ADAMCZEWSKI Elektronische Messtechnik GmbH	*Grundbegriffe* *Leistungs- und Energiemesstechnik*	**de/en**
	Basics Power and energy measuring technology	Version: 1.4

Dieses Dokument beschreibt die Messwerte der Adamczewski-Geräte für Leistungs- und Energiemesstechnik. Es soll dem Kunden bei der Interpretation der Messwerte und Parametrierung in der Parametriersoftware AD-Studio, bzw. im technischen Datenblatt der verschiedenen Geräte helfen.

This document describes the measured values of the Adamczewski power and energy measuring technology.
It therefore helps the customer when interpreting the measured value and parameterization in the parameterization software AD-Studio, or in the technical data sheet of the various devices.

Wirkleistung gesamt P [kW]
Gesamte Wirkleistung über alle drei Phasen (L1 … L3) inklusive der enthaltenen Wirkanteile in den Oberschwingungen. Eine positive Wirkleistung stellt einen Energiebezug dar. Eine negative Wirkleistung eine Energieeinspeisung ins Netz.

Total active power P [kW]
Total active power over all three phases (L1 ... L3) including the active components contained in the harmonics. A positive active power represents an energy extraction and a negative active power represents an infeed.

Wirkleistung L1, L2 oder L3 P [kW]
Wirkleistung der Einzelphase L1, L2 oder L3 inklusive der enthaltenen Wirkanteile in den Oberschwingungen. Eine positive Wirkleistung stellt einen Energiebezug dar. Eine negative Wirkleistung eine Energieeinspeisung ins Netz.

Active power L1, L2 or L3 P [kW]
Single phase active power in L1, L2 or L3 including the active components contained in the harmonics. A positive active power represents an energy extraction and a negative active power represents an infeed.

Abb.: Grund- und Oberschwingungen
Grundschwingung: Sinusförmige Grundschwingung mit Netzfrequenz 50 Hz. Oberschwingung: Ganzzahliges Vielfaches der Grundschwingung. Oberschwingungen entstehen durch Verbraucher mit nichtlinearer Kennlinie wie Gleichrichter, Schaltnetzteile, Frequenzumrichter, Computer etc. Diese nicht sinusförmige Stromaufnahme verursacht an der Netzimpedanz einen Spannungsabfall und verzerrt dadurch die Netzspannung. Andere Verbraucher im Stromnetz können durch diese zusätzlichen Frequenzen gestört werden, so dass die ordnungsgemäße Funktion nicht mehr gewährleistet ist. Des Weiteren können sich diese hochfrequenten Ströme unter Umständen nicht mehr auf dem Neutralleiter aufheben, wodurch eine Überlast zu Stande kommen kann.

Fig.: fundamental and harmonics
Fundamental: Sinusoidal fundamental with mains frequency 50 Hz. *Harmonics: Integer multiple of the fundamental frequency.* *Harmonics are caused by loads with non-linear characteristics such as rectifiers, switching power supplies, frequency converters, computers, etc. This non-sinusoidal current consumption causes a voltage drop at the network impedance and thereby distorts the mains voltage.* *Other devices in the power grid can be disturbed by these additional frequencies that the normal function is no longer guaranteed.* *Furthermore, these high-frequency currents may no longer be able to cancel the neutral conductor, so that an overload can occur.*

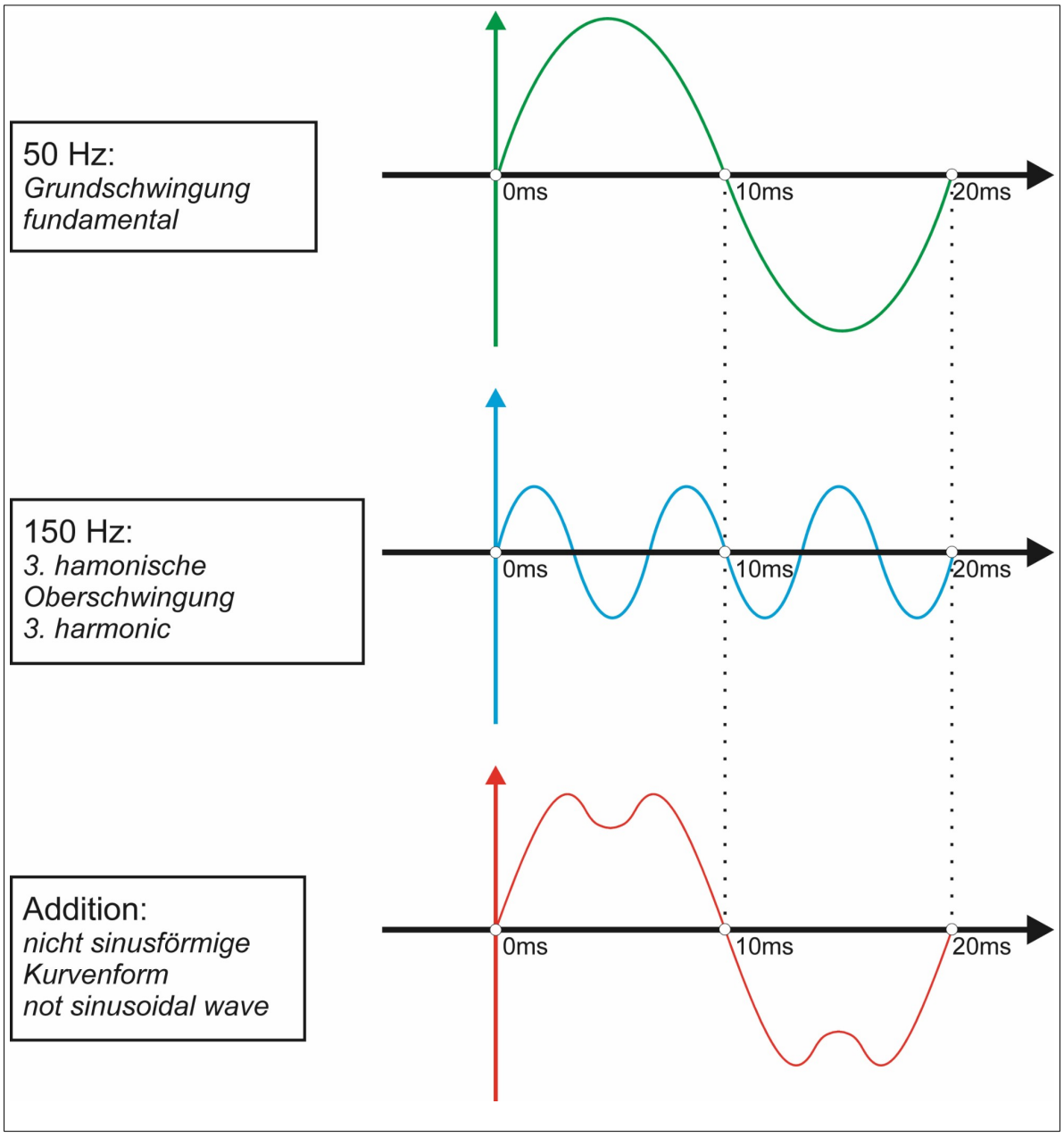
Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

VERTRIEB & BERATUNG
GRUBATEC MESS- UND REGELTECHNIK

HERSTELLER
ADAMCZEWSKI Elektronische Messtechnik

Grubatec AG · Wölferstrasse 5 · CH-4414 Füllinsdorf
+41 55 617 00 80 · info@grubatec.ch · www.grubatec.ch

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.



Blindleistung gesamt Q [kvar]	***Total reactive power Q [kvar]***
Gesamte Blindleistung über allen drei Phasen (L1 … L3). Eine positive Blindleistung stellt eine induktive Belastung, eine negative Blindleistung eine kapazitive Belastung des Netzes dar.	*Total reactive power over all three phases (L1 ... L3). A positive reactive power represents an inductive load and a negative reactive power represents a capacitive load of the power grid.*

Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Blindleistung L1, L2 oder L3 Q [kvar]
Blindleistung der Einzelphase L1, L2 oder L3. Eine positive Blindleistung stellt eine induktive Belastung, eine negative Blindleistung eine kapazitive Belastung des Netzes dar.

Reactive power L1, L2 or L3 Q [kvar]
Single phase reactive power in L1, L2 or L3. A positive reactive power represents an inductive load and a negative reactive power represents a capacitive load of the power grid.

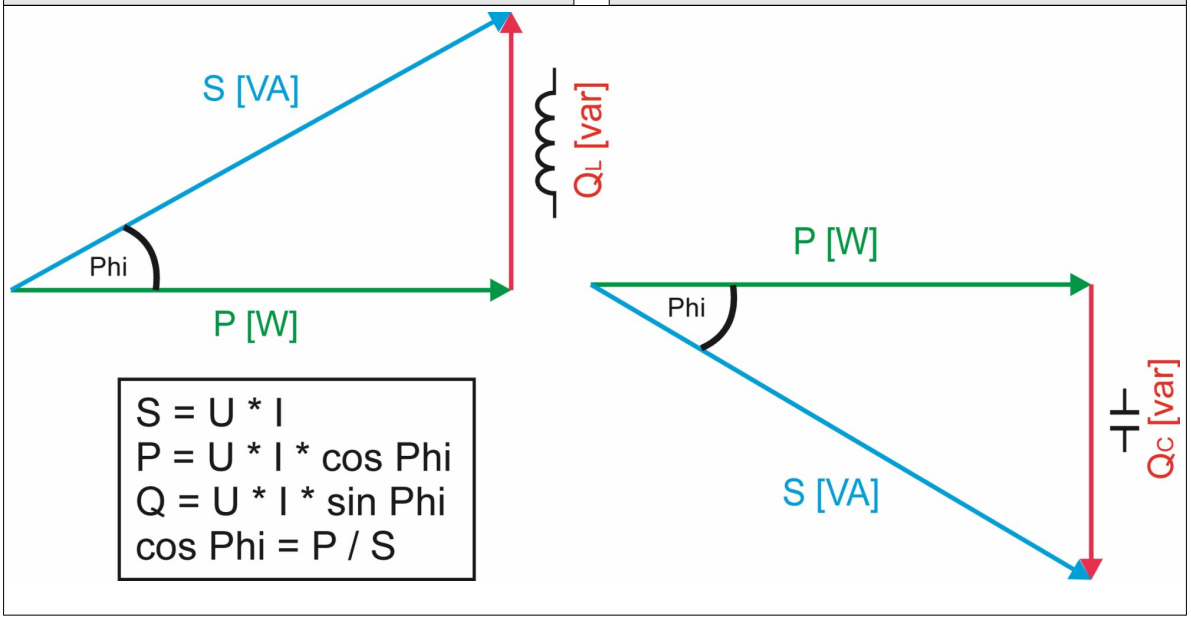
Scheinleistung gesamt S [kVA]
Gesamte Scheinleistung über allen drei Phasen (L1 … L3). Die Scheinleistung ist immer positiv.

Total apparent power S [kVA]
Total apparent power over all three phases (L1 ... L3). The apparent power is always positive.

Scheinleistung L1, L2 oder L3 S [kVA]
Scheinleistung der Einzelphase L1, L2 oder L3. Die Scheinleistung ist immer positiv.

Apparent power L1, L2 or L3 S [kVA]
Single phase apparent power in L1, L2 or L3. The apparent power is always positive.

Abb.: Leistungsdreieck / ***Fig.: Power triangle***



Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Wirkleistung gesamt Grundschwingung P [kW]
Gesamte Wirkleistung der 50 Hz Grundschwingung über alle drei Phasen (L1 … L3). Eine positive Wirkleistung stellt einen Energiebezug und eine negative Wirkleistung eine Energieeinspeisung aus dem Netz dar.

Total active power fundamental P [kW]
Total fundamental (50 Hz) active power over all three phases (L1 ... L3). A positive active power represents an energy extraction and a negative active power represents an infeed in the power grid.

Wirkleistung Grundschwingung L1, L2 oder L3 P [kW]
Wirkleistung der Einzelphase L1, L2 oder L3 der 50 Hz Grundschwingung. Eine positive Wirkleistung stellt einen Energiebezug und eine negative Wirkleistung eine Energieeinspeisung aus dem Netz dar.

Active power fundamental L1, L2 or L3 P [kW]
Single phase fundamental (50 Hz) active power in L1, L2 or L3. A positive active power represents an energy extraction and a negative active power represents an infeed in the power grid.

Wirkleistung gesamt Oberschwingungen P [kW]
Gesamte Wirkleistung aller messbaren Oberschwingungen über alle drei Phasen (L1 … L3).

Total active power harmonics P [kW]
Total active power of all measurable harmonics over all three phases (L1 ... L3).

Wirkleistung Oberschwingungen L1, L2 oder L3 P [kW]
Wirkleistung der Einzelphase L1, L2 oder L3 aller messbaren Oberschwingungen.

Active power harmonics L1, L2 or L3 P [kW]
Active power of the single phase L1, L2 or L3, of all measurable harmonics.

Phasenspannung L1, L2 oder L3 U [V]
Effektivwert der einzelnen Phasenspannung L1, L2 oder L3 gegen den Mittelpunktleiter / Neutralleiter (N).

Phase voltage L1, L2 or L3 U [V]
RMS value of the single phase voltage L1, L2 or L3, against the neutral conductor (N).

Phasenstrom L1, L2 oder L3 I [A]
Effektivwert des einzelnen Phasenstroms L1, L2 oder L3.

Phase current L1, L2 or L3 I [A]
RMS value of the single phase current L1, L2 or L3.

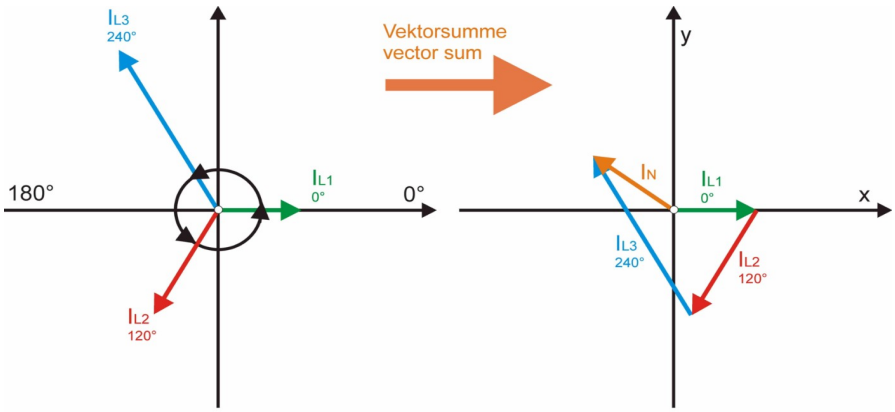
Strom Neutralleiter I [A]
Errechneter Effektivwert des Stromes im Neutralleiter (N). Vektorsumme der drei Phasenströme L1 … L3.

Current neutral conductor I [A]
Calculated RMS value of the current in the neutral conductor (N). Vector sum of the three phase currents L1 … L3.

Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Abb.: Neutralleiterstrom | ***Fig.: Current N conductor***



$$\vec{I}_N = \vec{I}_{L1} + \vec{I}_{L2} + \vec{I}_{L3}$$

$$I_N = I_{L1} * e^{\wedge(j0)} + I_{L2} * e^{\wedge(j120)} + I_{L3} * e^{\wedge(j240)}$$

Diagramm und Berechnungsbeispiel sind exemplarisch für die 50 Hz Grundschwingung der Ströme mit ohmschen Lasten. Blindanteile und Oberschwingungsanteile mit abweichenden Phasenwinkeln sind hier nicht abgebildet.

Diagram and calculation are examples of the 50 Hz fundamental of the currents with ohmic loads. Reactive and harmonic components with different phase angles are not shown here.

Peak Strom L1, L2 oder L3 I [A]	***Peak current L1, L2 oder L3 I [A]***
Spitzenwert der Amplitude des Phasenstromes der Einzelphase L1, L2 oder L3. Der Messwert kann positive sowie negative Werte annehmen, je nachdem welche Amplitude den größeren Betrag hat.	*Peak value of the amplitude of the phase current of the single phase L1, L2 or L3. The value can be positive as well as negative, depending on the amplitude with the larger amount.*

Peak Spannung L1, L2 oder L3 U [V]	***Peak voltage L1, L2 oder L3 U [V]***
Spitzenwert der Amplitude der Phasenspannung der Einzelphase L1, L2 oder L3. Der Messwert kann positive sowie negative Werte annehmen, je nachdem welche Amplitude den größeren Betrag besitzt.	*Peak value of the amplitude of the phase voltage of the single phase L1, L2 or L3. The value can be positive as well as negative, depending on the amplitude with the larger amount.*

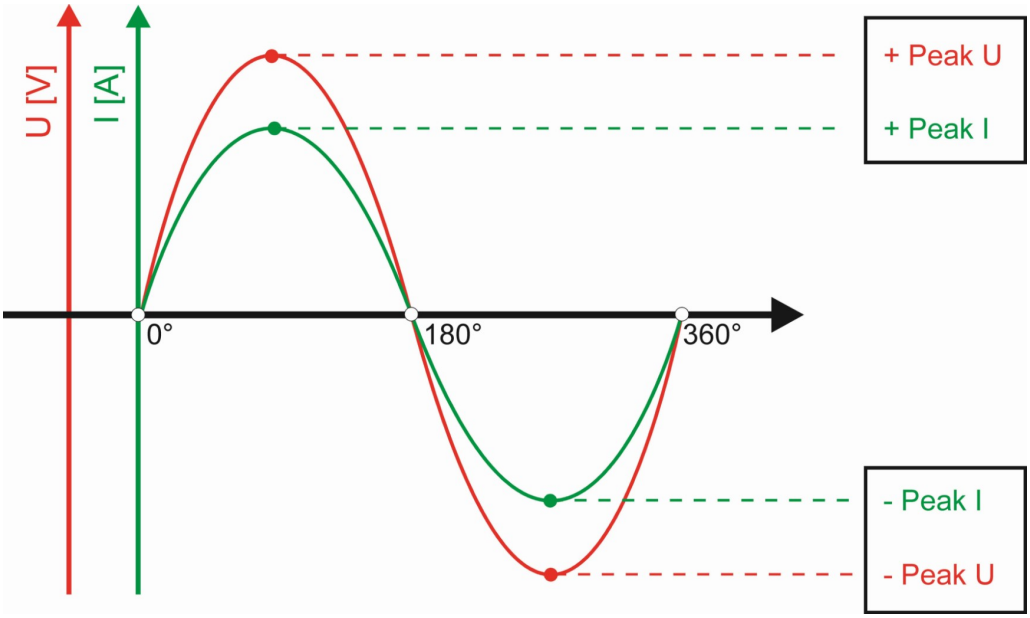
VERTRIEB & BERATUNG
GRUBATEC MESS- UND REGELTECHNIK

HERSTELLER
ADAMCZEWSKI Elektronische Messtechnik

Grubatec AG · Wölferstrasse 5 · CH-4414 Füllinsdorf
+41 55 617 00 80 · info@grubatec.ch · www.grubatec.ch

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Abb.: Peak Werte | ***Fig.: Peak values***



Frequenz F [Hz]	***Frequency F [Hz]***
Netz-Frequenz der Grundschwingung.	*Grid-frequency of the fundamental.*

Phasenwinkel Strom Spannung L1, L2 oder L3 Phi [°]	***Phasenwinkel current voltage L1, L2 or L3 Phi [°]***
Phasenwinkel Phi zwischen Strom und Spannung auf Phase L1, L2 oder L3. Der Wert des Winkels kann Werte zwischen 0 und 360° annehmen, da das komplette 4-Quadranten-System durch diesen Wert abgebildet wird.	*Phase angle Phi between current and voltage on phase L1, L2 or L3. The value of the angle can assume values between 0 and 360 ° because the complete 4-quadrant system is displayed.*

Leistungsfaktor gesamt	***Total power factor***
Leistungsfaktor über alle drei Phasen (L1 … L3). Verhältnis vom Betrag der Wirkleistung zur Scheinleistung unter Einbeziehung der Oberschwingungsanteile. Es handelt sich nicht um den cos Phi, da dieser nur bei sinusförmigen Größen korrekt ist. Wertebereich: 0 … 1	*Total power factor over all three phases (L1 … L3). Ratio of the amount of active power to apparent power including the harmonic components. It is not the cos phi, because it applies only to sinusoidal measurement. Value range: 0 … 1*

Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Leistungsfaktor L1, L2 oder L3	***Power factor L1, L2 or L3***
Leistungsfaktor der Einzelphase L1, L2 oder L3. Verhältnis vom Betrag der Wirkleistung zur Scheinleistung unter Einbeziehung der Oberschwingungsanteile. Es handelt sich nicht um den cos Phi, da dieser nur bei sinusförmigen Größen korrekt ist. Wertebereich: 0 … 1	*Single phase power factor in L1, L2 or L3. Ratio of the amount of active power to apparent power including the harmonic components. It is not the cos phi, because it applies only to sinusoidal measurement. Value range: 0 … 1*

Wirkfaktor gesamt	***Total active factor***
Wirkfaktor über alle drei Phasen (L1 … L3). Verhältnis der Wirkleistung mit Vorzeichen zur Scheinleistung unter Einbeziehung der Oberschwingungsanteile. Der Wirkfaktor kann messtechnisch dazu verwendet werden, um festzustellen, ob das Netz motorisch oder generatorisch belastet wird. Wertebereich: -1 … +1	*Active factor over all three phases (L1… L3). Ratio of the active power with sign to the apparent power including the harmonic components. The active factor shows whether there is a purchase or a feed-in. Range of values: -1… +1*

Wirkfaktor L1, L2 oder L3	***Active factor L1, L2 or L3***
Wirkfaktor der Einzelphase L1, L2 oder L3. Verhältnis der Wirkleistung mit Vorzeichen zur Scheinleistung unter Einbeziehung der Oberschwingungsanteile.Der Wirkfaktor kann messtechnisch dazu verwendet werden, um festzustellen, ob das Netz motorisch oder generatorisch belastet wird. Wertebereich: -1 … +1	*Single phase active factor. Ratio of the active power with sign to the apparent power including the harmonic components. The active factor shows whether there is a purchase or a feed-in. Range of values: -1… +1*

Blindfaktor gesamt	***Total reactive factor***
Blindfaktor über alle drei Phasen (L1 … L3). Verhältnis der Blindleistung mit Vorzeichen zur Scheinleistung unter Einbeziehung der Oberschwingungsanteile. Der Blindfaktor kann messtechnisch dafür verwendet werden, um festzustellen, ob das Netz induktiv oder kapazitiv belastet wird. Wertebereich: -1 … +1	*Reactive factor over all three phases (L1… L3). Ratio of the reactive power with sign to the apparent power including the harmonic components. The active factor shows whether there is a purchase or a feed-in. Range of values: -1… +1*

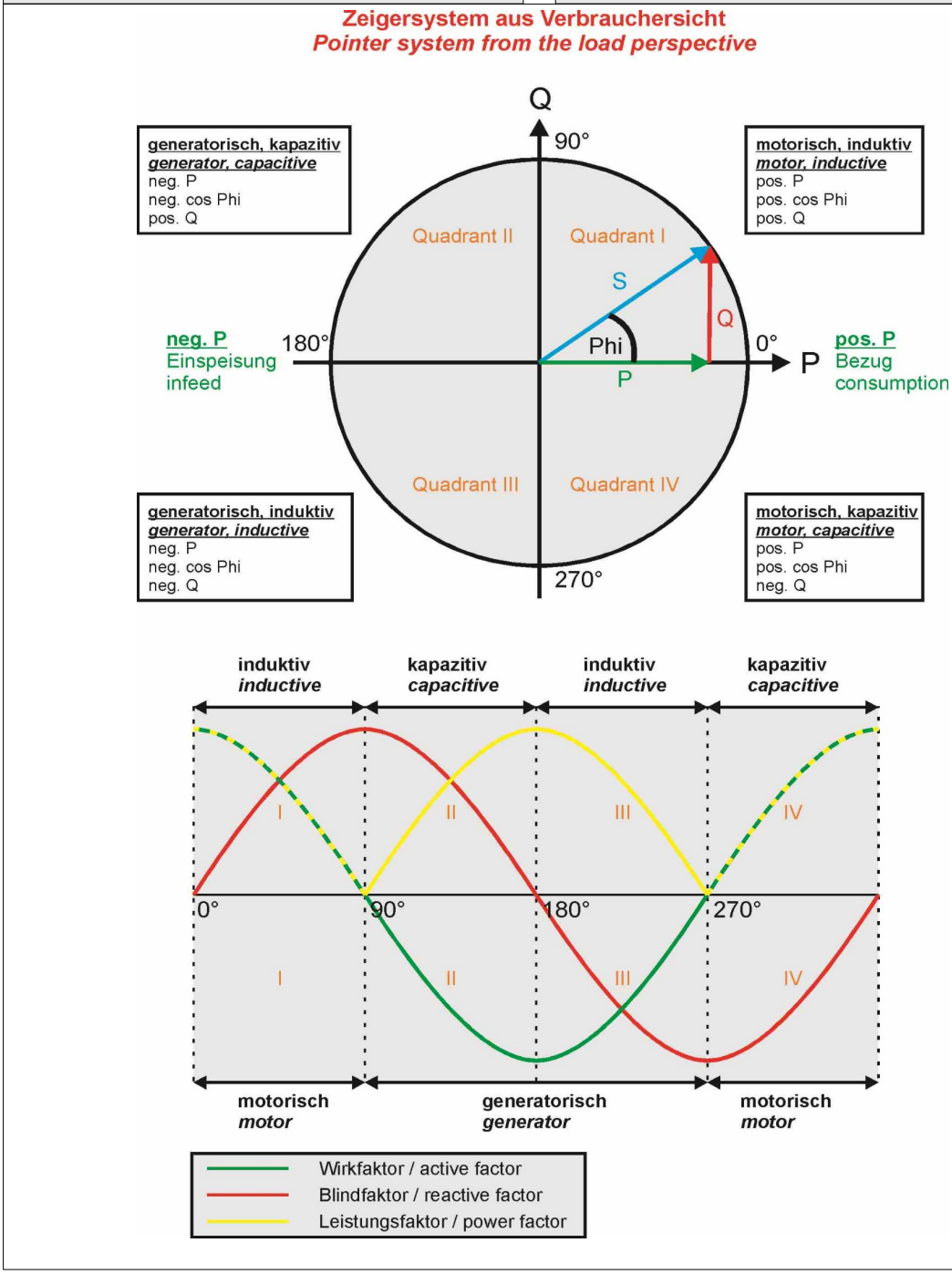
Blindfaktor L1, L2 oder L3	***Reactive factor L1, L2 oder L3***
Blindfaktor der Einzelphase L1, L2 oder L3. Verhältnis der Blindleistung mit Vorzeichen zur Scheinleistung unter Einbeziehung der Oberschwingungsanteile. Der Blindfaktor kann messtechnisch dafür verwendet werden, um festzustellen, ob das Netz induktiv oder kapazitiv belastet wird. Wertebereich: -1 … +1	*Single phase reactive factor. Ratio of the reactive power with sign to the apparent power including the harmonic components. The active factor shows whether there is a purchase or a feed-in. Range of values: -1… +1*

Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Abb.: 4-Quadranten-Diagramm, Leistung-, Wirk- und Blindfaktoren

Fig.: 4-quadrant diagram, Power, active and reactive factors



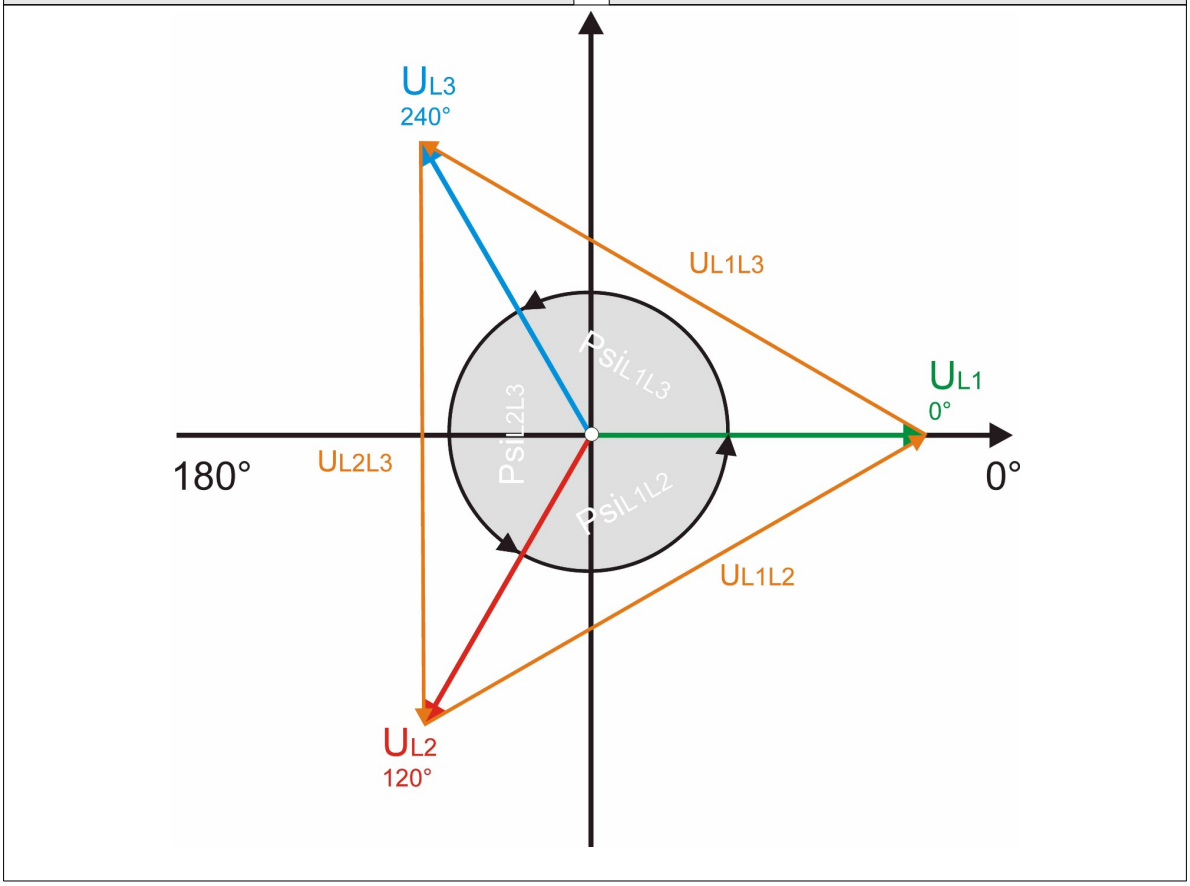
Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Phasenwinkel L1, L2 oder L3 Psi [°]	***Phasenwinkel L1, L2 or L3 Psi [°]***
Phasenwinkel der Phasenspannung L1, L2 oder L3. Wertebereich 0 … 360°	*Phase angle of the phase voltage L1, L2 or L3.*

Abb.: Phasenwinkel Psi und Außenleiterspannungen

Fig.: Phase angle Psi and external line voltages



VERTRIEB & BERATUNG
GRUBATEC MESS- UND REGELTECHNIK

HERSTELLER
ADAMCZEWSKI Elektronische Messtechnik

Grubatec AG · Wölferstrasse 5 · CH-4414 Füllinsdorf
+41 55 617 00 80 · info@grubatec.ch · www.grubatec.ch

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Außenleiterspannungen U_{L1L2}, U_{L2L3} und U_{L3L1} U [V]

Berechnete Spannung der einzelnen Leiter (L1, L2 und L3) gegeneinander. Phase gegen Phase.

Bsp. Berechnung der Außenleiterspannung U_{L1L2} über Cosinussatz:

$$U12=\sqrt{U1^2+U2^2-2*U1*U2*\cos Psi12}$$

U12: Außenleiterspannung von L1 nach L2

U1: Strangspannung L1 gegen N

U2: Strangspannung L2 gegen N

Psi12: Pasenwinkel Psi L1 nach L2

External line voltages U_{L1L2}, U_{L2L3} and U_{L3L1} U [V]

Calculated voltage of the lines (L1, L2 and L3) against each other. Phase against phase.

E.g. Calculation of the external line voltage U_{L1L2} via cosine:

$$U12=\sqrt{U1^2+U2^2-2*U1*U2*\cos Psi12}$$

U12: voltage from L1 to L2

U1: phase voltage L1 to N

U2: phase voltage L2 to N

Psi12: phase angle Psi L1 to L2

Symmetrisch und unsymmetrische Belastung im Drehstromnetz – Stern und Dreieck

Die Adamczewski-Messumformer können bei symmetrisch belasteten 3-Phasen Drehstromnetzen auch nur mit einer Strommessung betrieben werden. Die Messwerte für alle drei Phasen werden berechnet. Ist ein Drehstromnetz symmetrisch belastet, so ist die gesamte Wirkleistung gleich der Summe der drei Strangleistungen. Sowohl für Stern- als auch für Dreieckschaltung.
Es ist immer der Stromeingang 1 für die Messung zu verwenden.
Bei unsymmetrischer Belastung müssen alle drei Phasen gemessen werden.
Bei der Umschaltung des gemessenen Verbrauchers von Stern- in Dreieckschaltung verdreifacht sich die Gesamtleistung. Die Leiterströme verdreifachen sich, die Strangströme erhöhen sich um den Faktor “Wurzel 3“.
Da bei der Sternschaltung die Spannungen, bei der Dreieckschaltung die Ströme durch den Faktor “Wurzel 3“ miteinander verkettet sind, lassen sich die gleichen Formeln für die Leistungsberechnung ableiten.

Siehe Abbildung nachfolgend.

Balanced and unbalanced load in three-phase power grid – Y and delta wiring

The Adamczewski measuring transducers can also be operated with only one current measurement for symmetrically loaded 3-phase systems. The measured values for all three phases are calculated. If a three-phase network is symmetrically loaded, the total active power is equal to the sum of the three phase powers. For both Y and delta connection.
Always use current input 1 for the measurement.
In case of unbalanced load, all three phases must be measured.
When the measured load is switched from Y to delta wiring, the total power triples. The line currents triple, the string currents increase by a factor of “Square root 3“.
Since the voltages in the Y connection and the currents in the delta connection are linked by the factor "square root 3", the same formulas can be used for the power calculation.

See figure below.

VERTRIEB & BERATUNG
GRUBATEC MESS- UND REGELTECHNIK

HERSTELLER
ADAMCZEWSKI Elektronische Messtechnik

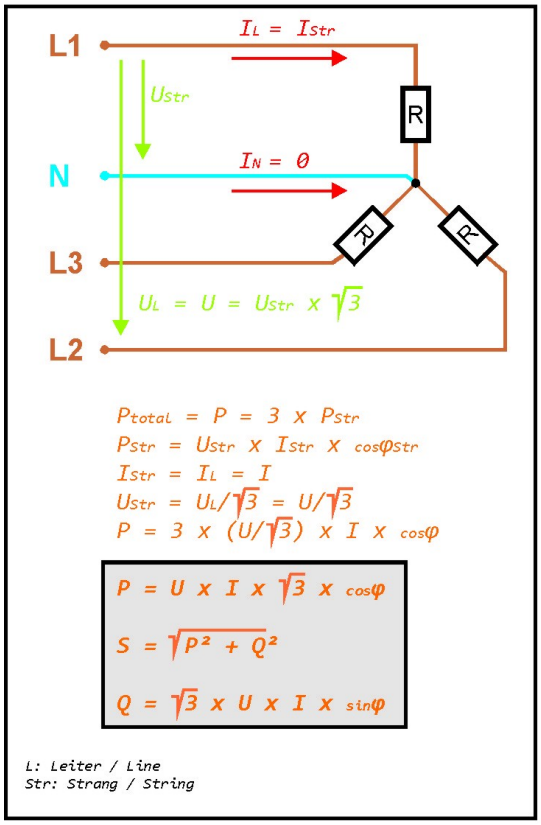
Grubatec AG · Wölferstrasse 5 · CH-4414 Füllinsdorf
+41 55 617 00 80 · info@grubatec.ch · www.grubatec.ch

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Abb.: Berechnung Drehstromnetz - symmetrisch

Fig.: Calculation three-phase power grid - balanced

Symmetrische Sternschaltung / balanced Y-wiring

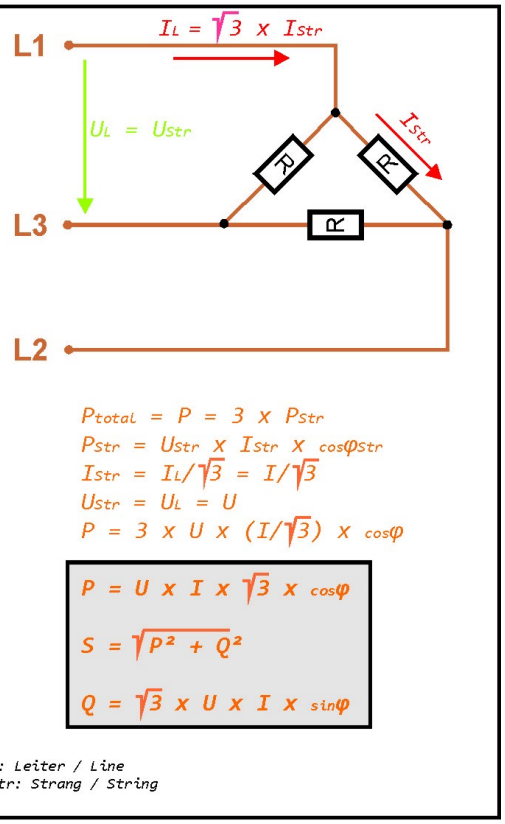


$P_{total} = P = 3 \times P_{str}$
$P_{str} = U_{str} \times I_{str} \times \cos\varphi_{str}$
$I_{str} = I_L = I$
$U_{str} = U_L/\sqrt{3} = U/\sqrt{3}$
$P = 3 \times (U/\sqrt{3}) \times I \times \cos\varphi$

$$P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos\varphi$$
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$
$$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin\varphi$$

L: Leiter / Line
Str: Strang / String

Symmetrische Dreieckschaltung / balanced Δ-wiring



$P_{total} = P = 3 \times P_{str}$
$P_{str} = U_{str} \times I_{str} \times \cos\varphi_{str}$
$I_{str} = I_L/\sqrt{3} = I/\sqrt{3}$
$U_{str} = U_L = U$
$P = 3 \times U \times (I/\sqrt{3}) \times \cos\varphi$

$$P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos\varphi$$
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$
$$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin\varphi$$

L: Leiter / Line
Str: Strang / String

Stern- Dreieck-Umschaltung
Y- delta- conversion

$$\frac{P_{t\text{-}Y}}{P_{t\text{-}\Delta}} = \frac{1}{3} \qquad \frac{I_{L\text{-}Y}}{I_{L\text{-}\Delta}} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{I_{STR\text{-}Y}}{I_{STR\text{-}\Delta}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \qquad \frac{U_{STR\text{-}Y}}{U_{STR\text{-}\Delta}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Erstellt: Moritz Alt	Freigegeben: A. Sommer		

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.

Revisionsliste – Änderungen und Erweiterungen
Revision list - changes and extensions

Revision *Revision*	Datum *Date*	Bearbeiter *Editor*	Änderungen oder Erweiterungen *Changes or extensions*
V1.0	Dez 2018	Moritz Alt	Erste veröffentlichte Version.
V1.1	Jan 2019	Moritz Alt	Berechnung und grafische Darstellung des Neutralleiterstroms zugefügt.
V1.2	Mai 2019	Moritz Alt	Berechnung und grafische Darstellung der Außenleiterspannungen zugefügt.
V1.3	Juni 2021	Moritz Alt	Beschreibung und grafische Darstellung von Wirk- und Blindfaktor zugefügt. Fehler aus 4-Qaudrantendarstellung beseitigt. Revisionsliste als letzte Seite im Dokument angehängt.
V1.4	Jan 2022	Moritz Alt	Zufügen der Beschreibung der Berechnung symmetrischer Lasten im Drehstromnetz

VERTRIEB & BERATUNG
GRUBATEC MESS- UND REGELTECHNIK

HERSTELLER
ADAMCZEWSKI Elektronische Messtechnik

Grubatec AG · Wölferstrasse 5 · CH-4414 Füllinsdorf
+41 55 617 00 80 · info@grubatec.ch · www.grubatec.ch

Technische Änderungen und Druckfehler vorbehalten.