54

Port:
Beispiel: 3041

Ihr Gerät muss an das Netzwerk angeschlossen sein, unter Spannung stehen und eine IP-Adresse besitzen.

Je nach der gewählten Konfiguration wird dem Gerät entweder eine IP-Adresse aus dem Netzwerk zugeordnet (dynamische Adresse über den DHCP-Server) oder es erhält eine fixe Adresse.

Achtung: Der DHCP-Server ändert die dynamische Adresse regelmäßig.

Sollten Sie dem Gerät selbst eine IP-Adresse zuordnen, müssen Sie vorher sichergehen, dass diese Adresse nicht bereits von einem anderen Gerät im Netzwerk belegt ist!

Sollten Ihr Computer und das Gerät nicht im selben Subnetz angeschlossen sein, geben Sie die Subnetz-Adresse des Geräts ein und lassen es mit "Suchen" auffinden.

Abbildung 47

- Im Adressfeld die IP-Adresse des PEL eintragen.
 - PEL 103: Das Menü Informationen des Geräts wählen und bis zur **IP Addr** ablaufen lassen (siehe Abs. 3.5.5).
 - PEL 102: Man benötigt eine USB- oder Bluetooth-Verbindung, um die IP-Adresse des Geräts in Erfahrung zu bringen (siehe Abs. 4.3.2).
- Standardmäßig wird für den PEL Anschluss 3041 (UDP) verwendet, Sie können die Konfiguration aber ändern. Der Anschluss lässt sich nur über eine USB- oder Bluetooth-Verbindung feststellen (siehe Abs. 4.3.2).



Hinweis: Wenn Sie die IP-Adresse nicht kennen und PEL im selben Subnetz wie der Computer angeschlossen sein, geben Sie die IP-Adresse des Subnetzes ein (z.B. 192.168.0.1) und lassen es mit **Suchen** (rechts neben dem Adressfeld) auffinden. Ist der Suchvorgang erfolgreich, haben Sie damit die IP-Adresse für die einzelnen PEL-Anschlüsse im Subnetz.

- Wenn IP-Adresse und Anschluss eingegeben sind „Next (Weiter)“ klicken.
- Sobald eine ordentliche Verbindung aufgebaut wurde, ist die Schaltfläche Beenden aktiv. Verlassen Sie den Assistenten mit **Beenden**.
- Daraufhin wird das Gerät in die Liste **PEL-Netz** eingetragen. Der Eintrag verbleibt, solange er nicht gelöscht wird (siehe Abs. 4.2.1).

4.2.3. BLUETOOTH-VERBINDUNG



Hinweis: Um die Bluetooth-Modules-Verbindung aktivieren zu können, müssen die Bluetooth-Peripheriegeräte am PC und PEL aktiv und in Betrieb sein.

Im Dialogfeld der Bluetooth-Verbindung steht PEL unter seinem Namen auf der Liste bzw. unter der Nummer des COM-Anschlusses, dem es zugeordnet ist.

Wenn das Tool den PEL unter seinem Namen ablesen kann, wird es im Dropdown-Menü entsprechend verzeichnet.

Andernfalls muss man den COM-Anschluss, dem die Bluetooth-Verbindung des PEL zugeordnet ist, auswählen. So finden Sie den COM-Anschluss heraus: Mit Doppelklick auf den PEL-Eintrag öffnen Sie das Dialogfeld „BlueTooth-Peripheriegeräte“ (wodurch ein weiteres Dialogfeld „Eigenschaften“ erscheint). Hier wählen Sie die Registerkarte „Services“, der sie den COM-Anschluss, dem die Bluetooth-Verbindung des PEL zugeordnet ist, entnehmen können.

Für die Bluetooth-Verbindung muss die Bluetooth-Option am Computer aktiv und der PEL mit dem Computer gekoppelt sein. Dazu klickt man im Dialogfeld „BlueTooth-Peripheriegeräte“ - das durch Doppelklick auf das Bluetooth-Symbol aufgerufen wird - auf „Neues Peripheriegerät“. Das Bluetooth-Symbol befindet sich in der Taskleiste neben der Uhr.

Sollte der Logger weder unter seinem Namen noch unter dem COM-Anschluss in der Dropdown-Liste aufscheinen, sind folgende Punkte zu prüfen: Ist das Gerät eingeschaltet? Ist Bluetooth aktiv? Ist PEL im Dialogfeld „BlueTooth-Peripheriegeräte“ verzeichnet? Ist Bluetooth am PEL aktiv? Sichtbarkeit und sonstige Bluetooth-Optionen können beim ersten Mal über einen USB-Anschluss festgelegt und konfiguriert werden.

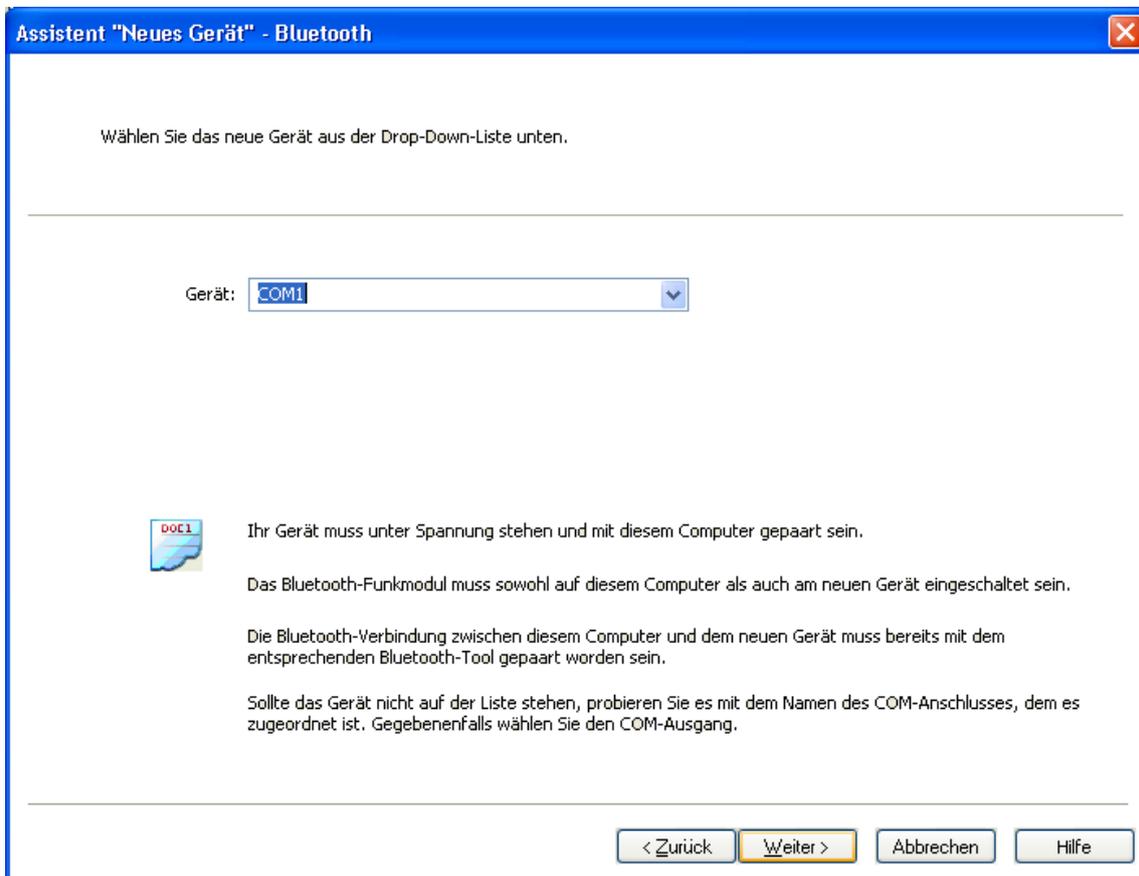


Abbildung 48

- In der Dropdown-Liste **Gerät** wählen Sie den gewünschten PEL und klicken dann auf **Weiter**.
- Sobald eine ordentliche Verbindung aufgebaut wurde, ist die Schaltfläche **Beenden** aktiv. Verlassen Sie den Assistenten mit **Beenden**.
- Daraufhin wird das Gerät in die Liste **PEL-Netz** eingetragen. Der Eintrag verbleibt, solange er nicht gelöscht wird (siehe Abs. 4.2.1).

4.3. GERÄTEKONFIGURATION

Gehen Sie zur Programmierung eines PEL folgendermaßen vor:

1. Öffnen Sie **PEL-Transfer** und schließen Sie ein Gerät an (siehe Abs. 4.4 und 4.2).
2. Dann im Menü **Gerät, Konfiguration** wählen (siehe Abs. 4.3).

Das Dialogfeld „Das Gerät konfigurieren“ hat fünf Registerkarten mit verschiedenen gerätespezifischen Optionen.



Während eine Aufzeichnung läuft, ist eine Änderung der Gerätekonfiguration nicht möglich. In diesem Fall muss vorher **Aufzeichnung beenden** angeklickt werden.

4.3.1. OPTIONEN DER REGISTERKARTE „ALLGEMEINES“

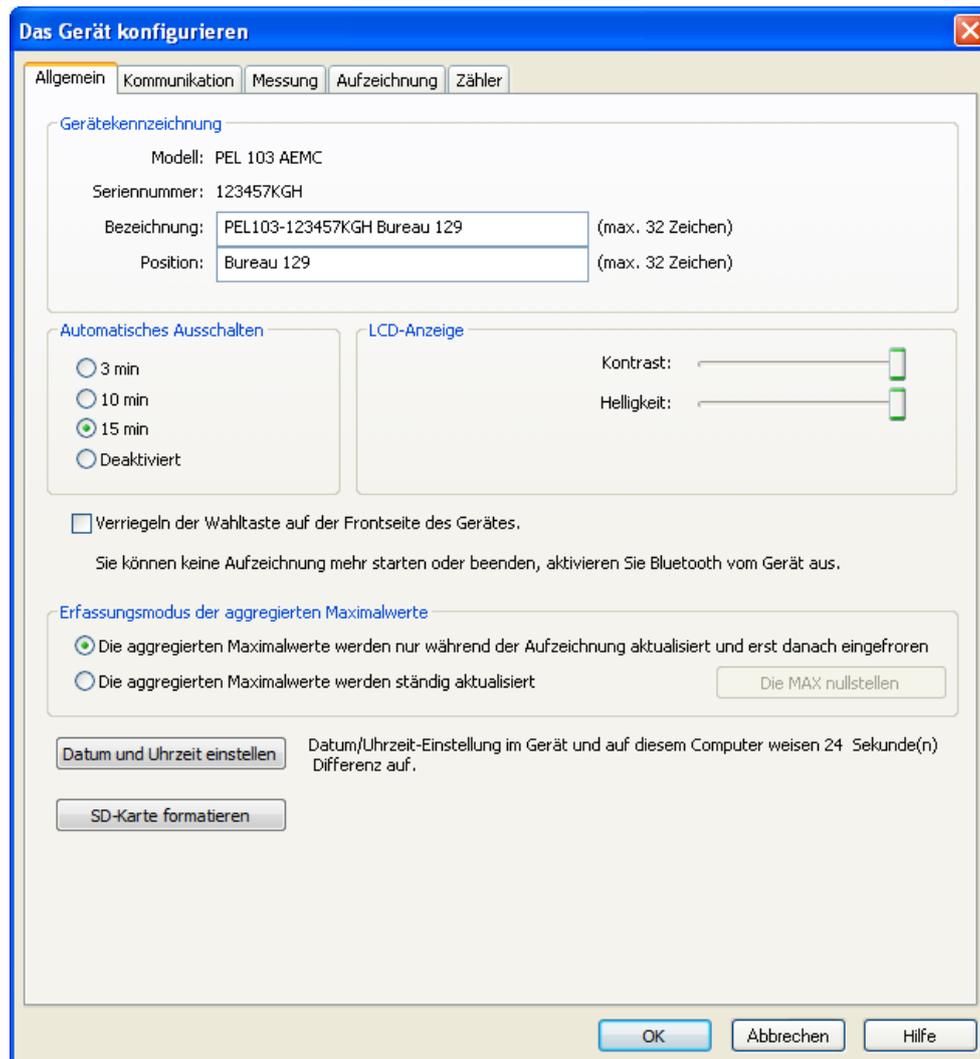


Abbildung 49

- **Name:** Bezeichnung für den PEL. Standardmäßig das Gerätemodell und die Seriennummer.
- **Position:** Position des PEL.
- **Abschaltautomatik:** Ein-/Ausschalten der Abschaltautomatik.
- **Kontrast der LCD-Anzeige:** Kontrast der LCD-Anzeige des Geräts.
- **Helligkeit der LCD-Anzeige:** Anzeige-Helligkeit für den Normalmodus.
- **Wahltaste an der Gerätevorderseite sperren:** Sperren bzw. freigeben der Wahl-taste. Die Eingabe- und die Navigationstaste (PEL 103) werden dadurch nicht gesperrt.
- Beim Aufzeichnungsstart wird der aggregierte Maximalwert rückgesetzt.
- Der aggregierte Maximalwert wird laufend bestimmt, unabhängig davon, Aufzeichnungen laufen oder nicht. Rückgesetzt

wird dann, wenn die Einstellungswerte sich ändern, bzw. ein Rücksetzen ist auch manuell möglich (außer während einer Aufzeichnung).

- **Datum und Uhrzeit einstellen:** Öffnet das Dialogfeld, in dem Datum und Uhrzeit des Geräts eingestellt werden.
- **SD-Karte formatieren:** Formatiert die SD-Karte im Gerät.

4.3.2. OPTIONEN DER REGISTERKARTE „KOMMUNIKATION“

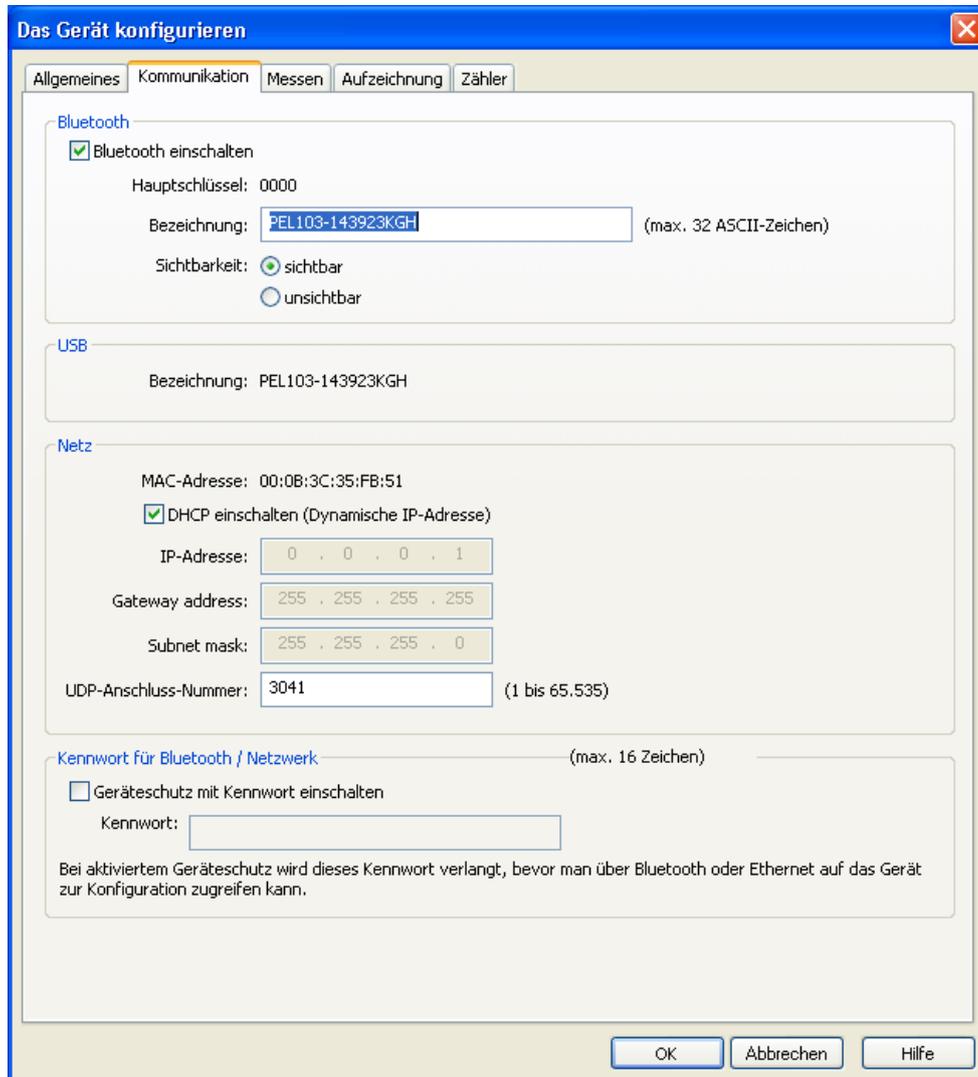


Abbildung 50

Die Registerkarte „Kommunikation“ umfasst folgende Optionen:

- **Bluetooth einschalten:** Ankreuzfeld zum Ein- und Abschalten des Bluetooth-Moduls am Gerät.
- **Hauptschlüssel:** Anzeige des Bluetooth-Hauptschlüssels zur Koppelung des PEL an einen Computer. Dieser Code lässt sich nicht ändern.
- **Name:** Hier wird eingegeben, welcher Name bei der Koppelung des PEL angezeigt werden soll. Nur ASCII-Zeichen möglich.
- **Sichtbarkeit:** Verschleiert das Vorhandensein des Geräts vor Computer-Suchoptionen.
- **Name (USB):** PEL-Name in der Geräteliste (nicht änderbar).
- **MAC-Adresse:** MAC-Adresse des PEL.
- **DHCP einschalten (Dynamische IP-Adresse):** Ankreuzfeld zum Ein- und Abschalten von DHCP am PEL.
- **IP-Adresse:** Bei deaktiviertem DHCP kann dem Gerät hier eine IP-Adresse zugeordnet werden.
- **UDP-Port-Nummer:** Hier wird die Anschlussnummer für das Gerät eingegeben.
- **Geräteschutz mit Kennwort einschalten:** Aktiviert die Eingabe eines Kennwortes für die PEL-Konfiguration.
- **Kennwort:** Bei aktiviertem Kennwortschutz wird hier das Kennwort festgelegt, das eingegeben werden muss.

4.3.3. OPTIONEN DER REGISTERKARTE „MESSEN“

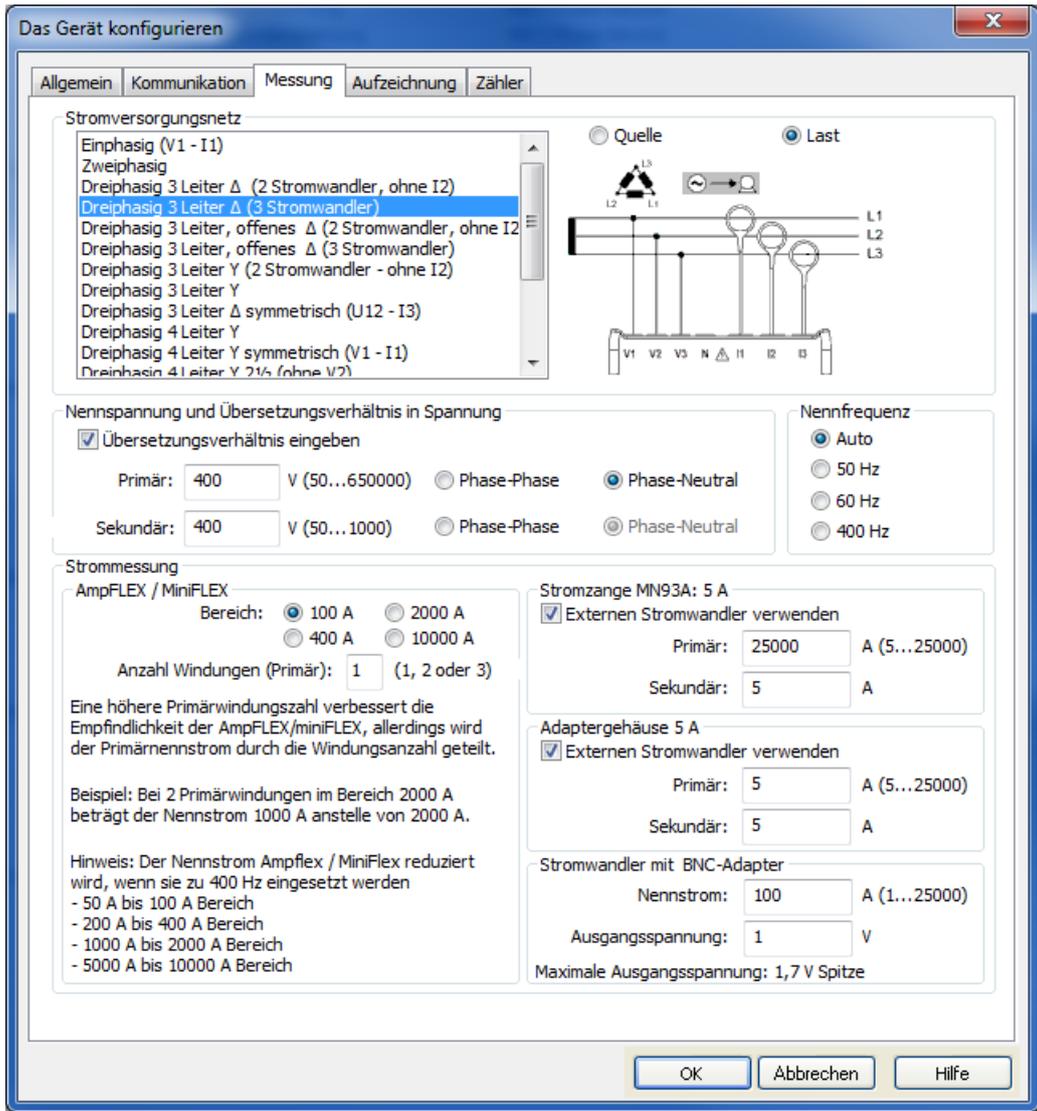


Abbildung 51

Die Registerkarte „Messen“ umfasst folgende Optionen:

- **Stromversorgungsnetz:** Eingabe des Stromversorgungsnetzes, an das der PEL angeschlossen wird. Welche Netze PEL stützt entnehmen Sie bitte siehe Abs. 3.4.
Mit „DC 2, 3 oder 4-Leiter“ sind nur DC-Messungen möglich. Mit „Andere Netze“ sind nur AC-Messungen möglich..
- **Last/Quelle:** Phasenverschiebung im Netz kontrollieren. Bei eingeführter Energie wählen Sie „Last“ und bei ausgeführter Energie „Quelle“
- **Übersetzungsverhältnis eingeben:** Aktiviert ein Übersetzungsverhältnis für den PEL.
 - **Primär:** Festlegen der Primärspannung des Übersetzungsverhältnisses und ob Spannung zwischen den Phasen oder Phase und Neutralleiter.
 - **Sekundär:** Festlegen der Sekundärspannung des Übersetzungsverhältnisses und ob Spannung zwischen den Phasen oder Phase und Neutralleiter.

Hinweis: Für Sekundär wird auf der PEL-103-Anzeige eine Phasen-Phasen-Spannung angezeigt, wenn die Primärspannung Phase-Phase ist, und eine Phase-Neutral-Spannung, wenn die Primärspannung Phase-Neutral ist.

Übersetzungsverhältnisse

Eigenschaft	Bereich	Inkmente
Primärspannung	50 V bis 650.000 V	1 V
Sekundärspannung	50 V bis 1.000 V	1 V

- **Nennfrequenz:** Eingabe der Standardfrequenz des Versorgungsnetzes.
 - **Auto:** PEL erfasst die Stromfrequenz im Versorgungsnetz.
 - **50 Hz, 60 Hz und 400 Hz:** PEL verwendet die jeweilige Frequenz für die Messungen.

Hinweis: Bei Versorgungsnetzen mit Frequenzschwankungen kann es im AUTO-Modus zu Ungereimtheiten kommen.

4.3.4. STROMWANDLER UND ÜBERSETZUNGSVERHÄLTNISSE

Verhältnisse und Stromwandler werden automatisch festgelegt. Erfasst wird der Stromwandler an Kanal 1. Wenn dieser unbelegt ist, wird der Stromwandler an Kanal 2 erfasst. Wenn sowohl Kanal 1 als auch Kanal 2 unbelegt sind, wird Kanal 3 erfasst.



Hinweis: Alle Stromwandler müssen vom selben Typ sein, andernfalls wird nur das Modell an I1 zur Auswahl der Stromwandler verwendet.

Näheres mit den genauen Stromwandler-Spezifikationen finden Sie unter Abs. 5.2.4.

- **MiniFLEX/AmpFLEX :** Strombereich der AmpFLEX®/MiniFLEX® festlegen.
 - **Anzahl Windungen der AmpFLEX/MiniFLEX-Stromwandler um Phasen/Neutralleiter:** Eingabe der Wicklungsanzahl der AmpFLEX®/MiniFLEX®-Stromwandler um den Leiter..

Hinweis: Der Max. Strom der AmpFLEX®/MiniFLEX®-Stromwandler (max. Bereichswert) wird durch die Windungsanzahl geteilt.

- **Stromzange MN93A (5 A) :** Eingabe des Primär-Nennstroms eines externen Wandlers, der mit der Zange MN93A im Bereich 5A verwendet wird.
- **Adapter 5 A :** Eingabe des Primär-Nennstroms eines externen Wandlers, der mit dem Adapter im Bereich 5A verwendet wird.
- **Stromwandler mit BNC-Adapter :** Eingabe des Primär-Nennstroms eines Stromwandlers, der mit dem BNC-Adapter verwendet wird. Der Primär-Nennstrom generiert eine 1V Spannung am Wandlerausgang. Die Scheitelspannung am Ausgang überschreitet 1,7 V nicht.



Warnhinweis: Das Potential der BNC-Adapter-Leiter und der Stromwandlerleiter, die an den BNC-Adapter angeschlossen sind, entspricht dem des Neutralleiteranschlusses am PEL. Wenn der Neutralleiteranschluss unabsichtlich an eine Phasenspannung angeschlossen ist, kann der Stromwandler, der über den BNC-Adapter mit dem PEL verbunden ist, an der Phase liegen. Um Stromschläge und Kurzschlüsse zu vermeiden, dürfen immer nur IEC 61010-2-032 normgerechte Stromwandler verwendet werden.



Hinweis: Nennstrom I bzw. Primärstrom erscheinen auf der Anzeige des PEL 103. Es wird kein Sekundärstrom angezeigt.

Übersetzungsverhältnisse des Stroms

Eigenschaft	Bereich	Inkrement
Primärstrom	5 A bis 25.000 A	1 A
Sekundärstrom	5 A	-

Tabelle 10



Hinweis: Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, andernfalls lehnt PEL-Transfer die Konfiguration ab.

- Primär-Nennspannung TT > Sekundär-Nennspannung TT
- Primär-Nennspannung TT x Primär-Nennstrom TC < 650 MVA

4.3.5. OPTIONEN DER REGISTERKARTE „AUFZEICHNUNG“

Abbildung 52

Die Registerkarte „Aufzeichnung“ umfasst folgende Optionen:

- **Name des Vorgangs:** Eingabe eines Namens für den Speichervorgang.



Hinweis: Wenn man im Namen des Speichervorgangs %d einfügt, wird dieser bei jedem neuem Vorgang automatisch weiter nummeriert.

- **Aufzeichnung sofort starten:** Wenn angekreuzt, startet eine Aufzeichnung sofort nachdem die Konfiguration übernommen wurde.
- **Aufzeichnung festlegen:** Ankreuzfeld. Hier werden Startdatum und –zeit für die Aufzeichnung eingegeben.
- **Messdauer:** Dropdown-Menü mit einer Auswahl an Aufzeichnungszeiträumen.
- **Aggregationszeitraum der Entwicklungskurven:** Festlegen des Aggregationszeitraums der gemittelten Messungen.
- **Auch alle im Sekundentakt gemessenen Werte aufzeichnen:** Festlegen, ob die „1s“-Daten auch aufgezeichnet werden sollen.
- **Mit Oberschwingungsordnungen (Strom und Spannung):** Festlegen, ob die Oberschwingungsdaten auch aufgezeichnet werden sollen.

4.3.6. OPTIONEN DER REGISTERKARTE „ZÄHLER“

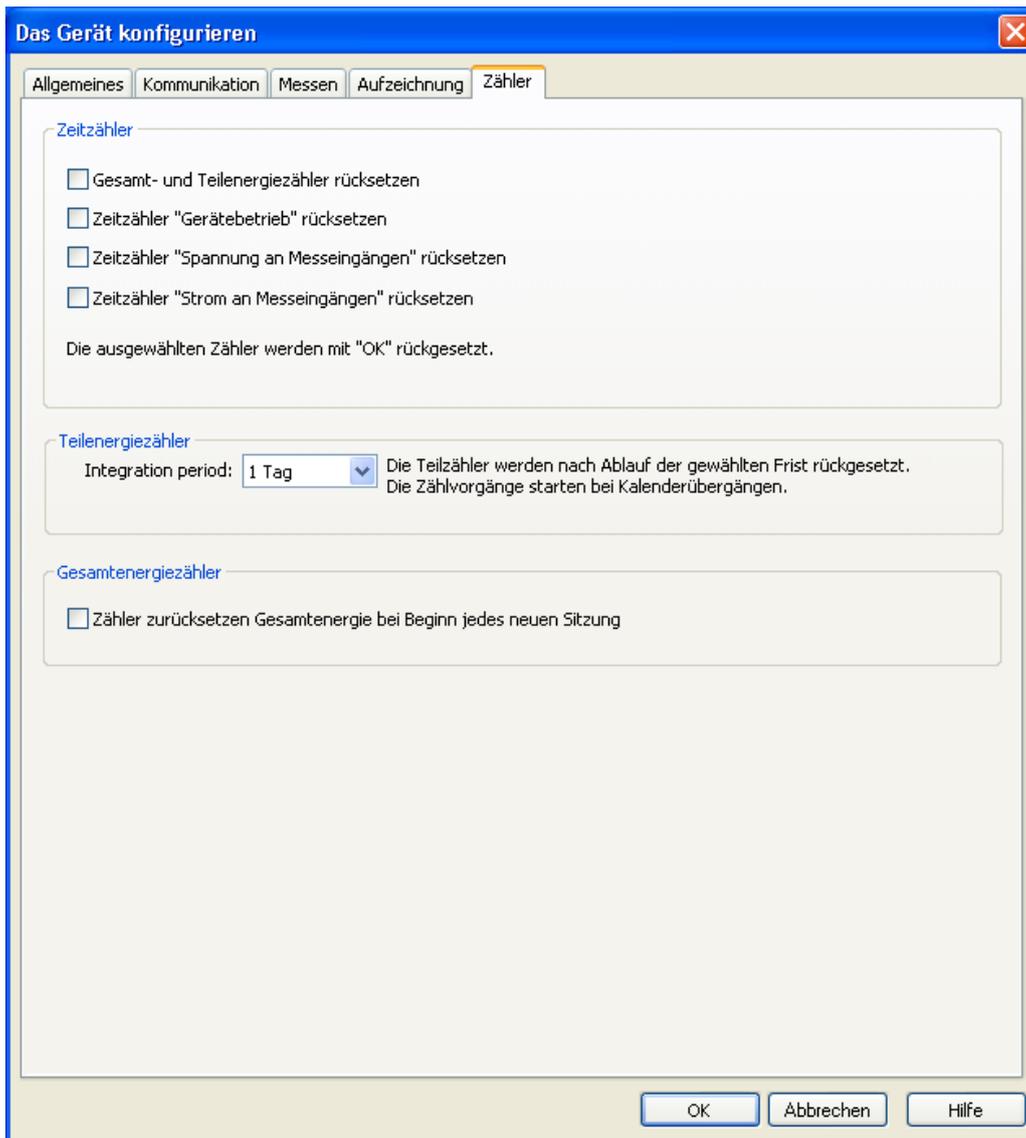


Abbildung 53

Die Registerkarte „Zähler“ umfasst folgende Optionen:

- **Gesamt- und Teilenergiezähler rücksetzen:** Ankreuzfeld zum Reinitialisieren der Energiezähler des Geräts.



Hinweis: Bei jedem neuen Aufzeichnungsstart werden die Gesamt- und Teilenergiezähler automatisch Null gestellt.

- **Zeitähler „Gerätebetrieb“ rücksetzen:** Ankreuzfeld zum Reinitialisieren des Betriebsdauerzählers des Geräts.
- **Zeitähler „Spannung an Messeingängen“ rücksetzen:** Ankreuzfeld zum Reinitialisieren des Spannungszählers.
- **Zeitähler „Strom an Messeingängen“ rücksetzen:** Ankreuzfeld zum Reinitialisieren des Stromzählers.
- **Integrationsperiode:** Hier wird den Teilenergiezählern des Geräts ein Zeitraum zugeordnet.
- **Zähler zurücksetzen Gesamtenergie bei Beginn jeder neuen Sitzung.**

4.4. PEL TRANSFER

Das Hauptmenü oben am Bildschirm umfasst folgende Befehle:

Datei



Öffnen - Einen bereits vorhandenen Speichervorgang öffnen.



Schließen - Den offenen Speichervorgang beenden.



Speichern - Den offenen Speichervorgang speichern.



Speichern unter - Den offenen Speichervorgang unter einem anderen Namen speichern.



Bericht erstellen - Einen Bericht auf Grundlage des gewählten Vorgangs erstellen.



An Tabellen-Kalkulationsprogramm senden - Die Messungen des offenen Speichervorgangs in einer Tabellen-Kalkulationsdatei abspeichern.



Drucken - Den Inhalt des Datenrahmens ausdrucken.



Seitenansicht - Druckvoransicht für den Datenrahmen.



Druckvorgang einrichten - Verschiedene Druckoptionen festlegen.

Beenden - PEL-Transfer beenden.

Bearbeiten



Adressbuch bearbeiten - Adressen für den gewählten Speichervorgang eingeben.



Eigenschaften des Vorgangs anzeigen - Verschiedene Einstellungen des gewählten Speichervorgangs ändern.



Aufzeichnung „1s“ löschen - Die im Sekundentakt gespeicherten Aufzeichnungen des gewählten Vorgangs entfernen.

Ansicht



Symbolleiste einrichten - Symbole auf der Symbolleiste hinzufügen bzw. daraus löschen.



Vergrößerung - Den Cursor in eine Lupe verwandeln, mit der man die Grafik vergrößert.



Letzte Vergrößerung - Die letzte Vergrößerungsstufe der Grafik wiederherstellen.



Vergrößern (+) - Den Vergrößerungsfaktor der Grafik steigern.



Verkleinern (-) - Den Vergrößerungsfaktor der Grafik reduzieren.



Alles vergrößern - Den Vergrößerungsfaktor der Grafik so anpassen, dass alle Daten angezeigt werden können.



Anzeigefenster festlegen - Den Zeitraum festlegen, der in der Grafik angezeigt werden soll.



Zurück - Zur letzten Anzeige zurückkehren.



Weiter - Zur nächsten Anzeige weitergehen.

Gerät



Neues Gerät - Ein im PEL-Netz ausgewähltes neues Gerät hinzufügen.



Gerät entfernen - Ein im PEL-Netz ausgewähltes Gerät wieder entfernen.



Verbindung zu Gerät trennen - Die Verbindung mit dem gewählten Gerät unterbrechen.



Verbindung zu Gerät herstellen - Die Verbindung mit dem gewählten Gerät herstellen.



Konfigurieren - Konfigurationsdialogfeld für das gewählte Gerät anzeigen.



Herunterladen - Den gewählten Vorgang vom entsprechenden Gerät herunterladen.



Datum und Uhrzeit einstellen - Das Dialogfeld öffnen, in dem Datum und Uhrzeit der Geräte eingestellt werden.



Start/Stopp der Aufzeichnung - Die Beschriftung hängt vom Gerätestatus ab. Wenn das Gerät gerade nicht aufzeichnet, steht dort „Aufzeichnung beginnen“ und öffnet das Dialogfeld Aufzeichnung, wo die Aufzeichnung gestartet werden kann. Wenn das Gerät gerade aufzeichnet, steht dort „Aufzeichnung beenden“ und beendet die Aufzeichnung.



Vorgang löschen - Den gewählten Speichervorgang aus dem Gerät löschen.



Status - Den Status des Geräts anzeigen, das im Datenrahmen gewählt wurde.

Tools (Einstellungen)



Farben - Die Farben für die verschiedenen Messkurven in der Grafik festlegen.



Puffer - Die Pufferoptionen für die Download-Daten im Dialogfeld festlegen.



Bericht auswählen - Das Dialogfeld „Vorlagen“ öffnen, wo eine Standardvorlage für die Auswertungsberichte gewählt werden kann.



Optionen - Verschiedene Programmooptionen festlegen.

Hilfe



Hilfe-Themen - Hilfe-Themen für PEL-Transfer auflisten.



PEL-Bedienungsanleitung - Bedienungsanleitung des Geräts anzeigen.



Update - Chauvin-Arnoux-Website öffnen und die jüngste Software-Version und Firmware für das Gerät feststellen.



Info zu - Entsprechendes Dialogfeld öffnen.

4.5. HERUNTERLADEN DER IM GERÄT GESPEICHERTEN DATEN

Die im Gerät gespeicherten Aufzeichnungen werden mit dem Download-Befehl auf eine Datenbank im PC heruntergeladen.

Aufzeichnung herunterladen:

1. Im PEL- Baumdiagramm **Aufgezeichnete Vorgänge** den gewünschten Vorgang wählen.
2. Dann im Menü **Gerät Herunterladen Speicherdaten** wählen bzw. in der Symbolleiste auf **Herunterladen** klicken. Die auf-gezeichneten Daten werden daraufhin auf den Computer geladen.

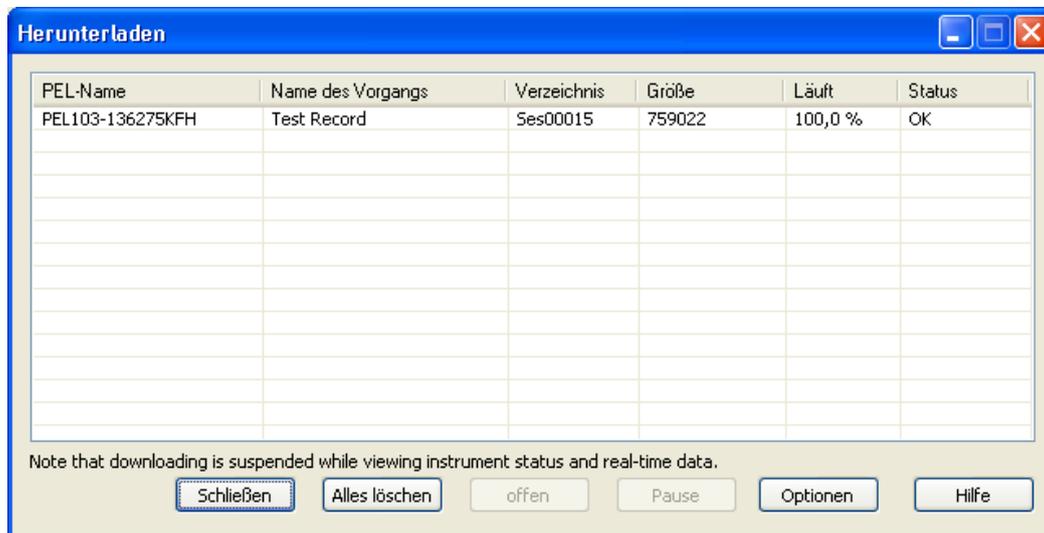


Abbildung 54

3. Wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist: Den Speichervorgang wählen und **Öffnen**. Der Vorgang erscheint unter **Eigene aktuelle Vorgänge** im Navigationsbaum.
4. Wenn Sie nun verschiedene Elemente unter dem Speichervorgang in **Eigene aktuelle Vorgänge** wählen, werden die entsprechenden Daten im Datenrahmen angezeigt.



Von einer laufenden Aufzeichnung können die Datenwerte „1s“ und die Oberschwingungen nicht geladen werden.

5. TECHNISCHE DATEN

5.1. REFERENZBEDINGUNGEN

Eigenschaft	Referenzbedingungen
Umgebungstemperatur	23 ± 2 °C
Relative Luftfeuchte	[45% r.F.; 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%)
Phasenspannung	[100 V _{RMS} ; 1000 V _{RMS}] ohne DC (< 0.5%)
Eingangsspannung an den Stromeingängen (außer AmpFLEX® / MiniFLEX®)	[50 mV; 1,2 V] ohne DC (< 0.5%) für AC-Messungen, ohne AC (< 0.5%) für DC-Messungen
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 11

5.2. ELEKTRISCHE DATEN

5.2.1. SPANNUNGSEINGÄNGE

Betriebsspanne: bis zu 1 000 V_{RMS} für den Phase-Neutral-Spannungen
bis zu 1 700 V_{RMS} für den Spannungen zwischen den Phasen



Hinweis: Phase-Neutral-Spannungen unter 2V und Phasenspannungen unter $2\sqrt{3}$ werden nullgestellt.

Eingangsimpedanz: 1908 kΩ (Phase-Neutral)

Max. zul. Überlast: 1100 V_{RMS} (Phase-Neutral)

5.2.2. STROMEINGÄNGE



Hinweis: Stromwandler-Ausgaben sind Spannungen.

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

Eingangsimpedanz: 1 MΩ (außer Stromwandler AmpFLEX/MiniFLEX) :
12,4 kΩ (Stromwandler AmpFLEX/MiniFLEX)

Max. zul. Überlast: 1,7 V

5.2.3. SPEZIFIKATIONEN EIGENUNSIKERHEIT (OHNE STROMWANDLER)

5.2.3.1. Spezifikationen 50/60 Hz

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit
Frequenz (f)	[42,5 Hz ; 69 Hz]	$\pm 0,1$ Hz
Spannung Phase-Null (V)	[10 V ; 1000 V]	$\pm 0.2\% \pm 0.2$ V
Spannung Phase-Phase (U)	[17 V ; 1700 V]	$\pm 0.2\% \pm 0.4$ V
Strom (I) ohne Stromwandler *	[0,2% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0.2\% \pm 0.02\%$ Inom
Wirkleistung (P)	PF = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,5\% \pm 0,005\%$ Pnom
	PF = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,7\% \pm 0,007\%$ Pnom
Blindleistung (Q)	Sin $\varphi = 1$ V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 1\% \pm 0,01\%$ Qnom
	Sin $\varphi = [0,5$ induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 1\% \pm 0,015\%$ Qnom
	Sin $\varphi = [0,5$ induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 1,5\% \pm 0,015\%$ Qnom
	Sin $\varphi = [0,25$ induktiv ; 0,25 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 3,5\% \pm 0,003\%$ Qnom
Scheinleistung (S)	V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,5\% \pm 0,005\%$ Snom
Leistungsfaktor (PF)	PF = [0,5 induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,05$
	PF = [0,2 induktiv ; 0,2 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,1$
Tan Φ	Tan $\Phi = [\sqrt{3}$ induktiv ; $\sqrt{3}$ kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,02$
	Tan $\Phi = [3,2$ induktiv ; 3,2 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,05$
Wirkenergie (Ep)	PF = 1 V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,5\%$
	PF = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,6 \%$
Blindenergie (Eq)	Sin $\varphi = 1$ V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 2\%$
	Sin $\varphi = [0,5$ induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 2\%$
	Sin $\varphi = [0,5$ induktiv ; 0,5 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 2,5\%$
	Sin $\varphi = [0,25$ induktiv ; 0,25 kapazitiv] V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 2,5\%$
Scheinenergie (Es)	V = [100 V ; 1000 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	$\pm 0,5\%$

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

Tabelle 12

- *Inom* entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe. Die Strom-Nennwerte entnehmen Sie bitte Tabelle 27 und Tabelle 28.
- *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 $Sin \varphi = 1$.
- *: Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1 V Nennwert Isolationsspannung, d.h. *INenn*. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler AmpFLEX® und MiniFLEX® sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle 28. Die Eigenunsicherheit des Stroms des Neutralleiters ist die maximale Eigenunsicherheit an I1, I2 und I3.

5.2.3.2. Spezifikationen 400 Hz

Mengen	Messbereich	Eigenunsicherheit
Frequenz (f)	[340 Hz ; 460 Hz]	± 0,1 Hz
Spannung Phase-Null (V)	[10 V ; 600 V]	± 0.5% ± 0.5 V
Spannung Phase-Phase (U)	[17 V ; 1000 V]	± 0.5% ± 0.5 V
Strom (I) ohne Stromwandler *	[0,2% Inom ; 120% Inom] ***	± 0.5% ± 0.05 % Inom
Wirkleistung (P)	PF = 1 V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	±2% ± 0,02% Pnom **
	PF = [0,5 induktiv ; 0,8 kapazitiv] V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	±3% ± 0,03% Pnom **
Wirkenergie (Ep)	PF = 1 V = [100 V ; 600 V] I = [5% Inom ; 120% Inom]	± 2% **

Tabelle 13

- *Inom* entspricht dem Strommesswert bei 50/60 Hz-Stromwandler-Ausgabe. Die Strom-Nennwerte entnehmen Sie bitte Tabelle 27 .
- *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. *INenn*. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler AmpFLEX® und MiniFLEX® sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle 28. 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 AmpFLEX® und MiniFLEX® ist der max. Strom auf 60% *INenn* bei 50/60 Hz beschränkt, weil sie hochempfindlich sind.

5.2.3.3. DC-Spezifikationen

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

Tabelle 14

- Inom entspricht dem Strommesswert bei 1V-Stromwandler-Ausgabe. Die Strom-Nennwerte entnehmen Sie bitte Tabelle 27 Pnom ist die Leistung für V = 1000 V, I = Inom
- *: Spezifikation der Eigenunsicherheit der Spannungseingänge (I) für einen Eingang mit 1 V Nennwert Isolationsspannung, d.h. INenn. Die Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung berechnet man, indem man die Eigenunsicherheit des Stromwandlers addiert. Für die Stromwandler AmpFLEX® und MiniFLEX® sind für diese Berechnung die Eigenunsicherheiten aus Tabelle 28.
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.

5.2.3.4. 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.

Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Stromphasenfolge

Netz-Type	Abkürzung	Folge Spannungsphasen	Bemerkungen
Einphasig 2 Leiter	1P-2W	Nein	
Einphasig 3 Leiter	1P-3W	Ja	$\varphi (I2, I1) = 180^\circ \pm 30^\circ$
Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)	3P-3W Δ 2	Ja	$\varphi (I1, I3) = 120^\circ \pm 30^\circ$ 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-3W Δ 3	Ja	$[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)	3P-3W03		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)	3P-3WY3		
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3W Δ B	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja	$[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5	3P-4WY2	Ja	$[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4W Δ	Ja	$[\varphi (I1, I3), \varphi (I3, I2), \varphi (I2, I1)] = 120^\circ \pm 30^\circ$
Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ	3P-4W0 Δ		
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	

Tabelle 15

Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Spannungsphasenfolge

Netz-Type	Abkürzung	Folge Spannungsphasen	Bemerkungen
Einphasig 2 Leiter	1P-2W	Nein	
Einphasig 3 Leiter	1P-3W	Ja	$\varphi (V2, V1) = 180^\circ \pm 10^\circ$
Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)	3P-3W Δ 2	Ja (an U)	$[\varphi (U12, U31), \varphi (U31, U23), \varphi (U23, U12)] = 120^\circ \pm 10^\circ$
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-3W Δ 3	Ja (an U)	$[\varphi (U12, U31), \varphi (U31, U23), \varphi (U23, U12)] = 120^\circ \pm 10^\circ$
Dreiphasig 3 Leiter (offenes Δ , 3 Stromwandler)	3P-3W03		
Dreiphasig 3 Leiter (Y, 3 Stromwandler)	3P-3WY3		
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3W Δ B	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja (an V)	$[\varphi (V1, V3), \varphi (V3, V2), \varphi (V2, V1)] = 120^\circ \pm 10^\circ$
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Nein	
Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5	3P-4WY2	Ja (an V)	$\varphi (V1, V3) = 120^\circ \pm 10^\circ$ No V2
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4W Δ	Ja (an U)	$\varphi (V1, V3) = 180^\circ \pm 10^\circ$ $[\varphi (U12, U31), \varphi (U31, U23), \varphi (U23, U12)] = 120^\circ \pm 10^\circ$
Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ	3P-4W0 Δ		
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	

Tabelle 16

Bedingungen zur Bestimmung der richtigen Phasenverschiebung Spannung/Strom

Netz-Type	Abkürzung	Folge Spannungsphasen	Bemerkungen
Einphasig 2 Leiter	1P-2W	Ja	$\varphi (I1, V1) = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last $\varphi (I1, V1) = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle
Einphasig 3 Leiter	1P-3W	Ja	$[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2)] = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last $[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2)] = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle
Dreiphasig 3 Leiter (Δ , 2 Stromwandler)	3P-3W Δ 2	Ja	$[\varphi (I1, U12), \varphi (I3, U31)] = 30^\circ \pm 60^\circ$ für Last $[\varphi (I1, U12), \varphi (I3, U31)] = 210^\circ \pm 60^\circ$ 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-3W Δ 3	Ja	$[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 30^\circ \pm 60^\circ$ für Last $[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 210^\circ \pm 60^\circ$ 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-3W Δ B	Ja	$\varphi (I3, U12) = 90^\circ \pm 60^\circ$ für Last $\varphi (I3, U12) = 270^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	Ja	$[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2), \varphi (I3, V3)] = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last $[\varphi (I1, V1), \varphi (I2, V2), \varphi (I3, V3)] = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	Ja	$\varphi (I1, V1) = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last $\varphi (I1, V1) = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter Y 2,5	3P-4WY2	Ja	$[\varphi (I1, V1), \varphi (I3, V3)] = 0^\circ \pm 60^\circ$ für Last $[\varphi (I1, V1), \varphi (I3, V3)] = 180^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle, kein V2
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4W Δ	Ja	$[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 30^\circ \pm 60^\circ$ für Last $[\varphi (I1, U12), \varphi (I2, U23), \varphi (I3, U31)] = 210^\circ \pm 60^\circ$ für Quelle
Dreiphasig 4 Leiter offenes Δ	3P-4W0 Δ		
DC 2 Leiter	DC-2W	Nein	
DC 3 Leiter	DC-3W	Nein	
DC 4 Leiter	DC-4W	Nein	

Tabelle 17

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

5.2.3.5. 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

5.2.3.6. Gleichtaktunterdrückung

Gleichtaktunterdrückung am Neutralleiter: typ. 140 dB

Beispiel: 230 V Spannung am Neutralleiter erhöht den Wert am Wandlerausgang *AmpFLEX®* und *MiniFLEX®* um 23 µV, das bedeutet einen Fehler von 230 mA bei 50 Hz. Bei den anderen Wandlern ist das ein zusätzlicher Fehler von 0,02% Inom.

5.2.3.7. Auswirkung eines Magnetfelds

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

5.2.4. STROMWANDLER

5.2.4.1. Bedienungshinweise



Hinweis: 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.

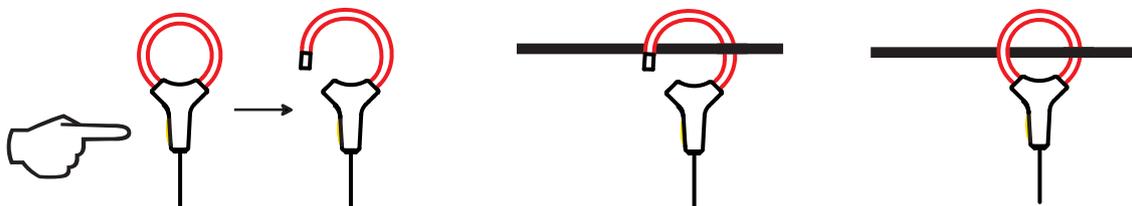
5.2.4.2. Eigenschaften

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

a) *MiniFLEX®* MA193

Mit der flexiblen Stromwandler *MiniFLEX®* MA193 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® MA193	
Nennbereich	100/400/2000 A _{AC}
Messbereich	50 mA bis 2400 A _{AC}
Max. Umschließungsdurchmesser	Länge = 250 mm; Ø = 70 mm Länge = 350 mm; Ø = 100 mm
Auswirkung der Leiterposition im Wandler	≤ 2,5%
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	≤ 1% bei Berührung des Leiters mit dem Wandler und ≤ 2% beim Klickverschluss
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III

Tabelle 18

Hinweis: Die Ströme < 0,05 % des Nennbereichs werden rückgesetzt.
Nennbereiche auf 50/200/1000/5000 A_{AC} bei 400 Hz reduziert
Der Bereich 10 000 A funktioniert mit dem Vorbehalt, dass der MiniFLEX® um den Leiter gelegt werden kann.

b) Stromzange PAC93

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

Stromzange PAC93	
Nennbereich	1000 A _{AC} , 1400 A _{DC} max
Messbereich	1 bis 1000 A _{AC} , 1 bis 1300 A _{PEAK AC+DC}
Max. Umschließungsdurchmesser	Ein 42mm Leiter oder zwei 25,4mm Leiter oder zwei Bus-Leisten 50x5mm
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%, DC bis 440 Hz
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	< 10 mA/A, bei 50/60 Hz
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III

Tabelle 19

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

c) Stromzange C193

Stromzange C193	
Nennbereich	1000 A _{AC} für f ≤ 1 kHz
Messbereich	0,5 A bis 1200 A _{AC} 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	< 0,5 mA/A, bei 50/60 Hz
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III

Tabelle 20

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

d) AmpFLEX® A193

AmpFLEX® A193	
Nennbereich	100/400/2000/10000 A _{AC}
Messbereich	0,05 bis 12000 A _{AC}
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	≤ 1% beliebig und ≤ 2% beim Klickverschluss
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III

Tabelle 21

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

e) Stromzange MN93

Stromzange MN93	
Nennbereich	200 A _{AC} für f ≤ 1 kHz
Messbereich	0,5 bis 240 A _{AC} 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	≤ 15 mA/A
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III

Tabelle 22

Hinweis: Die Ströme < 100 mA werden rückgesetzt.

f) Stromzange MN93A

Stromzange MN93A	
Nennbereich	5 A und 100 A _{AC}
Messbereich	5 A: 0,01 bis 6 A _{AC} max; 100 A: 0.2 bis 120 A _{AC} max
Max. Umschließungsdurchmesser	20 mm
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%, bei 50/60 Hz
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	≤ 15 mA/A, bei 50/60 Hz
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III

Tabelle 23

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 E3N

Stromzange E3N	
Nennbereich	10 A _{AC/DC} , 100 A _{AC/DC}
Messbereich	0,01 bis 100 A _{AC/DC}
Max. Umschließungsdurchmesser	11,8 mm
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< 0,5%
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	-33 dB typischen, DC bis 1 kHz
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT IV, 600 V CAT III

Tabelle 24

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

h) Stromzange J93 und J193

Stromzange J93 und J193	
Nennbereich	3500 A _{AC} , 5000 A _{DC}
Messbereich	50 - 3 500 A _{AC} ; 50 - 5 000 A _{DC}
Max. Umschließungsdurchmesser	72 mm
Auswirkung der Leiterposition in der Klemme	< ± 2%
Auswirkung eines angrenzenden Leiters mit AC-Strom	> 35 dB typischen, DC bis 2 kHz
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 600 V CAT IV, 1000 V CAT III

Tabelle 25

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

h) Adapter 5A und Essailec®

Adapter 5 A und Essailec®	
Nennbereich	5 A _{AC}
Messbereich	0,005 bis 6 A _{AC}
Wandler-Eingänge	3
Sicherheit	IEC 61010-2-032, Verschmutzungsgrad 2, 300 V CAT III

Tabelle 26

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

5.2.4.3. Eigenunsicherheit

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

Folgende Eigenschaften sind die Bezugsbedingungen der Stromwandler.

Eigenschaften der Stromwandler mit einem Ausgang 1 V Inom

Stromwandler	Nennstromstärke	Strom (RMS oder DC)	Eigenunsicherheit bei 50/60 Hz	Eigenunsicherheit φ bei 50/60 Hz	Typische Abweichung φ bei 50/60 Hz	Typische Abweichung φ bei 400 Hz
Stromzange PAC193	1000 A _{DC}	[1 A; 50 A[	$\pm 1,5\% \pm 1 \text{ A}$	-	-	- 4,5°@ 100 A
		[50 A; 100 A[	$\pm 1,5\% \pm 1 \text{ A}$	$\pm 2,5^\circ$	-0,9°	
		[100 A; 800 A[	$\pm 2,5\%$	$\pm 2^\circ$	- 0,8°	
		[800 A; 1000 A[	$\pm 4\%$		- 0,65°	
Stromzange C193	1000 A _{AC}	[1 A; 50 A[	$\pm 1\%$	-	-	+ 0,1°@ 1000 A
		[50 A; 100 A[	$\pm 0,5\%$	$\pm 1^\circ$	+ 0,25°	
		[100 A; 1200 A[	$\pm 0,3\%$	$\pm 0,7^\circ$	+ 0,2°	
Stromzange MN93	200 A _{AC}	[0,5 A; 5 A[	$\pm 3\% \pm 1 \text{ A}$	-	-	-
		[5 A; 40 A[	$\pm 2,5\% \pm 1 \text{ A}$	$\pm 5^\circ$	+ 2°	- 1,5°@ 40 A
		[40 A; 100 A[	$\pm 2\% \pm 1 \text{ A}$	$\pm 3^\circ$	+ 1,2°	- 0,8°@ 100 A
		[100 A; 240 A[	$\pm 1\% \pm 1 \text{ A}$	$\pm 2,5^\circ$	$\pm 0,8^\circ$	- 1°@ 200 A
Stromzange MN93	100 A _{AC}	[200 mA; 5 A[	$\pm 1\% \pm 2 \text{ mA}$	$\pm 4^\circ$	-	-
		[5 A; 120 A[	$\pm 1\%$	$\pm 2,5^\circ$	+ 0,75°	- 0,5°@100 A
	5 A _{AC}	[5 mA; 250 mA[	$\pm 1,5\% \pm 0,1 \text{ mA}$	-	-	-
		[255 mA; 6 A[	$\pm 1\%$	$\pm 5^\circ$	+ 1,7°	- 0,5°@ 5 A
Stromzange E3N	100 A _{AC/DC}	[5 A; 40 A[	$\pm 4\% \pm 50 \text{ mA}$	$\pm 1^\circ$	-	-
		[40 A; 100 A[	$\pm 15\%$	$\pm 1^\circ$	-	-
	10 A _{AC/DC}	[50 mA; 250 A[	$\pm 3\% \pm 50 \text{ mA}$	$\pm 1,5^\circ$	-	-
Stromzange J93 J193	3500 A _{AC} 5000 A _{DC}	[50 A; 100 A[	$\pm 2\% \pm 2,5 \text{ A}$	$\pm 4^\circ$	-	-
		[100 A; 500 A[	$\pm 1,5\% \pm 2,5 \text{ A}$	$\pm 2^\circ$	-	-
		[500 A; 3500 A[	$\pm 1\%$	$\pm 1,5^\circ$	-	-
		]3500 A _{DC} ; 5000 A _{DC}[	$\pm 1\%$	-	-	-
Adapter 5A / Essailec®	5 A _{AC}	[5 mA; 250 mA[	$\pm 0,5\% \pm 2 \text{ mA}$	$\pm 0,5^\circ$	-	-
		[250 mA; 6 A[	$\pm 0,5\% \pm 1 \text{ mA}$	$\pm 0,5^\circ$		

Tabelle 27

Eigenschaften der AmpFLEX® und der MiniFLEX®

Stromwandler	Nennstromstärke	Strom (RMS oder DC)	Eigenunsicherheit bei 50/60 Hz	Eigenunsicherheit bei 400 Hz	Eigenunsicherheit φ bei 50/60 Hz	Typische Abweichung φ bei 400 Hz
AmpFLEX® A193 *	100 A _{AC}	[200 mA; 5 A]	± 1,2 % ± 50 mA	± 2 % ± 0,1 A	-	-
		[5 A; 120 A] *	± 1,2 % ± 50 mA	± 2 % ± 0,1 A	± 0,5°	- 0,5°
	400 A _{AC}	[0 8 A; 20 A]	± 1,2 % ± 0,2 A	± 2 % ± 0,4 A	-	-
		[20 A; 500 A] *	± 1,2 % ± 0,2 A	± 2 % ± 0,4 A	± 0,5°	- 0,5°
	2000 A _{AC}	[4 A; 100 A]	± 1,2 % ± 1 A	± 2 % ± 2 A	-	-
		[100 A; 2 400 A] *	± 1,2 % ± 1 A	± 2 % ± 2 A	± 0,5°	- 0,5°
10,000 A _{AC}	[20 A; 500 A]	± 1,2 % ± 5 A	± 2 % ± 10 A	-	-	
	[500 A; 12 000 A] *	± 1,2 % ± 5 A	± 2 % ± 10 A	± 0,5°	- 0,5°	
MiniFLEX® MA193 *	100 A _{AC}	[200 mA; 5 A]	± 1 % ± 50 mA	± 2 % ± 0,1 A	-	-
		[5 A; 120 A] *	± 1 % ± 50 mA	± 2 % ± 0,1 A	± 0,5°	- 0,5°
	400 A _{AC}	[0 8 A; 20 A]	± 1 % ± 0,2 A	± 2 % ± 0,4 A	-	-
		[20 A; 500 A] *	± 1 % ± 0,2 A	± 2 % ± 0,4 A	± 0,5°	- 0,5°
	2000 A _{AC}	[4 A; 100 A]	± 1 % ± 1 A	± 2 % ± 2 A	-	-
		[100 A; 2 400 A] *	± 1 % ± 1 A	± 2 % ± 2 A	± 0,5°	- 0,5°

Tabella 28

*: Nennbereiche auf 50/200/1000/5000 A_{AC} bei 400 Hz reduziert.

5.3. BLUETOOTH

Bluetooth 2.1
 Klasse 1 (Bereich: 100 m)
 Nennleistung am Ausgang: +15 dBm
 Nennempfindlichkeit: -82 dBm
 Rate: 115,2 kbits/s

5.4. VERSORGUNG

Versorgung über Netzanschluss

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

Akkuleistung

- **Typ:** Aufladbarer NiMH-Akku
- **Ladezeit:** ca. 5 Std
- **Ladetemperatur:** 10 bis 40°C



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

Betriebsdauer

- mind. 30 Minuten
- norm. 60 Minuten

5.5. MECHANISCHE DATEN

- **Abmessungen:** 256 × 125 × 37 mm
- **Gewicht:** < 1 kg
- **Fallfestigkeit:** 1 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.

5.6. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

- **Höhenlage:**
 - Betrieb: 0 - 2000 m;
 - außer Betrieb: 0 - 10000 m
- **Temperatur und relative Feuchte:**

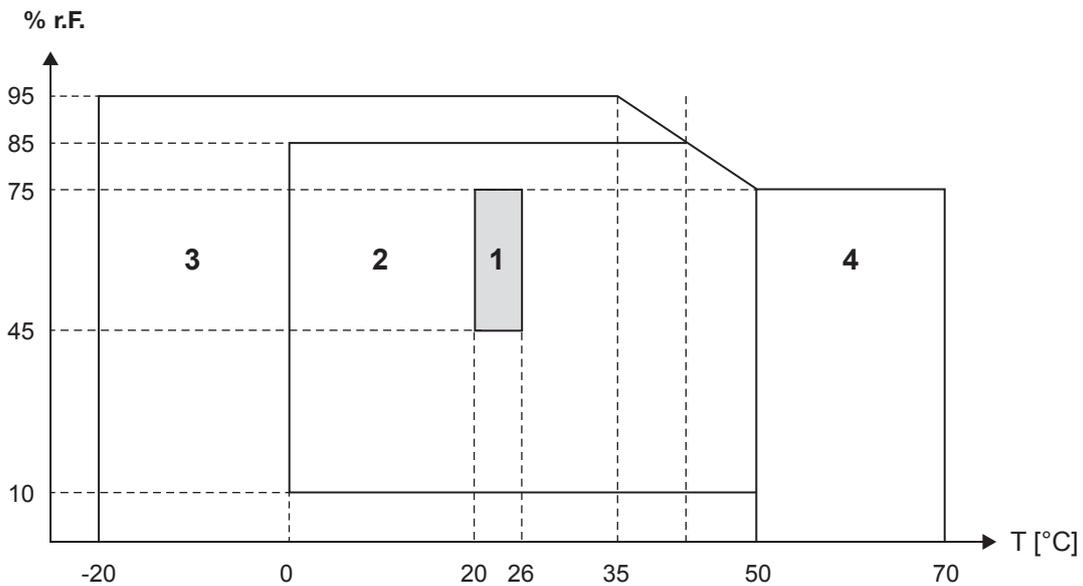


Abbildung 55

- 1= Referenzbereich
- 1+2= Betriebsspanne
- 1+2+3= Lagerung mit Akku
- 1+2+3+4= Lagerung ohne Akku

5.7. ELEKTRISCHE SICHERHEIT

Die Geräte erfüllen die Normen IEC 61010-1 und IEC 61010-2-030:

- Messeingänge und Gehäuse: 600 V CAT IV / 1 000 V CAT III, Verschmutzungsgrad 2
- Stromversorgung: 300 V Überspannungskategorien II, Verschmutzungsgrad 2



Intertek
4009819

Conforms to UL Std. UL 61010-1
Conforms to UL Std. UL 61010-2-030
Cert. to CAN/CSA Std. C22.2 No. 61010-1-12
Cert. to CSA Std. C22.2#61010-2-030

Für Stromwandler, siehe Abs. 5.2.4.

Die Stromwandler erfüllen die Norm IEC 610-10-032.

Die Prüfdrähte und Krokodilklemmen erfüllen die Norm IEC 61010-031

5.8. ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Emissivität und Immunität im industriellen Umfeld entsprechen der Norm IEC 61326-1.
Typischerweise 0,5% Messeinfluss am Endwert, wobei 5 A der Höchstwert ist.

6. 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.

6.1. 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, Cadmium) 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 10 und 40°C aufladen.
- Achten Sie auf die Bedingungen für den Gerätebetrieb.
- Achten Sie auf die Bedingungen für die Gerätelagerung.

6.2. AKKU-LED

Die gelbe/rote LED (Nr. 6 in Tabelle 4) zeigt den Akkustatus an.

Der Akku lädt sich wieder ganz auf, wenn das Gerät an das Stromnetz angeschlossen ist.

- LED leuchtet nicht: Akku ist geladen (mit oder ohne Netzversorgung).
- Gelbe LED leuchtet (kein Blinken): Akku wird geladen.
- Gelbe LED blinkt im Sekundentakt ein Mal: Akku wird nach vollständiger Entladung wieder geladen.
- Rote LED blinkt im Sekundentakt zwei Mal: Akku schwach und keine Netzversorgung vorhanden.

6.3. 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.

6.4. MESSTECHNISCHE ÜBERPRÜFUNG



Wie auch bei anderen Mess- oder Prüfgeräten ist eine regelmäßige Geräteüberprüfung erforderlich.

Es wird mindestens eine einmal jährlich durchgeführte Überprüfung dieses Gerätes empfohlen. Für Überprüfung und Kalibrierung wenden Sie sich bitte an unsere zugelassenen Messlabors (Auskunft und Adressen auf Anfrage), bzw. an die Chauvin Arnoux Niederlassung oder den Händler in Ihrem Land.

6.5. REPARATUR

Senden Sie das Gerät für Reparaturen innerhalb und außerhalb der Garantiezeit an Ihren Händler zurück.

6.6. AKTUALISIERUNG DER FIRMWARE

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 herunterzuladen.

Besuchen Sie unsere Webseite:

<http://www.chauvin-arnoux.com>

Melden Sie sich an und erstellen Sie ein Konto.

Dann gehen Sie in der Rubrik „Support“ auf „Download Firmware Update“, dann „PEL102/103“ .

Schließen Sie den Gerät über das mitgelieferte USB-Kabel an Ihren PC an.

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

7. GARANTIE

Unsere Garantie erstreckt sich, soweit nichts anderes ausdrücklich gesagt ist, auf eine Dauer von **zwölf Monaten** nach Überlassung des Geräts (Auszug aus unseren allgemeinen Geschäftsbedingungen, die Sie gerne anfordern können).

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.

8. BESTELLANGABEN

8.1. POWER & ENERGY LOGGER - LEISTUNGS- UND ENERGIEREGISTRIERGERÄT PEL102/103

Power & Energy Logger - Leistungs- und Energieregistriergerät PEL102	P01157152
Power & Energy Logger - Leistungs- und Energieregistriergerät PEL103	P01157153
Power & Energy Logger - Leistungs- und Energieregistriergerät PEL102 mit MiniFLEX®	P01157150
Power & Energy Logger - Leistungs- und Energieregistriergerät PEL103 mit MiniFLEX®	P01157151

Gerät wird komplett geliefert mit zusätzlich:

- 1 Transporttasche Nr. 23.
- 4 Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz, 3 m, mit Klettverschluss-Fixierung.
- 4 Krokodilklemmen schwarz.
- 1 Satz Stifte und Ringe zur Kennzeichnung der einzelnen Phasen bei den Messleitungen und Stromwandlern.
- 1 USB-Kabel Typ A-B, 1,5 m.
- 1 Stromkabel, 1,5 m.
- 1 SD Karte 8 Gb (in der Gerät).
- 1 Adapter SD-Karte/USB.
- 1 Universal-Bausatz Multifix.
- 1 CD mit Bedienungsanleitungen und PEL Transfer-Software.
- 1 Prüfzertifikat.
- 1 Schnellstart-Anleitung.
- 1 Sicherheitsdatenblatt.

Sowie bei mitgelieferten MiniFLEX®:

- 3 Stromwandler MiniFLEX® MA193.
- 1 Sicherheitsdatenblatt MiniFLEX®.

8.2. ZUBEHÖR

MiniFLEX® MA193 250 mm	P01120580
MiniFLEX® MA193 350 mm	P01120567
Zange MN93	P01120425B
Zange MN93A	P01120434B
Zange C193	P01120323B
AmpFLEX® A193 450 mm	P01120526B
AmpFLEX® A193 800 mm	P01120531B
Zange PAC93	P01120079B
Zange E3N	P01120043A
BNC-Adapter für Zange E3N	P01102081
Zange J93	P01120110
Zange J193	P01120111
Adapter 5 A (Dreiphasig)	P01101959
Adapter 5 A Essalec®	P01102131
Netzteil + Zange E3N	P01120047
Dataview Software	P01102095
PEL-Netzteil	P01102134

8.3. ERSATZTEILE

USB-Kabel Typ A-B	P01295293
Netzanschlusskabel (1,5 m)	P01295174
Transporttasche Nr. 23	P01298078
Satz mit 4 Sicherheitsleitungen Banane-Banane gerade-gerade schwarz, 4 Krokodilklemmen und 12 Stiften und Ringen	P01295476
Universal-Bausatz Multifix	P01021002

9. ANLAGEN

9.1. MESSUNGEN

9.1.1. DEFINITION

Alle Berechnungen erfüllen die Normen IEC 61557-12 und IEC 61010-4-30.

Geometrische Darstellung der Wirk- und Blindleistungen:

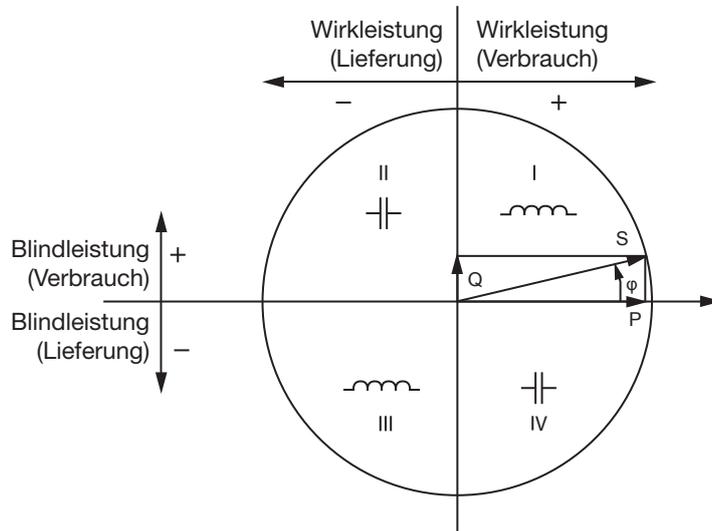


Abbildung 56

Darstellung gem. Abs. 12 und 14 der IEC 60375.

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: 50 Hz, 60 Hz oder 400 Hz.

Die Abtastrate wird im Sekundentakt neu berechnet.

- Netzfrequenz $f = 50$ Hz
 - Zwischen 42,5 und 57,5 Hz ($50 \text{ Hz} \pm 15 \%$), ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzyklus stehen 128 Samples zur Verfügung.
 - Außerhalb der Bereiche 42,5–57,5 Hz, beläuft sich die Abtastrate auf 128×50 Hz.
- Netzfrequenz $f = 60$ Hz
 - Zwischen 51 und 69 Hz ($60 \text{ Hz} \pm 15 \%$), ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzyklus stehen 128 Samples zur Verfügung.
 - Außerhalb der Bereiche 51–69 Hz, beläuft sich die Abtastrate auf 128×50 Hz.
- Netzfrequenz $f = 400$ Hz
 - Zwischen 340 und 460 Hz ($400 \text{ Hz} \pm 15 \%$), ist die Abtastrate an die Netzfrequenz gebunden. Für jeden Netzyklus stehen 16 Samples zur Verfügung.
 - Außerhalb der Bereiche 340–460 Hz, beläuft sich die Abtastrate auf 16×400 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 102 und 103 den Strom des Neutralleiters.

9.1.2.5. 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. 9.1.2.6)
- zur Bestimmung der Min.- und Max.-Werte für „aggregierte“ Tendenzwerte.

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

9.1.2.6. Aggregation

Aggregierte Mengen sind Werte, die über einen bestimmten Zeitraum nach den Formeln in Tabelle 30 berechnet werden.

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

Alle aggregierten Mengen werden während des Speichervorgangs auf der SD-Karte aufgezeichnet. Sie können in PEL-Transfer aufgerufen werden (siehe Abs. 4.4).

9.1.2.7. 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 30). Die Maximalwerte bestimmter Aggregationswerte werden direkt am Gerät angezeigt.

9.1.2.8. 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 bei 400Hz) und berechnet die Mengen Spannung, Strom und Wirkleistung pro Zyklus.

Anschließend berechnet PEL einen aggregierten Wert über 50 Zyklen (50Hz), 60 Zyklen (60Hz) oder 400 Zyklen (400Hz), (Mengen „1s“).

Mengen	Formeln	Kommentare
Spannung AC RMS Phase-Neutral (V_L)	$V_L [1s] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_1^N v_L^2}$	$v_L = v_1, v_2$ oder v_3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Spannung DC (V_L)	$V_L [1s] = \frac{1}{N} \times \sum_1^N v_L$	$v_L = v_1, v_2$ oder v_3 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)	$I_L [1s] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_1^N i_L^2}$	$i_L = i_1, i_2$ oder i_3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Strom DC (I_L)	$I_L [1s] = \frac{1}{N} \times \sum_1^N i_L$	$i_L = i_1, i_2$ oder i_3 Basis-Sample N = Sample-Anzahl
Scheitelfaktor der Spannung (V-CF)	$V-CF [1s] = \frac{1}{5} \times \sum_1^5 CF_{VL}$	CF_{vL} ist das Verhältnis der mittleren Scheitelwerte zum RMS-Wert über 10/12 Perioden
Scheitelfaktor des Stroms (I-CF)	$I-CF [1s] = \frac{1}{5} \times \sum_1^5 CF_{IL}$	CF_{iL} ist das Verhältnis der mittleren Scheitelwerte zum RMS-Wert über 10/12 Perioden
Unsymmetrie (u_2) Nur Echtzeit	$u_2 [1s] = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}}$	mit $\beta = \frac{U_{1\ fund}^4 + U_{2\ fund}^4 + U_{3\ fund}^4}{(U_{1\ fund}^2 + U_{2\ fund}^2 + U_{3\ fund}^2)^2}$
Wirkleistung (P_L)	$P_L [1s] = \frac{1}{N} \times \sum_1^N (v_L \times i_L)$	L = 11, 12 oder 13 Basis-Sample N = Sample-Anzahl $P_L [1s] = P_1 [1s] + P_2 [1s] + P_3 [1s]$
Blindleistung (Q_L)	$Q_L [1s] = sign [1s] \times \sqrt{S_L^2 [1s] - P_L^2 [1s]}$	Die Blindleistung umfasst die Oberschwingungen. „sign[1s]“ ist das Zeichen der Blindleistung
	$Q_T [1s] = Q_1 [1s] + Q_2 [1s] + Q_3 [1s]$	Die berechnete Gesamtblindleistung $Q_T [1s]$ ist ein Vektor.
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	$\cos(\varphi_L) [1s] = \frac{1}{5} \times \sum_1^5 \cos(\varphi_L) [10/12]$	Cos $\varphi_L [10/12]$ ist der Kosinus der Phasenverschiebung der Stromgrundwelle I gegenüber der Spannunggrundwelle Phase-Null V über 10/12 Zykluswerte
Tan Φ	$tg(\varphi) [1s] = \frac{1}{5} \times \sum_1^5 \frac{Q [10/12]}{P [10/12]}$	$Q [10/12]$ und $P [10/12]$ sind die Q- und P-Werte über die Perioden 10/12.
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Neutral THD_VL (%)	$THD_V = 100 \times \sqrt{\frac{V_{eff}^2 - V_{n1}^2}{V_{n1}^2}}$	Der THD wird in % der Grundschwingungskomponente berechnet. VH1 ist der Wert der Grundschwingungskomponente.
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Phase THD_Uab (%)	$THD_U = 100 \times \sqrt{\frac{U_{eff}^2 - U_{n1}^2}{U_{n1}^2}}$	Der THD wird in % der Grundschwingungskomponente berechnet. UH1 ist der Wert der Grundschwingungskomponente.
Gesamtverzerrungsfaktor des Stroms THD_IL (%)	$THD_I = 100 \times \sqrt{\frac{I_{eff}^2 - I_{n1}^2}{I_{n1}^2}}$	Der THD wird in % der Grundschwingungskomponente berechnet. IH1 ist der Wert der Grundschwingungskomponente.

Tabelle 29

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)	$V_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} V_{Lx}[200ms]$
Spannung Phase-Phase (U_{ab}) (RMS)	$U_{ab}[agg] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} U_{abx}^2[1s]}$ ab = 12, 23 oder 31
Strom (I_L) (RMS)	$I_L[agg] = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} I_{Lx}^2[1s]}$
Strom (I_L) (DC)	$I_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} I_{Lx}[200ms]$
Scheitelfaktor Spannung ($V_C F_L$)	$CF_{VL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} CF_{VLx}[1s]$
Scheitelfaktor Strom ($I_C F_L$)	$CF_{IL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} CF_{ILx}[1s]$
Unsymmetrie (u_2)	$u_2[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} u_{2x}[1s]$
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})	$P_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} P_{SLx}[1s]$
Blindleistung (Lieferung) (Q_{SL})	$Q_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} Q_{SLx}[1s]$
Blindleistung (Verbrauch) (Q_{LL})	$Q_{RL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} Q_{RLx}[1s]$
Scheinleistung (S_L)	$S_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} S_{Lx}[1s]$
Leistungsfaktor der Quelle mit entsprechendem Quadranten (PF_{SL})	$PF_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} PF_{SLx}[1s]$
Wirkleistung (Verbrauch) (P_{LL})	$P_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} P_{SLx}[1s]$
Blindleistung (Lieferung) (Q_{SL})	$Q_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} Q_{SLx}[1s]$
Blindleistung (Verbrauch) (Q_{LL})	$Q_{RL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} Q_{RLx}[1s]$
Scheinleistung (S_L)	$S_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} S_{Lx}[1s]$

Quantisiert	Formel
Leistungsfaktor der Quelle mit entsprechendem Quadranten (PF_{SL})	$PF_{SL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} PF_{SLx}[1s]$
Leistungsfaktor der Quelle mit entsprechendem Quadranten (PF_{LL})	$PF_{RL}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} PF_{RLx}[1s]$
Cos $(\varphi)_S$ der Quelle mit entsprechendem Quadranten	$\text{Cos}(\varphi)_S[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Cos}(\varphi)_{Sx}[1s]$
Cos $(\varphi)_L$ der Quelle mit entsprechendem Quadranten	$\text{Cos}(\varphi)_R[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Cos}(\varphi)_{Rx}[1s]$
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	$\text{Tan}(\varphi)_R[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} \text{Tan}(\varphi)_{Rx}[1s]$
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Null THD $_V$ (%)	$THD_V_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} THD_V_{Lx}[1s]$
Gesamtverzerrungsfaktor der Spannung Phase-Phase THD $_U$ (%)	$THD_U_{ab}[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} THD_U_{abx}[1s]$
Gesamtverzerrungsfaktor des Stroms THD $_I$ (%)	$THD_I_L[agg] = \frac{1}{N} \times \sum_{x=0}^{N-1} THD_I_k [1s]$

Tabelle 30

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.
- U1, U2, U3 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.

Versorgungsnetz	Abkürzung	Phasenfolge	Kommentare	Referenzdarstellung
Einphasig (Einphasig 2 Leiter)	1P- 2W	nein	Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen. Der Strom wird am Leiter L1 gemessen.	siehe Abs. 3.4.1
Zweiphasig (split-phase einphasig 3 Leiter)	1P-3W	nein	Die Spannung wird zwischen L1, L2 und N gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1 und L2 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2$	siehe Abs. 3.4.2
Dreiphasig 3 Leiter Δ [2 Stromwandler]	3P-3W Δ 2	ja	Die Leistungsmessung basiert auf der Zwei-Wattmeter-Methode mit virtuellem Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1 und L3 gemessen. Der Strom I2 wird berechnet (kein Stromwandler an L2): $i_2 = -i_1 - i_3$ Der Neutralleiter steht beim Strom- und Spannungsmessen nicht zur Verfügung.	siehe Abs. 3.4.3.1
Dreiphasig 3 Leiter Δ offenes [2 Stromwandler]	3P-3WO2			siehe Abs. 3.4.3.3
Dreiphasig 3 Leiter Y [2 Stromwandler]	3P-3WY2			siehe Abs. 3.4.3.5
Dreiphasig 3 Leiter Δ [3 Stromwandler]	3P-3W Δ 3	ja	Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit virtuellem Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Neutralleiter steht beim Strom- und Spannungsmessen nicht zur Verfügung.	siehe Abs. 3.4.3.2
Dreiphasig 3 Leiter Δ offenes [3 Stromwandler]	3P-3WO3			siehe Abs. 3.4.3.4
Dreiphasig 3 Leiter Y [3 Stromwandler]	3P-3WY3			siehe Abs. 3.4.3.6
Dreiphasig 3 Leiter Δ symmetrisch	3P-3W Δ B	nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-Methode. Die Spannung wird zwischen L1 und L2 gemessen. Der Strom wird am Leiter L3 gemessen. $U_{23} = U_{31} = U_{12}$. $I_1 = I_2 = I_3$	siehe Abs. 3.4.3.7
Dreiphasig 4 Leiter Y	3P-4WY	ja	Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit Neutralleiter. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	siehe Abs. 3.4.4.1
Dreiphasig 4 Leiter Y symmetrisch	3P-4WYB	nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Ein-Wattmeter-Methode. Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen. Der Strom wird am Leiter L1 gemessen. $V_1 = V_2 = V_3$ $U_{23} = U_{31} = U_{12} = V_1 \times \sqrt{3}$. $I_1 = I_2 = I_3$	siehe Abs. 3.4.4.2
Dreiphasig 3 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: $v_2 = -v_1 - v_3$, $u_{12} = 2v_1 + v_3$, $u_{23} = -v_1 - 2v_3$. V2 sollte symmetrisch sein. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$.	siehe Abs. 3.4.4.3
Dreiphasig 4 Leiter Δ	3P-4W Δ	nein	Die Leistungsmessung basiert auf der Drei-Wattmeter-Methode mit Neutralleiter, aber für die einzelnen Phasen sind keine Leistungsdaten verfügbar. Die Spannung wird zwischen L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Strom des Neutralleiters wird nur für einen Zweig des Wandlers berechnet: $i_N = i_1 + i_2$	siehe Abs. 3.4.5.1
Dreiphasig 4 Leiter Δ offenes	3P-4WO Δ			siehe Abs. 3.4.5.2
DC 2 Leiter	DC-2W	nein	Die Spannung wird zwischen L1 und N gemessen. Der Strom wird am Leiter L1 gemessen.	siehe Abs. 3.4.6.1

Versorgungsnetz	Abkürzung	Phasenfolge	Kommentare	Referenzdarstellung
DC 3 Leiter	DC-3W	nein	Die Spannung wird zwischen L1, L2 und N gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1 und L2 gemessen. Der Sperrstrom (Rückwärtsstrom) wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2$.	siehe Abs. 3.4.6.2
DC 4 Leiter	DC-4W	nein	Die Spannung wird zwischen L1, L2, L3 und N gemessen. Der Strom wird an den Leitern L1, L2 und L3 gemessen. Der Sperrstrom (Rückwärtsstrom) wird berechnet: $i_N = i_1 + i_2 + i_3$	siehe Abs. 3.4.6.3

Tabelle 31

9.5. MENGEN NACH VERSORGNUNGSNETZEN

= ja = nein

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
V_1	RMS	●	●				●	●	●	●			
V_2	RMS		●				●	●(1)	●(1)	●			
V_3	RMS						●	●(1)	●	●			
V_1	DC										●	●	●
V_2	DC											●	●
V_3	DC												●
U_{12}	RMS		●	●	●	●	●	●(1)	●(1)	●			
U_{23}	RMS			●	●	●(1)	●	●(1)	●(1)	●			
U_{31}	RMS			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_1	RMS	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_2	RMS		●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_3	RMS			●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_N	RMS		●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)			
I_1	DC										●	●	●
I_2	DC											●	●
I_3	DC												●
I_N	DC											●(2)	●(2)
V_{CF1}		●	●				●	●	●	●			
V_{CF2}			●				●	●(1)	●(1)	●			
V_{CF3}							●	●(1)	●	●			
I_{CF1}		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
I_{CF2}			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
I_{CF3}				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
u_2				●	●	●(4)	●	●(4)	●(4)	●(3)			
F		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
P_1		●	●				●	●	●	●	●	●	●
P_2			●				●	●(1)	●(1)	●		●	●
P_3							●	●(1)	●	●			●
P_T		●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●	●(6)	●	●
P_1	Sour.	●	●				●	●	●	●	●	●	●
P_2	Sour.		●				●	●(1)	●(1)	●		●	●

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
P ₃	Sour.						●	●(1)	●	●			●
P _T	Sour.	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●	●(6)	●	●
P ₁	Load	●	●				●	●	●	●	●	●	●
P ₂	Load		●				●	●(1)	●(1)	●		●	●
P ₃	Load						●	●(1)	●	●			●
P _T	Load	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●	●(6)	●	●
Q ₁		●	●				●	●	●	●			
Q ₂			●				●	●(1)	●(1)	●			
Q ₃							●	●(1)	●	●			
Q _T		●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Q ₁	Sour.	●	●				●	●	●	●			
Q ₂	Sour.		●				●	●(1)	●(1)	●			
Q ₃	Sour.						●	●(1)	●	●			
Q _T	Sour.	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Q ₁	Load	●	●				●	●	●	●			
Q ₂	Load		●				●	●(1)	●(1)	●			
Q ₃	Load						●	●(1)	●	●			
Q _T	Load	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
S ₁		●	●				●	●	●	●			
S ₂			●				●	●(1)	●(1)	●			
S ₃							●	●(1)	●	●			
S _T		●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
PF ₁		●	●				●	●	●	●			
PF ₂			●				●	●(1)	●(1)	●			
PF ₃							●	●(1)	●	●			
PF _T		●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
PF ₁	Sour.	●	●				●	●	●	●			
PF ₂	Sour.		●				●	●(1)	●(1)	●			
PF ₃	Sour.						●	●(1)	●	●			
PF _T	Sour.	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
PF ₁	Load	●	●				●	●	●	●			
PF ₂	Load		●				●	●(1)	●(1)	●			
PF ₃	Load						●	●(1)	●	●			
PF _T	Load	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Cos φ_1		●	●				●	●	●	●			
Cos φ_2			●				●	●(1)	●(1)	●			
Cos φ_3							●	●(1)	●	●			
Cos φ_T		●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Cos φ_1	Sour.	●	●				●	●	●	●			
Cos φ_2	Sour.		●				●	●(1)	●(1)	●			
Cos φ_3	Sour.						●	●(1)	●	●			
Cos φ_M	Sour.	●(6)	●	●	●	●	●	●(1)	●	●			
Cos φ_1	Load	●	●				●	●	●	●			
Cos φ_2	Load		●				●	●(1)	●(1)	●			
Cos φ_3	Load						●	●(1)	●	●			
Cos φ_T	Load	●(6)	●	●	●	●(3)	●	●(1)	●	●			

Mengen		1P-2W	1P-3W	3P-3W Δ 2 3P-3WO2 3P-3WY2	3P-3W Δ 3 3P-3WO3 3P-3WY3	3P-3W Δ B	3P-4WY	3P-4WYB	3P-4WY2	3P-4W Δ 3P-4WO Δ	DC-2W	DC-3W	DC-4W
Tan Φ		●	●	●	●	●(3)	●	●	●(1)	●			
Tan Φ	Sour.	●	●	●	●	●(3)	●	●	●	●			
Tan Φ	Load	●	●	●	●	●(3)	●	●	●	●			
Hi_V ₁	i=1 bis 50 (5)	●	●				●	●	●	●			
Hi_V ₂			●				●	●(1)	●	●			
Hi_V ₃							●	●(1)	●	●			
Hi_U ₁₂	i=0 bis 50 (5)		●	●	●	●	●	●(1)	●(1)	●			
Hi_U ₂₃				●	●	●(1)	●	●(1)	●(1)	●			
Hi_U ₃₁				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
Hi_I ₁	i=0 bis 50 (5)	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
Hi_I ₂			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
Hi_I ₃				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
Hi_I _N			●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)			
THD_V ₁		●	●				●	●	●	●			
THD_V ₂			●				●	●(1)	●(1)	●			
THD_V ₃							●	●(1)	●	●			
THD_U ₁₂			●	●	●	●	●	●(1)	●(1)	●			
THD_U ₂₃				●	●	●(1)	●	●(1)	●(1)	●			
THD_U ₃₁				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
THD_I ₁		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
THD_I ₂			●	●(2)	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
THD_I ₃				●	●	●(1)	●	●(1)	●	●			
THD_I _N			●(2)				●(2)	●(4)	●(2)	●(2)			

(1) hochgerechnet

(2) berechnet

(3) nicht aussagekräftig

(4) immer = 0

(5) 7. Ordnung max. bei 400Hz

(6) $P_1 = P_T$, $\varphi_1 = \varphi_T$, $S_1 = S_T$, $PF_1 = PF_T$, $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_T$

9.6. GLOSSAR

φ	Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.
$\overset{\curvearrowright}{\parallel}$	Induktive Phasenverschiebung.
$\overset{\curvearrowleft}{\parallel}$	Kapazitive Phasenverschiebung.
°	Grad.
%	Prozent.
A	Ampere (Stromeinheit).
Aggregation	Verschiedene Mittelwerte, Definition au Abs. 9.3.
CF	Scheitelfaktor des Stroms bzw. der Spannung: Verhältnis zwischen dem Scheitelwert und dem Effektivwert eines Signals.
cos φ	Kosinus der Phasenverschiebung der Phase-Neutral-Spannung gegenüber des Phase-Neutral-Stroms.
DC	Gleichkomponente (Strom oder Spannung).
Ep	Wirkenergie.
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.
I_x-H_n	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.
Oberschwingungen:	Spannungen oder Ströme in elektrischen Anlagen mit Frequenzen, die ein Vielfaches der Grundschwingung darstellen.
P	Wirkleistung .
PF	Leistungsfaktor (Power Factor): Verhältnis zwischen der Wirkleistung und der Scheinleistung.
Phase	Zeitliche Verknüpfung zwischen Strom und Spannung in Wechselstromkreisen.
Q	Blindleistung.
Ordnung einer Oberschwingung:	Ganze Zahl, die das Verhältnis der Frequenz der Oberschwingung zur Frequenz der Grundschwingung wiedergibt.
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 .
Nennspannung	Nennspannung eines Netzes.
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.
U_x-H_n	Wert oder Prozentanteil der Spannung Phase-Phase der Oberschwingung n-ter Ordnung.
U_{xy}-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.
V_x-H_n	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