

WATTNODE[®] PULSE

Installations- und Betriebshandbuch

- WNB-3Y-208-P
- WNB-3Y-400-P
- WNB-3Y-480-P
- WNB-3Y-600-P
- WNB-3D-240-P
- WNB-3D-400-P
- WNB-3D-480-P

Wir behalten uns kurzfristige Änderungen an den Informationen in diesem Dokument vor.

© 2009 Continental Control Systems, LLC. Alle Rechte vorbehalten.

Gedruckt in den USA.

Dokumentnummer: WNB-P-2.40

Änderungsdatum: 14. September 2009

Continental Control Systems, LLC.

3131 Indian Rd., Suite A

Boulder, CO 80301

+001-(303) 444-7422

FAX: +001-(303) 444-2903

E-Mail: techsupport@ccontrols.com

Internet: <http://www.ccontrols.com>

WattNode ist eine eingetragene Marke der Continental Control Systems, LLC.

FCC-Informationen

Diese Geräte wurden getestet und entsprechen den Auflagen für digitale Geräte der Klasse B gemäß Abschnitt 15 der FCC-Regeln. Der Betrieb darf nur unter den folgenden beiden Bedingungen erfolgen: (1) Dieses Gerät darf keine schädliche Interferenz verursachen, und (2) dieses Gerät muss jegliche empfangene Interferenz akzeptieren, einschließlich Interferenz, die zu fehlerhaftem Betrieb führen kann.

Die FCC-Auflagen sind dafür ausgelegt, bei Installationen an Eigenheimen einen angemessenen Schutz vor unerwünschten Störungen zu bieten. Von diesem Gerät wird Hochfrequenzenergie erzeugt, verwendet und möglicherweise abgestrahlt. Wenn Installation und Verwendung nicht gemäß den Anweisungen erfolgen, kann dies zu schweren Störungen des Funkverkehrs führen. Es kann jedoch nicht garantiert werden, dass bei bestimmten Installationen keine Interferenz auftritt. Wenn die Geräte sich störend auf den Funk- oder Fernsehempfang auswirken (dies lässt sich durch Ein- und Ausschalten des Geräts herausfinden), sollte der Benutzer versuchen, die Störung mithilfe einer der folgenden Maßnahmen zu beheben:

- Richten Sie die Empfangsantenne neu aus, oder stellen Sie sie an einem anderen Ort auf.
- Vergrößern Sie den Abstand zwischen Gerät und Empfänger.
- Schließen Sie das Gerät an einen anderen Stromkreis an als den Empfänger.
- Wenden Sie sich an Ihren Händler oder einen erfahrenen Radio-/TV-Techniker, um Hilfe zu erhalten.

Inhalt

Übersicht.....	4
Pulsausgänge.....	4
Diagnose-LEDs	4
Transformatoren	4
Weiterführende Literatur	5
Frontetikett	5
Symbole.....	6
Installation	7
Vorsichtsmaßnahmen	7
Elektrische Betriebsarten.....	8
Einphasiger Zweileiter mit Nullleiter	8
Einphasiger Dreileiter.....	9
Einphasiger Zweileiter ohne Nullleiter	10
Dreiphasiger Vierleiter mit Sternschaltung.....	11
Dreiphasiger Dreileiter mit Dreieckschaltung (ohne Nullleiter).....	12
Montage.....	13
Auswählen der Transformatoren	14
Anschließen der Transformatoren.....	15
Stromkreisschutz	16
Anschließen der Anschlussklemmen.....	17
Anschließen der Pulsausgänge	18
Ausgangszuweisungen.....	19
Auswählen des Pullup-Widerstands.....	19
Installationszusammenfassung	20
LEDs zur Diagnose der Installation.....	20
Problembehebung.....	23
Betriebsanweisungen	25
Pulsausgänge.....	25
Berechnung von Leistung und Energie.....	26
Gleichungen für Leistung und Energie.....	28
Wartung und Reparatur	30
Spezifikationen	31
Modelle	31
Transformatoren	32
Messungen	33
Genauigkeit.....	34
Pulsausgänge.....	35
Elektrisch	36
Zertifizierungen.....	37
Umgebung und Umwelt.....	37
Mechanik	37
Garantie	38
Haftungsbeschränkung	38

Übersicht

Wir gratulieren zum Erwerb des WattNode® Pulse-Watt/Wattstunden-Wandlers. Der WattNode ermöglicht präzise Energie- und Leistungsmessung in kompaktem Format. Mit WattNode können Sie Leistungs- und Energiemessungen am vorhandenen Elektroschaltkasten vornehmen, ohne dass kostspielige Installationen von Teilkonsolen und die entsprechende Verkabelung erforderlich sind. Er wurde für den Einsatz in der Nachfragesteuerung (Demand Side Management, DSM), bei Zwischenmessungen und in Anwendungen zur Energieüberwachung entwickelt. Der WattNode gibt eine Reihe von Pulssignalen ab, deren Frequenz sich proportional zur Momentanleistung verhält und deren Anzahl proportional zu den Gesamtwattstunden ist. Es sind Modelle für einphasige Konfigurationen, dreiphasige Sternkonfigurationen und dreiphasige Dreieckskonfigurationen für Voltbereiche von 120 V Wechselstrom bis 600 V Wechselstrom bei 50 und 60 Hz verfügbar.

Pulsausgänge

Der WattNode erstellt Pulsausgänge mithilfe eines oder mehrerer Optokoppler (auch Fotokoppler genannt). Diese bieten 5.000 V Isolation mit einem LED- und einem Fototransistor. Auf diese Weise kann der WattNode an die Hardware für die Überwachung oder Messwertsammlung gekoppelt werden, ohne dass Probleme wie Störungen, Erdschleifen, Stromschlaggefahr usw. auftreten können.

Der Standard-Puls WattNode nimmt bidirektionale Energiemessungen vor (positive und negative Leistung). Er kann für herkömmliche Leistungs- und Energiemessungen sowie für Einspeisevergütungen und Photovoltaik (PV)-Anlagen verwendet werden.

- **Option P3** – Mit der Option für phasenweise Messungen werden zwei oder drei separate Verzweigungsschaltkreise mit einem einzelnen Dreiphasen-WattNode gemessen. Diese Vorgehensweise spart Geld und Platz.
- **Option PV** – Mit der Photovoltaik-Option werden Messungen für Eigenheim-PV-Systeme durchgeführt. Ein WattNode misst die bidirektionale Gesamthausenergie sowie die durch PV (oder Wind) erzeugte Energie. Ausführliche Informationen finden Sie im **Handbuchanhang MS-10**.
- **Optionen DPO** – Die Option für zwei positive Ausgänge verhält sich exakt wie das standardmäßige bidirektionale Modell, jedoch mit einem zusätzlichen zweiten positiven Pulsausgangskanal (an der **P3**-Ausgangsklemme). Dadurch kann der WattNode an zwei Geräte gekoppelt werden, zum Beispiel an eine Anzeige und einen Messwertsammler. Ausführliche Informationen finden Sie im **Handbuchanhang MS-11**.

Für spezielle Anwendungen stehen benutzerdefinierte Pulsausgangsfrequenzen zur Verfügung.

Diagnose-LEDs

Der Pulse WattNode enthält drei Diagnose-LEDs – eine für jede Phase. Im normalen Betrieb blinken diese LEDs in einer Geschwindigkeit, die in etwa proportional zur Leistung an den einzelnen Phasen ist. Die LEDs blinken grün für positive Leistung, rot für negative Leistung und gelb bei niedrigem Leistungsfaktor. Andere Zustände werden durch unterschiedliche LED-Muster angezeigt. Ausführliche Informationen finden Sie im Abschnitt **LEDs zur Diagnose der Installation**.

Transformatoren

Der WattNode kann mit Vollkerntransformatoren (ringförmig), Spaltkerntransformatoren (mit Öffnung) und Stromschienentransformatoren bei 0,333 V Wechselspannung betrieben werden. Spaltkerntransformatoren lassen sich leichter installieren, da hierzu der zu messende Stromkreis nicht unterbrochen werden muss. Vollkerntransformatoren sind kompakter, in der Regel genauer und kostengünstiger. Für die Installation muss jedoch der zu messende Stromkreis unterbrochen werden.

Weiterführende Literatur

- WattNode Advanced Pulse - Installationskurzanleitung
- Handbuchanhang MS-10 - Option PV (Photovoltaik)
- Handbuchanhang MS-11 - Option DPO (Zwei positive Ausgänge)

Frontetikett

In diesem Abschnitt werden alle Anschlüsse, Informationen und Symbole erläutert, die sich auf dem Frontetikett des WattNode befinden.

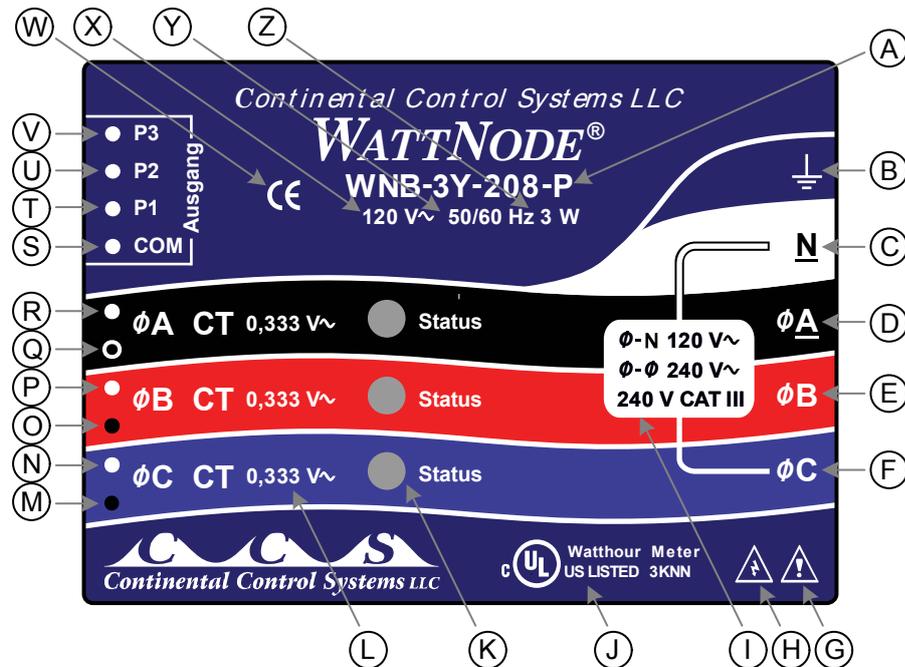


Abbildung 1: Grafik Frontetikett

A: WattNode-Modellnummer. Die Buchstaben „WNB“ bedeuten, dass es sich um einen WattNode der zweiten Generation mit Diagnose-LEDs und bis zu drei Pulsausgangskanälen handelt. Die „3“ steht für ein Dreiphasenmodell. Die Buchstaben „Y“ oder „D“ geben an, ob es sich um ein Sternmodell (vierdrahtig) oder ein Dreiecksmodell (dreidrahtig) handelt. Mit Dreiecks-WattNodes können jedoch auch Sternschaltkreise gemessen werden (der Unterschied liegt im Netzanschluss). Die Zahl „208“ (bzw. ein anderer Wert) gibt die Nennspannung zwischen den Phasen an. Das „P“ steht für Pulsausgang.

B: Funktionserdung. Dieser Ausgang sollte nach Möglichkeit mit der Erde verbunden werden. Er ist für die Schutzerdung nicht erforderlich, jedoch kann die Genauigkeit des WattNode beeinträchtigt werden, wenn dieser Ausgang nicht angeschlossen ist.

C: Null. Dieser Ausgang sollte möglichst an Null angeschlossen werden.

D, E, F: Netzeingänge. Mindestens einer dieser Ausgänge ist mit der Netzleitung verbunden. Bei Dreiphasenmessung werden die Ausgänge ϕA (Phase A), ϕB (Phase B) und ϕC (Phase C) für die drei Phasen verwendet. WattNode-Modelle mit Dreieckschaltung beziehen die Energie über die ϕA - und ϕB -Ausgänge.

G: Vorsicht – Beachten Sie das Installations- und Betriebshandbuch. Dieses Symbol bedeutet, dass Installation und Betrieb des WattNode gefährlich sein können, wenn die Installationsanweisungen nicht ordnungsgemäß befolgt werden.

H: Warnung, Stromschlaggefahr. Dieses Symbol bedeutet, dass bei Installation und Betrieb des WattNode die Gefahr eines Stromschlags besteht, wenn die Installationsanweisungen nicht ordnungsgemäß befolgt werden.

- I: Messungsnennwerte der Netzspannung.** Hier werden die Nennspannung zwischen der Phase und dem Nullleiter „ ϕ -N 120V~“, zwischen den Phasen „ ϕ - ϕ 240V~“ sowie die Nennwerte für die Messspannung und die Kategorie „240V CAT III“ für dieses WattNode-Modell angegeben. Weitere Informationen zur Messspannung und Kategorie finden Sie unter [Spezifikationen](#).
- J: UL Listing-Prüfzeichen.** Zeigt das UL- und das (kanadische) cUL Listing-Prüfzeichen und die Nummer „3KNN“ an.
- K: Status-LEDs.** Diese Status-LEDs werden zur Überprüfung und Diagnose des WattNode-Betriebs verwendet. Ausführliche Informationen finden Sie unter [LEDs zur Diagnose der Installation](#).
- L: Angabe der Transformatornennspannung.** Diese Kennzeichnung „0,333V~“ gibt an, dass der WattNode nur mit Transformatoren verwendet werden darf, die ein Vollskalaausgang von 0,333 V Wechselspannung (333 Millivolt Wechselspannung) erzeugen.
- M, N, O, P, Q, R: Transformatoreingänge.** Zeigen die Positionen der Schraubklemmen für die Transformatoranschlüsse an. Beachten Sie die weißen und schwarzen Kreise am linken Rand des Etiketts: Sie geben die Farbe des Transformatorkabels an, das in die entsprechende Schraubklemme eingesteckt werden sollte.
- S: Gemeinsamer Pulsausgang (COM).** Dies ist der gemeinsame Anschluss für alle drei Pulsausgangskanäle. Dieser Anschluss muss immer negativer sein als die **P1**-, **P2**- und **P3**-Anschlüsse.
- T, U, V: Pulsausgänge (P1, P2, P3).** Dies sind die drei Pulsausgänge. Bei den verschiedenen WattNode-Modellen werden einer, zwei oder alle drei Ausgänge verwendet. Diese Anschlüsse sollten im Verhältnis zum gemeinsamen Anschluss stets positiv sein.
- W: CE-Kennzeichnung.** Dieses Symbol befindet sich auf WattNode-Modellen, die in der EU verkauft werden. Es gibt an, dass der WattNode den EU-Bestimmungen für Produktsicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit entspricht.
- X: Nennspannung des Netzanschlusses.** Diese Kennzeichnung gibt den Nennwert der Netzspannung für diesen WattNode an. Das **V~** steht für Wechselspannung. Bei WattNode-Modellen mit Sternschaltung sollte diese Spannung zwischen den Anschlüssen **N** und ϕ **A** angezeigt werden. Bei WattNode-Modellen mit Dreieckschaltung sollte diese Spannung zwischen den Anschlüssen ϕ **A** und ϕ **B** angezeigt werden.
- Y: Netzfrequenzen.** Gibt die Nennwerte der Netzfrequenzen für den WattNode an.
- Z: Maximale Nennleistung.** Gibt den maximalen Energieverbrauch in Watt (Wirkleistung) für dieses WattNode-Modell an.

Symbole

	Vorsicht – Beachten Sie das Installations- und Betriebshandbuch.	Lesen Sie alle Anweisungen in diesem Installations- und Betriebshandbuch einschließlich aller Warnungen und Vorsichtsmaßnahmen sorgfältig, und befolgen Sie diese bei der Installation und Verwendung des Produkts.
	Warnung – Stromschlaggefahr	Stromschlaggefahr bei Hochspannung, Lebensgefahr.
	CE-Kennzeichnung	Entspricht den EU-Bestimmungen für Produktsicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit. <ul style="list-style-type: none"> • Niederspannungsrichtlinie – EN 61010-1: 2001 • EMC-Richtlinie – EN 61327: 1997 + A1/1998 + A2/2001

Installation

Vorsichtsmaßnahmen



LEBENSGEFAHR – HOCHSPANNUNG

WARNUNG - Diese Installations-/Wartungsanweisungen richten sich ausschließlich an Fachpersonal. Zur Vermeidung von Stromschlägen: Führen Sie keine Wartungsarbeiten aus, die nicht in den Betriebsanweisungen enthalten sind, sofern Sie nicht über die entsprechenden Qualifikationen verfügen.

Die Installation des WattNode sollte nur von qualifiziertem Personal bzw. einem Elektrofachmann durchgeführt werden. Verschiedene WattNode-Modelle messen Stromkreise mit Spannungen von 120 V Wechselstrom, einphasig bis 600 V Wechselstrom, dreiphasig. Diese Spannungen sind lebensgefährlich! Gehen Sie streng nach folgender Prüfliste vor:

- 1) CCS empfiehlt, WattNode nur durch einen **lizenzierten Elektrofachmann** zu installieren.
- 2) CCS empfiehlt, den WattNode entweder in einem Gehäuse (einer Schalttafel oder einem Anschlusskasten) oder in einem Elektroraum mit beschränktem Zugang zu installieren.
- 3) Stellen Sie sicher, dass die Spannungen und Stromstärken des Stromkreises innerhalb des zulässigen Bereichs für das WattNode-Modell liegen.
- 4) Verwenden Sie ausschließlich Transformatoren mit UL-Kennzeichnung und integrierten Belastungswiderständen, die bei Nennstrom 0,333 V Wechselstrom (333 Millivolt Wechselstrom) erzeugen. Verwenden Sie **keine** Stromausgangstransformatoren wie Modelle mit Ausgängen von 1 Ampere oder 5 Ampere! Die Nennwerte für den maximalen Eingangsstrom bei Transformatoren finden Sie unter **Spezifikationen - Transformatoren**.
- 5) Stellen Sie sicher, dass die Netzspannungseingänge am WattNode für jede Phase entweder über Sicherungen oder Schutzschalter verfügen (nicht erforderlich für den Nullleiter). Informationen finden Sie im Abschnitt **Stromkreisschutz**.
- 6) Geräte müssen von der LEBENSGEFÄHRLICHEN Spannung getrennt werden, bevor darauf zugegriffen wird.
- 7) Die Verteilerklemmen sind **nicht** isoliert. Berühren Sie die Schraubklemmen nicht mit Metallwerkzeugen, wenn der Stromkreis angeschlossen ist!
- 8) Schließen Sie nicht mehr als ein Netzspannungskabel in einer Schraubklemme an, verwenden Sie stattdessen Lüsterklemmen. Möglicherweise müssen Sie mehr als ein Transformatorkabel pro Schraubklemme verwenden.
- 9) Stellen Sie vor dem Einschalten des WattNode sicher, dass alle Kabel sicher angeschlossen sind, indem Sie an jedem einzelnen ziehen.
- 10) Installieren Sie den WattNode nicht an Orten, an denen er Temperaturen unter -30 °C oder über 55 °C, starker Feuchtigkeit, Staub, Salzsprühnebel oder anderen Verunreinigungen ausgesetzt ist. Für den WattNode ist eine Umgebung erforderlich, die Verschmutzungsgrad 2 nicht überschreitet (in der Regel nur nicht leitfähige Verschmutzung; in einigen Fällen muss mit einer vorübergehenden Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden).
- 11) Verwenden Sie den WattNode beim Bohren der Montagelöcher nicht als Bohrführung. Das Bohrfutter kann die Schraubklemmen des WattNode beschädigen, zudem können Metallspäne in die Anschlüsse fallen und ein Risiko für Lichtbögen darstellen.
- 12) Wenn der WattNode nicht ordnungsgemäß installiert wird, werden möglicherweise die Sicherheitsvorrichtungen beeinträchtigt.

Elektrische Betriebsarten

Im Folgenden finden Sie eine Liste der Betriebsarten mit Anschlüssen und den empfohlenen WattNode-Modellen. Hinweis: Die WattNode-Erdung verbessert die Messgenauigkeit, ist jedoch für die Sicherheit nicht erforderlich.

Modell	Typ	Phase- Nulleiter	Phase- Phase	Elektrische Betriebsarten
WNB-3Y-208-P	Stern	120 V Wechselstrom	208 - 240 V Wechselstrom	1 Phase, 2 Leiter, 120 V mit Null 1 Phase, 3 Leiter, 120 V/240 V mit Null 3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 120 V/208 V mit Null
WNB-3Y-400-P	Stern	230 V Wechselstrom	400 V Wechselstrom	1 Phase, 2 Leiter, 230 V mit Null 3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 230 V/400 V mit Null
WNB-3Y-480-P	Stern	277 V Wechselstrom	480 V Wechselstrom	3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 277 V/480 V mit Null
WNB-3Y-600-P	Stern	347 V Wechselstrom	600 V Wechselstrom	3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 347 V/600 V mit Null
WNB-3D-240-P	Dreieck oder Stern	120 - 140 V Wechselstrom	208 - 240 V Wechselstrom	1 Phase, 2 Leiter, 208 V (ohne Null) 1 Phase, 2 Leiter, 240 V (ohne Null) 1 Phase, 3 Leiter, 120 V/240 V mit Null 3 Phasen, 3 Leiter (Dreieck), 208 V (ohne Null) 3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 120 V/208 V mit Null 3 Phasen, 4 Leiter (Dreieck), 120/208/240 V mit Null
WNB-3D-400-P	Dreieck oder Stern	230 V Wechselstrom	400 V Wechselstrom	3 Phasen, 3 Leiter (Dreieck), 400 V (ohne Null) 3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 230 V/400 V mit Null
WNB-3D-480-P	Dreieck oder Stern	277 V Wechselstrom	480 V Wechselstrom	3 Phasen, 3 Leiter (Dreieck), 480 V (ohne Null) 3 Phasen, 4 Leiter (Stern), 277 V/480 V mit Null 3 Phasen, 4 Leiter (Dreieck), 240/415/480 V mit Null

*In der Anzahl der Leiter ist Erde NICHT enthalten. Es sind nur der Nulleiter (sofern vorhanden) und die Phasenkabel enthalten.

Tabelle 1: WattNode-Modelle

Einphasiger Zweileiter mit Nulleiter

Diese Konfiguration wird in Eigenheimen und Büros am häufigsten verwendet. Die beiden Kabel sind Null und Leitung. Bei diesen Modellen wird der WattNode über die Anschlüsse **N** und **ΦA** mit Strom versorgt.

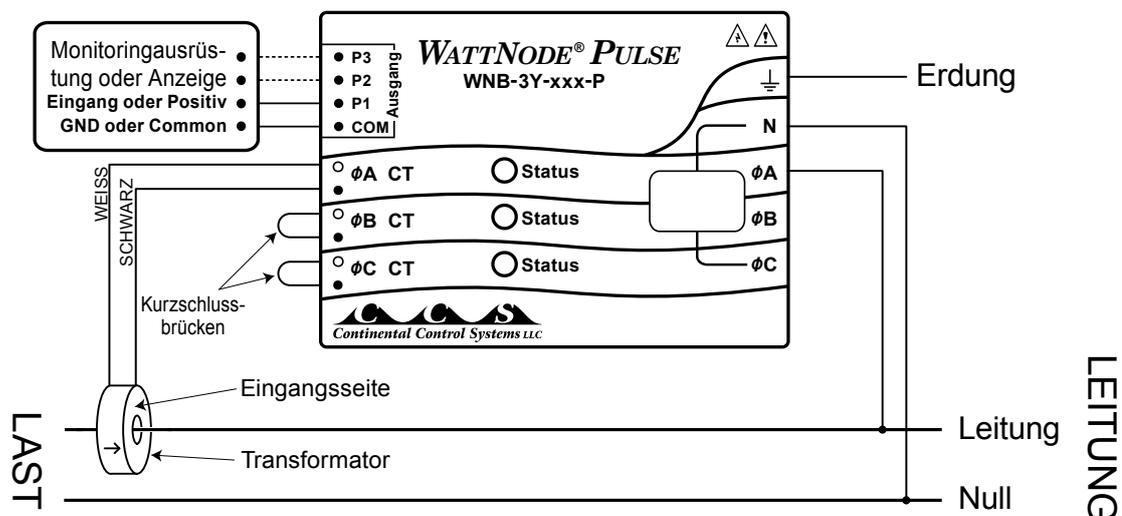


Abbildung 2: Einphasige Zweidrahtleitung

Empfohlene WattNode-Modelle

In der folgenden Tabelle werden die WattNode-Modelle aufgeführt, die für die jeweilige Leitung-Nullleiter-Spannung empfohlen werden.

Leitung-Nullleiter-Spannung	WattNode-Modell
120 V Wechselstrom	WNB-3Y-208-P
230 V Wechselstrom	WNB-3Y-400-P

Einphasiger Dreileiter

Diese Konfiguration kommt bei Großgeräten in Eigenheimen und Gewerbeanlagen in Nordamerika mit 240 V Wechselstrom vor. Die drei Kabel sind Null und zwei Netzspannungskabel mit Wechselstromkurven bei einer Phasenverschiebung von 180°. Das führt zu 120 V Wechselstrom zwischen der jeweiligen Leitung (Phase) und Null, sowie 240 V Wechselstrom (oder in einigen Fällen 208 V Wechselstrom) zwischen beiden Leitungen (Phasen).

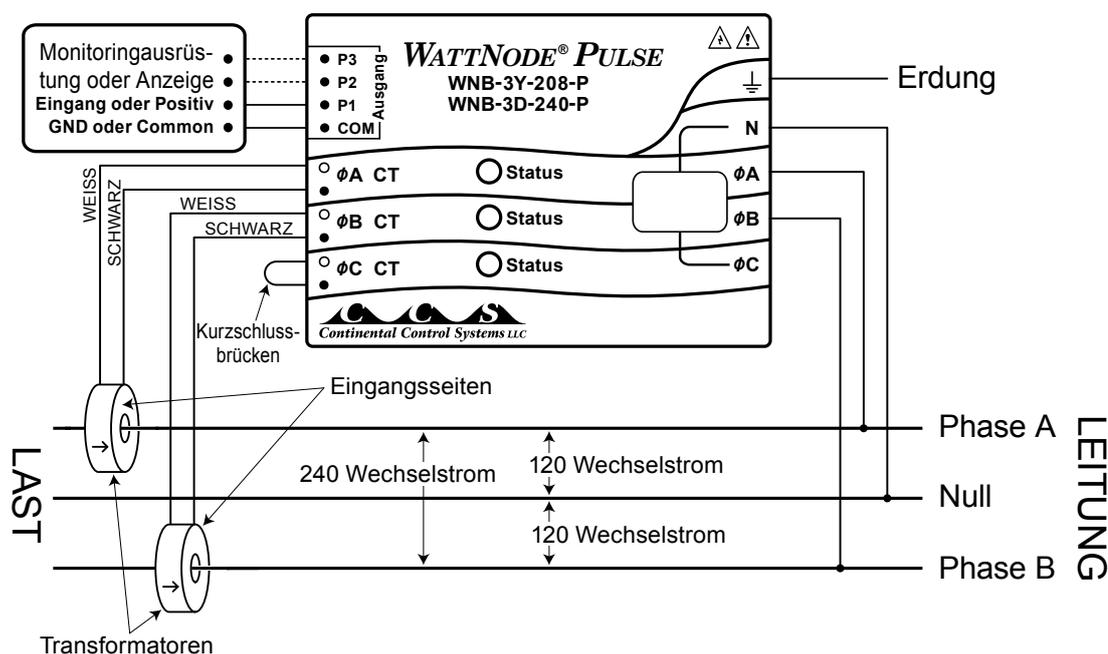


Abbildung 3: Einphasige Dreidrahtleitung

Empfohlene WattNode-Modelle

In der folgenden Tabelle werden die WattNode-Modelle aufgeführt, die verwendet werden können. Wenn Null vorhanden oder nicht vorhanden sein kann, sollten Sie das Modell WNB-3D-240-P verwenden (Informationen finden Sie im Abschnitt **Einphasiger Zweileiter ohne Nullleiter**). Wenn Null vorhanden ist, muss er angeschlossen werden, um genaue Messungen zu ermöglichen. Wenn Null vorhanden oder nicht vorhanden sein kann, sollten Sie das Modell WNB-3Y-208-P verwenden (Informationen finden Sie im Abschnitt **Einphasiger Zweileiter mit Nullleiter**).

WattNode-Stromquelle	WattNode-Modell
N und φA (Null und Phase A)	WNB-3Y-208-P
φA und φB (Phase A und Phase B)	WNB-3D-240-P

Einphasiger Zweileiter ohne Nulleiter

Diese Konfiguration findet sich in Eigenheimen und Gewerbegebäuden mit 208 bis 240 V Wechselstrom für Großgeräte. Die beiden Drähte sind zwei Netzspannungskabel mit Wechselstromkurven bei einer Phasenverschiebung von 120° oder 180°. Null wird nicht verwendet. Das führt zu 240 V Wechselstrom (oder 208 V Wechselstrom) zwischen den beiden Leitungen (Phasen). In dieser Konfiguration wird der WattNode über die Anschlüsse ϕA und ϕB (Phase A und Phase B) mit Strom versorgt.

Für die größte Genauigkeit empfehlen wir, den Anschluss **N** (Null) des WattNode mit der Erde zu verbinden. Dadurch fließt kein Erdstrom, da der Nullanschluss nicht für die Energieversorgung des WattNode verwendet wird.

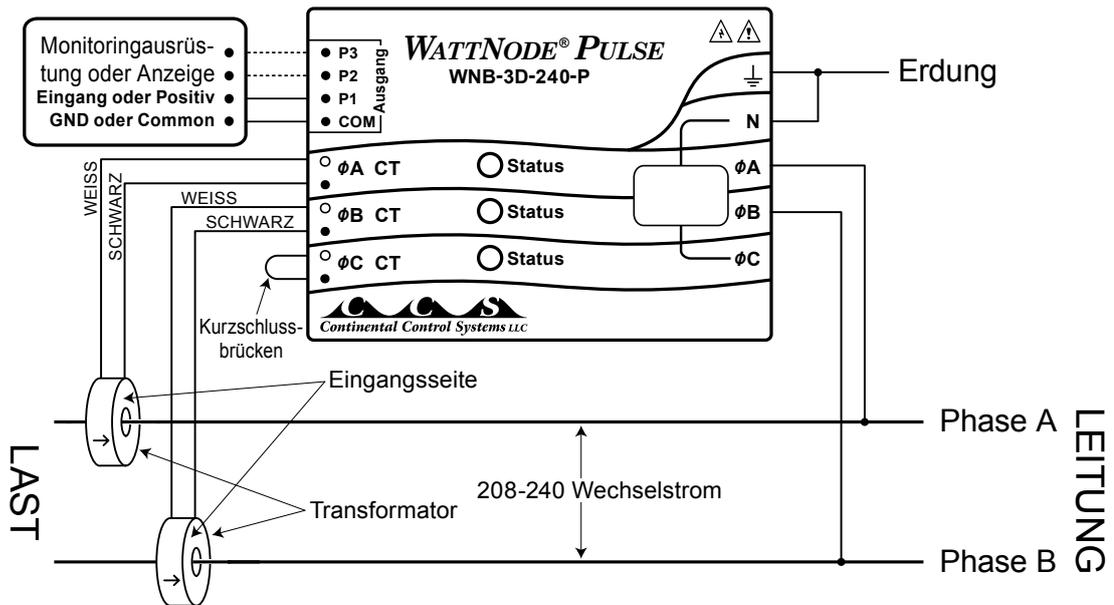


Abbildung 4: Einphasiger Zweileiter ohne Nulleiter

Empfohlenes WattNode-Modell

Diese Konfiguration wird in der Regel mit nur einem WattNode-Modell gemessen.

Phase-Phase-Spannung	WattNode-Modell
208 - 240 V Wechselstrom	WNB-3D-240-P

Wenn jedoch Null verfügbar ist, können Sie auch das Modell WNB-3Y-208-P verwenden. Wenn Sie das Modell WNB-3Y-208-P verwenden, müssen Sie den WattNode wie in Abschnitt **Einphasiger Dreileiter** anschließen und Null anschließen. Sie benötigen zwei Transformatoren.

Geerdete Phase

In seltenen Fällen (nicht bei Eigenheimen) ist möglicherweise einer der Leiter (Phase A oder Phase B) geerdet. Sie können dies überprüfen, indem Sie mit einem Multimeter die Spannung zwischen den einzelnen Phasen und der Erde messen. Wenn Sie einen Messwert zwischen 0 und 5 V Wechselstrom erhalten, ist dieser Leiter (diese Phase) vermutlich geerdet.

Der WattNode kann Stromkreise mit einer geerdeten Phase korrekt messen, jedoch ist die gemessene Spannung und Leistung der Phase null und die Status-LED der geerdeten Phase leuchtet nicht, da die Spannung sehr gering ist. Bei einer Konfiguration mit einer geerdeten Phase können Sie Geld sparen, wenn Sie den Transformator für die geerdete Phase entfernen, da die Leistung an der nicht geerdeten Phase gemessen wird. Wir empfehlen, den

geerdeten Leiter (die Phase) auf den Eingang ϕB zu legen und am WattNode für die Zukunft einen Hinweis auf diese Konfiguration anzubringen.

Dreiphasiger Vierleiter mit Sternschaltung

Diese Konfiguration findet sich in der Regel in Gewerbe- und Industrieanlagen. Es sind ein Nullleiter und drei stromführende Kabel mit Wechselstromkurven bei einer Phasenverschiebung von 120° zwischen den aufeinanderfolgenden Phasen. In dieser Konfiguration können die Netzspannungskabel in beliebiger Reihenfolge mit den Anschlüssen ϕA , ϕB und ϕC verbunden werden, **wenn die Transformatoren an die entsprechenden Phasen angeschlossen werden. N (Null) muss unbedingt angeschlossen werden.** Bei diesen Modellen wird der WattNode über die Anschlüsse **N** und ϕA betrieben.

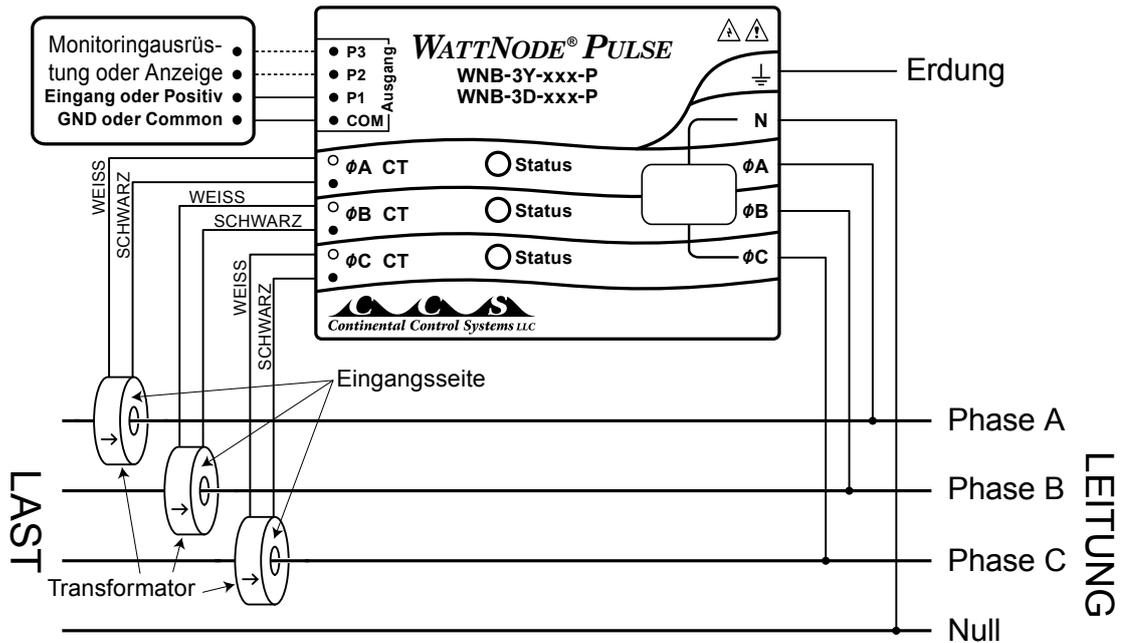


Abbildung 5: Dreiphasige Vierdrahtleitung mit Sternschaltung

Empfohlene WattNode-Modelle

In der folgenden Tabelle werden die WattNode-Modelle aufgeführt, die für die jeweilige Leitung-Nullleiter-Spannung und Leitung-Leitung-Spannung (auch Phase-Phase-Spannung genannt) verwendet werden sollen.

Leitung-Nullleiter-Spannung	Leitung-Leitung-Spannung	WattNode-Modell
120 V Wechselstrom	208 V Wechselstrom	WNB-3Y-208-P
230 V Wechselstrom	400 V Wechselstrom	WNB-3Y-400-P
277 V Wechselstrom	480 V Wechselstrom	WNB-3Y-480-P
347 V Wechselstrom	600 V Wechselstrom	WNB-3Y-600-P

Hinweis: Sie können zum Messen der dreiphasigen Vierdraht-Sternschaltungen auch die folgenden WattNode-Modelle für Dreieckschaltungen verwenden. Der einzige Unterschied liegt darin, dass WattNode-Modelle für Dreieckschaltungen über ϕA und ϕB mit Strom versorgt werden, anstatt über **N** und ϕA . Wenn Null vorhanden ist, muss er angeschlossen werden, um genaue Messungen zu ermöglichen.

Leitung-Nullleiter-Spannung	Leitung-Leitung-Spannung	WattNode-Modell
120 - 140 V Wechselstrom	208 - 240 V Wechselstrom	WNB-3D-240-P
230 V Wechselstrom	400 V Wechselstrom	WNB-3D-400-P
277 V Wechselstrom	480 V Wechselstrom	WNB-3D-480-P

Dreiphasiger Dreileiter mit Dreieckschaltung (ohne Nullleiter)

Diese Konfiguration findet sich in der Regel in Produktions- und Industrieanlagen. Es ist kein Nullleiter vorhanden, nur drei stromführende Kabel mit Wechselstromkurven bei einer Phasenverschiebung von 120° zwischen den aufeinanderfolgenden Phasen. In dieser Konfiguration können die Netzspannungskabel in beliebiger Reihenfolge mit den Anschlüssen ϕA , ϕB und ϕC verbunden werden, wenn die Transformatoren an die entsprechenden Phasen angeschlossen werden. Bei diesen Modellen wird der WattNode über die Anschlüsse ϕA und ϕB (Phase A und Phase B) mit Strom versorgt. Hinweis: Alle WattNode-Modelle für Dreieckschaltungen verfügen über einen Nullanschluss **N**, mithilfe dessen die WattNode-Modelle sowohl Stern- als auch Dreieckskonfigurationen messen können.

Für die größte Genauigkeit empfehlen wir, den Anschluss **N** (Null) mit der Erde zu verbinden. Dies ist in ausgeglichenen Dreiphasenstromkreisen nicht erforderlich, in denen die Spannungen von Erde-Phase A, Erde-Phase B und Erde-Phase C in etwa gleich sind. Dadurch fließt kein Erdstrom, da der Nullanschluss nicht für die Energieversorgung des WattNode verwendet wird.

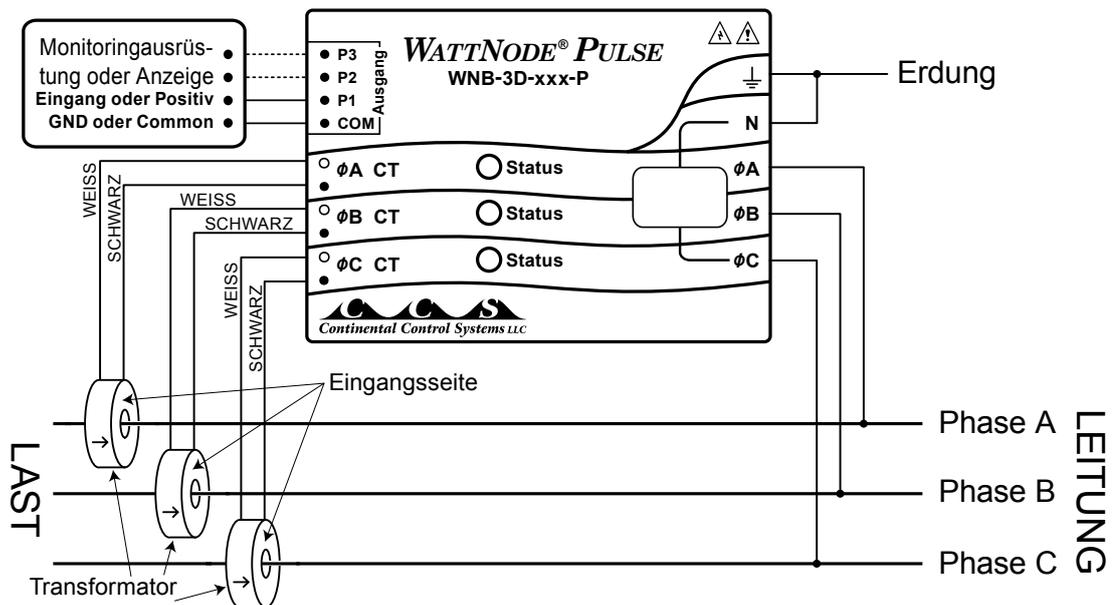


Abbildung 6: Dreiphasige Dreidrahtleitung mit Dreieckschaltung

Empfohlene WattNode-Modelle

In der folgenden Tabelle werden die WattNode-Modelle aufgeführt, die für die jeweilige Leitung-Leitung-Spannung (auch Phase-Phase-Spannung genannt) verwendet werden sollen.

Leitung-Leitung-Spannung	WattNode-Modell
208 - 240 V Wechselstrom	WNB-3D-240-P
400 V Wechselstrom	WNB-3D-400-P
480 V Wechselstrom	WNB-3D-480-P

Geerdete Phase

In seltenen Fällen ist möglicherweise eine der Phasen geerdet. Sie können dies überprüfen, indem Sie mit einem Multimeter die Spannung zwischen den einzelnen Phasen und der Erde messen. Wenn Sie einen Messwert zwischen 0 und 5 V Wechselstrom erhalten, ist dieser Leiter vermutlich geerdet.

Der WattNode kann Stromkreise mit einer geerdeten Phase korrekt messen, jedoch ist die gemessene Spannung und Leistung der Phase null und die Status-LED der geerdeten Phase leuchtet nicht, da die Spannung sehr gering ist. Zudem kann für eine oder beide der aktiven (nicht geerdeten) Phasen die LED gelb/rot blinken, da die Konfiguration mit geerdeter Phase zu ungewöhnlichen Leistungsfaktoren führt.

Um bei geerdeter Phase eine optimale Genauigkeit zu erreichen, sollten Sie auch den Anschluss **N** (Null) am WattNode an die Erdklemme anschließen. Dadurch fließt kein Erdungsstrom, da der Nullanschluss nicht für die Energieversorgung des WattNode verwendet wird. Bei einer Konfiguration mit einer geerdeten Phase können Sie Geld sparen, wenn Sie den Transformator für die geerdete Phase entfernen, da die Leistung an den nicht geerdeten Phasen gemessen wird. Wir empfehlen, den geerdeten Leiter auf den Eingang **ϕC** (Phase C) zu legen und am WattNode einen Hinweis auf diese Konfiguration anzubringen.

Montage

Schützen Sie den WattNode vor Feuchtigkeit, direkter Sonneneinstrahlung, hohen Temperaturen und leitfähiger Verschmutzung (Salzsprühnebel, Metallstaub usw.). Wenn Feuchtigkeit oder leitfähige Verschmutzung auftreten können, verwenden Sie zum Schutz des WattNode ein IP 66- oder NEMA 4-Gehäuse. Aufgrund der außen liegenden Schraubklemmen muss der WattNode in einem Elektroschaltkasten, Anschlusskasten oder Elektroraum angebracht werden. Der WattNode kann in beliebiger Ausrichtung direkt an einer Wand eines Elektroschaltkastens oder Anschlusskastens angebracht werden.

Der WattNode hat zwei Montagelöcher im Abstand von 127 mm (Mittelpunktabstand). Diese Montagelöcher sind normalerweise von den abnehmbaren Schraubklemmen verdeckt. Entfernen Sie die Schraubklemmen, indem Sie sie nach außen ziehen und dabei an ihnen rütteln. Der WattNode oder **Abbildung 7** kann als Schablone zum Anzeichnen der Montagelochpositionen verwendet werden. **Bohren Sie die Löcher jedoch nicht, während sich der WattNode in der Montageposition befindet**, denn der Bohrer kann die WattNode-Konnektoren beschädigen und Bohrspäne zurücklassen.

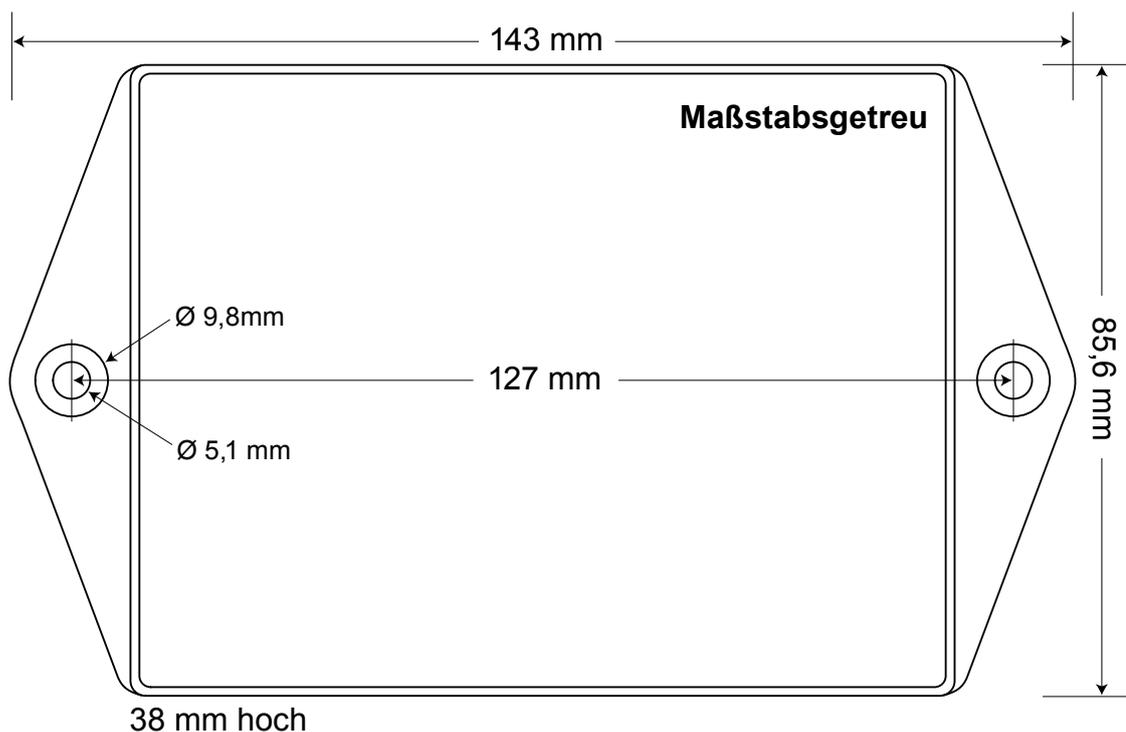


Abbildung 7: Abmessungen des WattNode

Wir empfehlen Blechschrauben mit selbstschneidenden oder selbstprägenden Gewinden in folgenden Größen (bevorzugte **fett** gedruckt).

Schraubenart	UTS-Größen (USA)	Metrische Größen
Zylinderkopf	#6, #8, #10	M3,5, M4 ; M5
Rundkopf	#6, #8, #10	M3,5; M4 ; M5
Frachrundkopf	#6, #8	M3,5 ; M4
Sechskant (Unterlegscheibe integriert)	#6, #8	M3,5; M4
Sechskant (Unterlegscheibe hinzufügen)	#6, #8, #10	M3,5; M4 ; M5

Tabelle 2: Montageschrauben für den WattNode

Verwenden Sie zum Schutz des WattNode-Gehäuses Unterlegscheiben, wenn sich die Schrauben durch die Montagelöcher ziehen könnten. Ziehen Sie die Schrauben nicht zu fest an, da das Gehäuse bei Langzeitbelastung brechen kann.

Auswählen der Transformatoren

Der Nennstrom der Transformatoren sollte in der Regel etwas über dem Maximalstrom des zu messenden Kreislaufs gewählt werden. (Weitere Informationen finden Sie unter **Scheitelfaktor**.) In einigen Fällen können Sie möglicherweise Transformatoren mit niedrigerem Nennstrom auswählen, um die Genauigkeit bei niedrigeren Stromwerten zu verbessern. Achten Sie darauf, dass der maximal zulässige Strom für den Transformator nicht überschritten werden kann, ohne dass ein Schutzschalter oder eine Sicherung ausgelöst werden. (Siehe **Spezifikationen - Transformatoren**.)

Wir bieten nur Wechselstromtransformatoren an. Mit diesen können keine Gleichstromkreisläufe gemessen werden. Darüber hinaus können hohe Gleichströme zu einer Sättigung des Magnetkerns und damit zu Störungen bei der genauen Messung von Wechselströmen führen. Die meisten Verbraucher werden nur mit Wechselstrom betrieben, gelegentlich können Sie jedoch auf Geräte treffen, die Gleichstrom benötigen und nicht richtig gemessen werden können. Am häufigsten tritt Gleichstrom bei Geräten auf, die aus Wechselstrom-Halbwellen hohe, effektive Gleichströme erzeugen. Beispiele für Geräte, die Gleichströme verursachen, sind Heißluftpistolen, Föhne und elektrische Durchlauferhitzer.

Mit Transformatoren können kleinere Ströme gemessen werden als vorgesehen, indem das Kabel mehrfach durch den Transformator geführt wird. Um beispielsweise Ströme unter 1 Ampere mit einem 5-Ampere-Transformator zu messen, schleifen Sie den Draht fünf Mal durch den Transformator. Der Transformator ist jetzt praktisch ein 1-Ampere-Transformator anstelle eines 5-Ampere-Transformators. Der eigentliche Nennstrom wird durch die Anzahl der Durchschleifungen durch den Transformator geteilt.

Scheitelfaktor

Mit dem Ausdruck „Scheitelfaktor“ wird das Verhältnis zwischen dem Scheitelstrom und dem Effektivstrom bezeichnet. Ohmsche Belastungen wie Heizgeräte und Glühlampen haben fast sinusförmige Kurven mit einem Scheitelfaktor von annähernd 1,4. Der Scheitelfaktor von Verbrauchern mit Blindleistungskompensation (z. B. PC-Netzteile) liegt in der Regel bei 1,4 bis 1,5. Viele gängige Verbraucher haben Scheitelfaktoren zwischen 2,0 und 3,0. Auch höhere Werte sind möglich.

Bei zu hohen Spitzenströmen werden die Eingänge des WattNode-Transformator gesättigt und dadurch ungenau. Aus diesen Gründen sollten Sie bei der Auswahl des Transformatornennstroms vorsichtig vorgehen. Wenn Ihr Verbraucher zum Beispiel 10 Ampere Effektivstrom aufnimmt, jedoch einen Scheitelfaktor von 3,0 hat, beträgt der Spitzenstrom 30 Ampere. Wenn Sie einen 15-Ampere-Transformator verwenden, kann der WattNode den 30-Ampere-Spitzenstrom nicht genau messen. **Hinweis:** Diese Beschränkung gilt für den WattNode-Messkreislauf, nicht für den Transformator.

Die folgende Abbildung zeigt den maximalen Effektivstrom für genaue WattNode-Messungen als Funktion des Stromkurven-Scheitelfaktors. Der Strom wird als Prozentsatz des Transformatornennstroms dargestellt. Wenn Sie zum Beispiel einen 10-Ampere-Verbraucher

mit einem Scheitelfaktor von 2,0 haben, beträgt der maximale Transformatorstrom etwa 85 %. 85 % von 15 Ampere sind 12,75 Ampere. Da dies mehr als 10 Ampere sind, müssten Ihre Messungen genau sein. Wenn Sie andererseits einen 40-Ampere-Verbraucher mit einem Scheitelfaktor von 4,0 haben, beträgt der maximale Transformatorstrom 42 %. 42 % von einem 100-Ampere-Transformator sind 42 Ampere, daher benötigen Sie einen 100-Ampere-Transformator, um diesen 40-Ampere-Verbraucher zu messen.

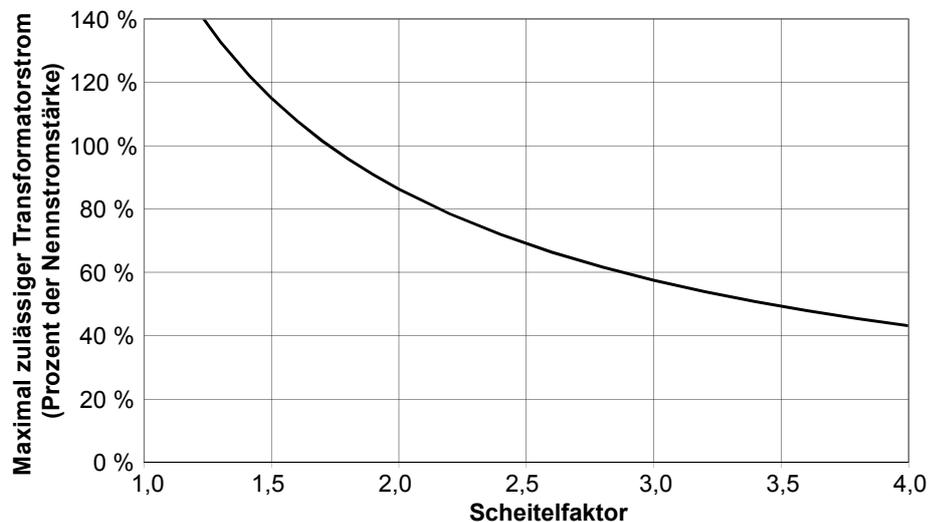


Abbildung 8: Maximaler Transformatorstrom und Scheitelfaktor

Häufig ist der Scheitelfaktor eines Verbrauchers unbekannt. In einem solchen Fall ist es im Allgemeinen sicher, von einem Scheitelfaktorbereich zwischen 1,4 und 2,5 auszugehen und Transformatoren auszuwählen, deren Nennstrom etwa 150 % des erwarteten Effektivstroms beträgt. Wenn Sie daher damit rechnen, Ströme bis 30 Ampere zu messen, wählen Sie einen 50-Ampere-Transformator.

Anschließen der Transformatoren

- Verwenden Sie ausschließlich Transformatoren mit UL-Kennzeichnung und integrierten Belastungswiderständen, die 0,333 V Wechselstrom (333 Millivolt Wechselstrom) bei Nennstrom erzeugen. Die Nennwerte für den maximalen Eingangsstrom finden Sie unter **Spezifikationen - Transformatoren**.
- **Verwenden Sie keine** Stromausgangstransformatoren wie Modelle mit Ausgängen von 1 Ampere oder 5 Ampere: Diese zerstören den WattNode und stellen eine Stromschlaggefahr dar!
- Suchen Sie auf dem Transformator das Etikett „THIS SIDE TOWARD SOURCE“, und richten Sie es auf die Spannungsquelle aus: Das ist in der Regel der Stromzähler oder der Stromunterbrecher für Verzweigungsstromkreise. Wenn Transformatoren rückwärts angebracht werden oder die weißen und schwarzen Kabel vertauscht werden, wird eine negative Leistung gemessen. Der WattNode zeigt eine negative Phasenleistung durch rotes Blinken der LEDs an.
- Achten Sie darauf, dass die Transformatoren zu den Spannungsphasen passen, die gemessen werden. Stellen Sie sicher, dass der **ϕA-Transformator** die Netzspannung misst, die an **ϕA** angeschlossen ist, überprüfen Sie ebenso die Phasen B und C. Möglicherweise lassen sich die Kabel mithilfe von farbigem Klebeband oder Aufklebern leichter identifizieren.
- Zur Vermeidung magnetischer Störungen sollten die einzelnen Phasen des Transformators einen Abstand von 25 mm haben. Die Netzspannungsleiter für die einzelnen Phasen sollten mindestens 25 mm voneinander und von Null entfernt sein.
- Für optimale Messgenauigkeit sollte die Transformatoröffnung nicht mehr als 50 % größer sein als der Leiter. Wenn die Transformatoröffnung wesentlich größer ist als der Leiter, sollten Sie den Leiter so positionieren, dass er in der Mitte der Öffnung verbleibt.

- Wir empfehlen, die Transformator Kabel kurz zu halten, da es sich bei Transformator Signalen um Niederspannung handelt und sie daher störungsanfällig sind. Im Allgemeinen ist es besser, den WattNode in der Nähe der zu messenden Leiter zu installieren, anstatt die Transformator Kabel zu verlängern. Die Transformator Kabel können jedoch um 100 m oder mehr verlängert werden. Verwenden Sie hierzu abgeschirmte, verdrehte Zweidrahtleitungen, und verlegen Sie die Transformator Kabel nicht in der Nähe von Hochstrom- oder Hochspannungsleitungen.
- OPTIONAL: Wenn Sie an nicht verwendeten Phasen fehlerhafte Messwerte feststellen, können Sie die nicht verwendeten Transformator Eingänge überbrücken.

Führen Sie zum Anschließen der Transformatoren das Kabel, das gemessen werden soll, durch den Transformator, und schließen Sie den Transformator an den WattNode an.

Schalten Sie immer den Strom ab, bevor Sie stromführende Kabel lösen. Führen Sie die Leiter durch den Transformator, wie im Abschnitt **Elektrische Betriebsarten** gezeigt. Sie können die erzeugte Leistung messen, indem Sie den Generator als Quelle behandeln.

Bei Vollkerntransformatoren muss das Kabel vom Stromkreis gelöst werden, bevor es durch die Öffnung des Transformators geführt werden kann.

Spaltkern- und Stromschienentransformatoren können geöffnet werden und so um ein Kabel herum angebracht werden. Ziehen Sie hierzu den abnehmbaren Teil gerade vom Rest des Transformators weg, möglicherweise ist kräftiges Ziehen erforderlich. Bei einigen Transformator Modellen ist die Öffnung mit Flügelschrauben gesichert. Der abnehmbare Teil passt in der Regel nur in einer Richtung, achten Sie darauf, dass die Teile des Stahlkerns beim Schließen des Transformators zusammenpassen. Wenn der Transformator zu klemmen scheint und sich nicht schließen lässt, sind die Teile des Stahlkerns wahrscheinlich nicht richtig ausgerichtet. Schließen Sie den Transformator NICHT MIT GEWALT. Setzen Sie den abnehmbaren Teil stattdessen neu ein, oder rütteln Sie daran, bis sich der Transformator ohne übermäßigen Kraftaufwand schließen lässt. Sie können den Transformator mit einem Nylonkabelbinder sichern, damit er nicht versehentlich geöffnet wird.

Schließen Sie dann die Transformatoren an die WattNode-Anschlüsse mit den Kennzeichnungen **ΦA CT**, **ΦB CT** und **ΦC CT** an. Führen Sie die verdrehten schwarzen und weißen Kabel vom Transformator zum WattNode. Wir empfehlen, überschüssige Teile der Kabel zu kürzen, um das Störungsrisiko zu verringern. Isolieren Sie die Drähte ab, oder kürzen Sie sie, sodass 6 mm unisolierter Draht offen liegen. Verbinden Sie die Transformatoren mit den schwarzen 6-Position-Schraubklemmen. Verbinden Sie jeden Transformator mit dem entsprechenden weißen Kabel, das dem weißen Punkt auf dem Etikett zugeordnet ist, und dem schwarzen Kabel, das dem schwarzen Punkt zugeordnet ist. Notieren Sie sich die Reihenfolge, in der die Phasen angeschlossen wurden, denn die Spannungsphasen **müssen** mit den Stromphasen übereinstimmen, damit eine genaue Messung gewährleistet werden kann.

Notieren Sie schließlich für jeden WattNode den Nennstrom des Transformators für die Installationsaufzeichnungen. Wenn die zu messenden Leitungen mehr als einmal durch die Transformatoren geführt werden, wird der aufgezeichnete Nennstrom des Transformators durch die Anzahl der Durchschleifungen des Drahts durch den Transformator geteilt.

Stromkreisschutz

Der WattNode gilt als „ständig angeschlossenes Gerät“, da er nicht über ein herkömmliches Netzkabel verfügt, das einfach getrennt werden kann. **Ständig angeschlossene Geräte müssen einen Überstromschutz haben und mit einer Möglichkeit ausgestattet sein, das Gerät vom Stromkreis zu trennen.** Sie können einen Schalter, Trennschalter oder Schutzschalter verwenden, um den WattNode vom Stromkreis zu trennen. Wenn ein Schalter oder Trennschalter verwendet wird, muss der WattNode zudem durch eine Sicherung oder einen Schutzschalter mit angemessener Leistung geschützt werden.

Der WattNode nimmt nur 10-30 Milliampere auf, daher hängt die Leistung der Schalter, Trennschalter, Sicherungen und/oder Schutzschalter in erster Linie vom Durchmesser der verwendeten Kabel, der Netzspannung und dem erforderlichen Unterbrechungsnennstrom ab.

- Der Schalter, Trennschalter oder Schutzschalter, der verwendet wird, um den WattNode vom Stromkreis zu trennen, muss sich so nah wie möglich am WattNode befinden.

- CCS empfiehlt die Verwendung von Schutzschaltern oder Sicherungen, die für 0,5 bis 20 Ampere und die zu messende Netzspannung ausgelegt sind.
- Das Überstromschutzgerät (Schutzschalter oder Sicherungen) muss die nicht geerdeten Versorgungsleiter (die mit ϕA , ϕB und ϕC gekennzeichneten Netzanschlussklemmen) schützen. Wenn der Nullanschluss von einem Überstromschutzgerät geschützt wird, muss dieses Überstromschutzgerät gleichzeitig sowohl den Nullleiter als auch die nicht geerdeten Leiter unterbrechen.
- Alle Schalter oder Trennschalter sollten mindestens 1 Ampere Nennleistung haben und für die zu messende Netzspannung geeignet sein.
- Der Stromkreisschutz bzw. das Trennsystem muss IEC 60947-1 und IEC 60947-3 sowie allen nationalen und regionalen Elektronormen entsprechen.
- Der Netzspannungsanschluss sollte über Kabel erfolgen, die für die Verwendung in einem Schalt- oder Anschlusskasten zugelassen sind, mit einer Nennspannung, die für die höchste vorhandene Spannung ausreicht. CCS empfiehlt Litzendraht der Stärke 1,5 mm² oder 2,5 mm² (14 oder 12 AWG) mit einer Nennspannung von 300 V bzw. 600 V. Massiver Draht kann verwendet werden, dieser muss jedoch vorsichtig verlegt werden, um eine übermäßige Belastung auf den steckbaren Schraubklemmen zu vermeiden.
- Der WattNode hat einen Erdungsanschluss. Um eine optimale Genauigkeit zu erzielen, sollte dieser angeschlossen werden. Dieser Erdungsanschluss dient jedoch nicht der Sicherungserdung (Schutzerdung).

Anschließen der Anschlussklemmen

Unterbrechen Sie immer den Stromkreis, indem Sie die Schutzschalter abschalten oder die Sicherungen entfernen, bevor Sie die Spannungsleiter an den WattNode anschließen. Verbinden Sie jeden WattNode-Spannungseingang (grüner Verteiler) mit der entsprechenden Phase. Schließen Sie außerdem Erdung und Null an (sofern vorhanden).

Solange die Spannungen an den Phasen übereinstimmen, müssen die WattNode-Spannungseingänge nicht mit dem gleichen Verzweigungsstromkreis verbunden werden wie der überwachte Verbraucher.

Anders ausgedrückt: Wenn ein dreiphasiges Schaltbrett mit einem 100 Ampere-Dreiphasenschalter den Motor mit Strom versorgt, den Sie überwachen möchten, können Sie den WattNode (oder mehrere WattNodes) über einen separaten dreiphasigen Niederstromschalter (20 A) am gleichen Schaltbrett mit Strom versorgen.

Platzieren Sie beim Anschließen des WattNode nicht mehr als eine Spannungsleitung pro Schraubklemme. Verwenden Sie bei Bedarf stattdessen Lüsterklemmen oder Verteiler. Die Schraubklemmen sind für Drähte bis zu 2,5 mm² (12 AWG) ausgelegt. Bereiten Sie die Spannungsleitungen durch Abisolierung so vor, dass 6 mm nicht isolierter Draht offen liegen. Verbinden Sie jede Spannungsleitung mit dem grünen Verteiler, wie im Abschnitt **Elektrische Betriebsarten** gezeigt. **Überprüfen Sie, ob die Phasen der Spannungsleiter zu den Phasen der Transformatoren passen.** Stellen Sie nach dem Anschließen der Spannungsleiter sicher, dass beide Verteiler sicher am WattNode angebracht sind.

Wenn irgendwelche Zweifel bestehen, ob die Nennspannung des WattNode für den zu messenden Stromkreis angemessen ist, trennen Sie die grünen Schraubklemmen vom WattNode, und schalten Sie dann den Strom ein. Messen Sie die Spannungen mit einem Voltmeter (durch Berühren der Schraubenköpfe), und stellen Sie sicher, dass die Messungen mit den Werten im weißen Feld auf dem Etikett übereinstimmen.

Überprüfen Sie die LEDs, wenn Sie den WattNode zum ersten Mal an den Strom anschließen: Wenn die LEDs rot-grün-rot-grün leuchten, unterbrechen Sie sofort die Stromzufuhr! Dies zeigt an, dass die Netzspannung für den WattNode zu hoch ist.

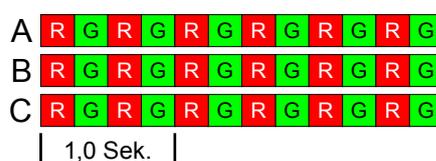


Abbildung 9: WattNode LED-Überspannungswarnung

Der WattNode wird über folgende Spannungseingänge mit Strom versorgt: **ØA** (Phase A) bis **N** (Null) , oder **ØA** bis **ØB** für Dreiecksmodelle. Wenn der WattNode nicht mindestens 85 % der Netzennspannung erhält, wird der Betrieb möglicherweise eingestellt. Da der WattNode selbst eine kleine Menge Strom verbraucht, versorgen Sie den WattNode ggf. über einen separaten Stromkreis, oder positionieren Sie die Transformatoren hinter dem WattNode, damit der Verbrauch des WattNode nicht gemessen wird.

Anschließen der Pulsausgänge

- Die Ausgänge **P1**, **P2** und **P3** sollten nie mit negativen Spannungen oder Spannungen über +60 V Gleichstrom verbunden werden.
- Die empfohlene maximale Stromstärke durch die Optokoppler beträgt 5 mA, obwohl sie im Allgemeinen bei 8-10 mA schalten. Wenn Sie höhere Stromstärken schalten müssen, fragen Sie uns nach der Option SSR (Solid-State- bzw. Halbleiterrelais).
- Die Ausgänge sind vollständig von allen gefährlichen Spannungen isoliert, sodass Sie sie jederzeit verbinden können.
- Verwenden Sie Leitungen oder Kabel, die für die höchste anliegende Spannung zugelassen sind, üblicherweise mit einer Nennspannung von 300 V oder 600 V, da die Ausgangsleitung nahe der Netzspannungsleitung verläuft.
- Wenn dieses Kabel in der Nähe von freiliegenden Leitern wie z. B. Stromschienen verläuft, sollte es doppelt isoliert oder ummantelt sein.
- Verwenden Sie bei sehr langen Leitungswegen ein abgeschirmtes, verdrehtes Kabel, um Interferenz zu vermeiden.

Die Pulsausgänge des WattNode sind der Kollektor und Emitter eines Optokopplertransistors (auch als Fotokoppler bezeichnet), die vom Pulsstrom des WattNode gesteuert werden. Diese Ausgänge können mit den meisten Datenüberwachungsgeräten verbunden werden, die einen Kontaktschluss oder Relaiseingang erwarten: Datenerfassungssysteme, Energieverwaltungssysteme usw. Das folgende Schaltbild veranschaulicht das Anschließen von Pullup-Widerständen an allen drei Optokopplerausgängen mit einer Pullup-Spannung von 5 V.

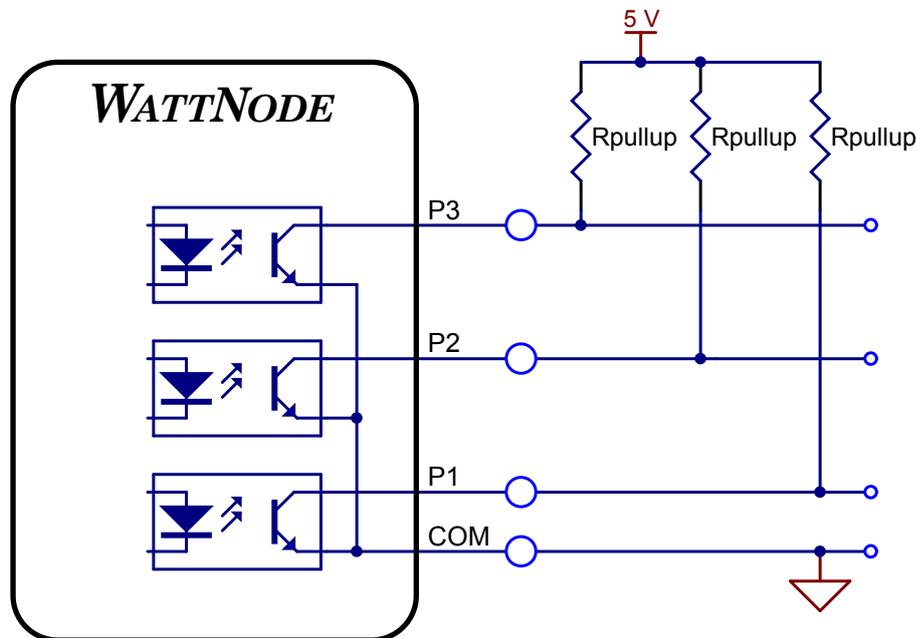


Abbildung 10: Optokopplerausgänge

Der WattNode kann von einem bis zu drei Pulsausgangskanälen haben. Alle drei Ausgangskanäle verwenden gemeinsam den **COM**- bzw. Erdungsanschluss. Jeder Ausgangskanal verfügt über einen eigenen positiven Ausgangsanschluss, beschriftet mit **P1**, **P2** und **P3** (mit den Transistorkollektoren verbunden).

Ausgangszuweisungen

Die folgende Tabelle enthält die Zuweisungen der Pulsausgangskanäle für den standardmäßigen WattNode mit bidirektionalen Ausgängen und verschiedenen Optionen. Im **Handbuchanhang MS-10** finden Sie Details zur **Option PV** und im **Handbuchanhang MS-11** Details zur **Option DPO**.

WattNode-Ausgänge	Ausgang P1	Ausgang P2	Ausgang P3
Standard: Bidirektionale Ausgänge	Positive reale Energie (alle Phasen)	Negative reale Energie (alle Phasen)	Wird nicht verwendet
Option P3: Ausgänge pro Phase	Phase A – Positive reale Energie	Phase B – Positive reale Energie	Phase C – Positive reale Energie
Option PV: Photovoltaik	Phasen A+B – Positive reale Energie	Phasen A+B – Nega- tive reale Energie	Phase C – Positive reale Energie
Option DPO: Zwei positive Ausgänge	Positive reale Energie (alle Phasen)	Negative reale Energie (alle Phasen)	Positive reale Energie (alle Phasen)

Tabelle 3: Zuweisung von Pulsausgängen

Auswählen des Pullup-Widerstands

Bei standardmäßigen WattNodes mit der normalen Vollskalafrequenz von 4,00 Hz funktionieren Pullup-Widerstandswerte zwischen 10 kΩ und 100 kΩ gut. Sie können Werte von 1,0 MΩ oder höher verwenden, um den Stromverbrauch für batteriebetriebene Geräte zu verringern. **Hinweis:** Bei Pullup-Widerstandswerten über 1,0 MΩ wird das Pulsausgangssignal anfälliger für Störungen von 50/60 Hz oder in anderen Bereichen. Daher sollten Sie die Leitungslänge kurz halten, abgeschirmte Kabel verwenden und vermeiden, dass das Pulssignal in der Nähe von Wechselstromleitungen verläuft.

Die folgende Tabelle enthält Pullup-Widerstandswerte (in Ohm, Kilo-Ohm und Mega-Ohm) zur Verwendung mit den WattNode-Pulsausgängen, insbesondere wenn Sie ein WattNode mit einer anderen Pulsfrequenz als 4,00 Hz bestellt haben. Für jede Konfiguration ist in der Tabelle ein empfohlener Wert aufgeführt, gefolgt von minimalen und maximalen Widerstandswerten. Diese Werte führen normalerweise zu einer Anstiegszeit der Pulswellenform (von 20 % bis 80 % der Pullup-Spannung) von weniger als 10 % der gesamten Pulsperiode. Die Fallzeit ist annähernd konstant im Bereich von 2 bis 10 Mikrosekunden. Ein niedrigerer Widerstand führt zu einem schnelleren Wechsel und erhöht den Stromfluss. Wenn die entsprechende Frequenz nicht in der Tabelle aufgeführt ist, verwenden Sie die nächst höhere Frequenz, oder interpolieren Sie zwischen beiden Werten.

Vollskalafrequenz	Empfohlener Pullup bis 3,0 V (Min-Max)	Empfohlener Pullup bis 5,0 V (Min-Max)	Empfohlener Pullup bis 12 V (Min-Max)	Empfohlener Pullup bis 24 V (Min-Max)
1 Hz	470 kΩ (600 Ω - 4,7 M)	470 kΩ (1,0 k - 5,6 M)	470 kΩ (2,4 k - 7,5 M)	1,0 MΩ (4,7 k - 9,1 M)
4 Hz	100 kΩ (600 Ω - 1,2 M)	100 kΩ (1,0 k - 1,6 M)	100 kΩ (2,4 k - 2,2 M)	200 kΩ (4,7 k - 3,0 M)
10 Hz	47 kΩ (600 Ω - 470 k)	47 kΩ (1,0 k - 620 k)	47 kΩ (2,4 k - 910 k)	100 kΩ (4,7 k - 1,3 M)
50 Hz	10 kΩ (600 Ω - 91 k)	10 kΩ (1,0 k - 130 k)	20 kΩ (2,4 k - 200 k)	47 kΩ (4,7 k - 270 k)
100 Hz	4,7 kΩ (600 Ω - 47 k)	4,7 kΩ (1,0 k - 62 k)	10 kΩ (2,4 k - 100 k)	20 kΩ (4,7 k - 130 k)
200 Hz	2,0 kΩ (600 Ω - 24 k)	2,0 kΩ (1,0 k - 33 k)	4,7 kΩ (2,4 k - 47 k)	10 kΩ (4,7 k - 68 k)
600 Hz	2,0 kΩ (600 Ω - 8,2 k)	2,0 kΩ (1,0 k - 12 k)	4,7 kΩ (2,4 k - 16 k)	10 kΩ (4,7 k - 22 k)

Tabelle 4: Empfohlene Pullup-Widerstände der Pulsausgänge

Wenn der Optokoppler aktiv (leitend) ist, tritt ein kleiner Spannungsabfall zwischen den gemeinsamen Klemmen und den Ausgangsklemmen auf, der normalerweise 0,1 - 0,4 Volt beträgt und als Sättigungsspannung bezeichnet wird. Diese Spannung ist abhängig vom Strom, der durch den Optokoppler fließt (weitere Einzelheiten unter **Spezifikationen - Optokopplerausgänge**; weiter unten). Sie können den Strom, der durch den Optokoppler fließt, mit der folgenden Näherungsgleichung berechnen:

$$I_{opto} = V_{pullup} / R_{pullup}$$

Installationszusammenfassung

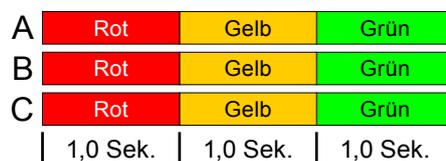
- 1) Montieren Sie den WattNode.
- 2) Schalten Sie den Strom aus, bevor Sie die Ringkerntransformatoren installieren oder Spannungsverbindungen herstellen.
- 3) Montieren Sie die Transformatoren um die zu messenden Leitungsdrähte herum. Achten Sie darauf, die Transformatoren in Richtung der Stromquelle auszurichten.
- 4) Verbinden Sie die verdrehten weißen und schwarzen Leitungen vom Transformator mit dem schwarzen Verteiler am WattNode, sodass die die Leitungsfarben mit den weißen und schwarzen Punkten auf dem Etikett des WattNode übereinstimmen.
- 5) Schließen Sie die Spannungsleitungen einschließlich Erdung und Nullleiter (sofern vorhanden) an den grünen Verteiler des WattNode an, und stellen Sie sicher, dass die Strommessungsphasen mit den Spannungsmessungsphasen übereinstimmen.
- 6) Verbinden Sie die Ausgangsklemmen des WattNode mit der Monitoringausrüstung.
- 7) Schalten Sie den WattNode ein.
- 8) Stellen Sie sicher, dass die LEDs ordnungsgemäß aufleuchten und kein Fehler angezeigt wird.

LEDs zur Diagnose der Installation

Der WattNode umfasst drei mehrfarbige LEDs zur Stromdiagnose (eine für jede Phase), um den ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen und eine fehlerhafte Installation zu diagnostizieren. Die LEDs sind auf dem Etikett mit „Status“ beschriftet. Die folgenden Diagramme und Beschreibungen erläutern die verschiedenen LED-Muster und ihre Bedeutung. Die Buchstaben A, B und C auf der linken Seite geben die Phasen der LEDs an. Werte wie „1,0 s“ und „3,0 s“ geben die Zeitspanne in Sekunden an, in der die LEDs leuchten. In den Diagrammen werden die Farben bisweilen folgendermaßen abgekürzt: R = rot, G = grün, Grn = grün, Y = gelb.

Normaler Start

Nach dem Einschalten leuchten die LEDs zunächst in der Reihenfolge rot, gelb und grün auf. Nach dieser Startsequenz zeigen die LEDs den Status an, wie z. B. **Normaler Betrieb** (siehe unten).



Normaler Betrieb

Wenn im normalen Betrieb positive Leistung an einer Phase gemessen wird, blinkt die LED für diese Phase grün. Die typischen Blinkraten sind nachfolgend aufgeführt.



Prozent der Vollskalaleistung	LED-Blinkrate	Blinkzeichen in 10 Sekunden
100 %	5,0 Hz	50
50 %	3,6 Hz	36
25 %	2,5 Hz	25
10 %	1,6 Hz	16
5 %	1,1 Hz	11
1 % (und weniger)	0,5 Hz	5

Tabelle 5: LED-Blinkraten im Vergleich zur Leistung

Keine Leistung

Unterhalb der minimalen Leistung, die der WattNode messen kann (siehe **Spezifikationen - Messungen - Kriechgrenze**) wird für die entsprechende Phase konstant grün angezeigt, solange Netzspannung vorhanden ist.



Inaktive Phase

Wenn vom WattNode keine Leistung und Netzspannung unterhalb von 20 % des Nennwerts erkannt werden, erlischt die LED für diese Phase.

Aus

Negative Leistung

Wenn eine oder mehrere Phasen-LEDs rot blinken, weist dies auf negative Leistung an diesen Phasen hin, d. h. Leistung fließt in das Netz. Die Blinkrate deutet auf die Menge negativer Leistung hin (siehe **Tabelle 5** weiter oben). Dies kann aus folgenden Gründen geschehen:

- Es handelt sich um eine bidirektionale Anwendung zur Leistungsmessung, wie z. B. ein Photovoltaiksystem, bei der negative Leistung auftritt, wenn mehr Leistung erzeugt als verbraucht wird.
- Der Transformator für diese Phase wurde auf der Leitung rückwärtsgerichtet installiert, oder die weiße und die schwarze Leitung wurden beim Anschließen an den WattNode vertauscht. Dies kann behoben werden, indem der Transformator auf der Leitung umgedreht wird bzw. die weiße und die schwarze Leitung am WattNode umgekehrt angeschlossen werden.
- In manchen Fällen kann dies auch auftreten, wenn die Transformatorleitungen an die falschen Eingänge am WattNode angeschlossen sind, z. B. wenn die Transformatorleitungen für die Phasen B und C vertauscht sind.

Hinweis: Wenn alle drei LEDs rot blinken und zusammen an- und ausgehen, wie im Diagramm für **Niedrige Netzspannung** weiter unten dargestellt, tritt am WattNode ein Fehler oder niedrige Netzspannung auf, jedoch keine negative Leistung.

A	Rot	Aus	Rot	Aus	Rot	Aus
B	Aus	Rot	Aus	Rot	Aus	Rot
C	Rot	Aus	Rot	Aus	Rot	Aus

Niedriger Leistungsfaktor

Der WattNode blinkt an jeder Phase mit niedrigem Leistungsfaktor gelb bzw. rot/gelb auf. Dies kann normal sein für die Last, oder es kann darauf hinweisen, dass die Transformatoren nicht ordnungsgemäß installiert sind.

Gelb	Aus	Gelb	Aus	Gelb	Aus
------	-----	------	-----	------	-----

Gelb	Rot	Gelb	Rot	Gelb	Rot
------	-----	------	-----	------	-----

Gelbes oder rot-gelbes Blinken deutet darauf hin, dass der Strom in Bezug zur Spannung um 60 Grad oder mehr verzögert ist (Leistungsfaktor kleiner als 0,5) oder dass der Strom der Spannung um mindestens 30 Grad vorausseilt. Rot/gelb weist auch auf negative Leistung hin (Energie, die von der Last in das Netz fließt). Gelbes Blinken (positive Leistung) kann verschiedene Ursachen haben, die teilweise während des normalen Betriebs auftreten.

- Kleine Vorrichtungen können gelegentlich niedrige Leistungsfaktoren aufweisen.
- Bei leichten Lasten verfügen Motoren, Netzgeräte und einige andere Geräte über niedrige Leistungsfaktoren.
- Die Vorlastgeräte von herkömmlichen Leuchtstofflampen können Leistungsfaktoren von lediglich 0,4 aufweisen.
- Dreiphasige Dreieckskonfigurationen können zu niedrigen Leistungsfaktoren führen, besonders wenn eine der Phasen geerdet ist.
- Die Transformatoren sind nicht an den richtigen Netzphasen installiert. Wenn Sie beispielsweise die Phasen A, B und C an die entsprechenden Wechselstromeingänge am WattNode anschließen, die Transformatoren für A, B und C jedoch in der falschen Reihenfolge an den WattNode anschließen, z. B. B, A und C, weist die an den Phasen A und B gemessene Leistung eine zusätzliche Phasenverschiebung von 120 Grad zwischen Spannung und Strom auf, was zu einem niedrigen Leistungsfaktor und wahrscheinlich zu negativer Leistung führt.

Rot-gelbes Blinken (negative Leistung) tritt seltener auf und weist auf eine falsche Installation hin, außer wenn Leistung erzeugt wird, beispielsweise mit Solarstrom. Beim Überwachen der Gebäudeleistung mit Solarstromerzeugung kann die Kombination aus der Gebäudelast und der durch Photovoltaik erzeugten Leistung zu einer Nettoleistung mit niedrigem Leistungsfaktor führen.

Bei gelbem oder rot-gelbem Blinken für eine oder mehrere Phasen sollten Sie im Allgemeinen Folgendes überprüfen:

- Stellen Sie sicher, dass die Last eingeschaltet ist (da Standby-Netzgeräte niedrige Leistungsfaktoren aufweisen können).
- Stellen Sie sicher, dass die Transformatorphasen mit den Phasen für die Wechselstromanschlüsse übereinstimmen.
- Stellen Sie sicher, dass keiner der Transformatoren auf der stromführenden Leitung rückwärtsgerichtet installiert ist und dass die weiße und die schwarze Transformatorleitung an den richtigen Schraubklemmen am WattNode installiert sind (die schwarze Leitung sollte am schwarzen Kreis auf dem Etikett anliegen, und die weiße Leitung am weißen Kreis).
- Überlegen Sie, ob die Last einen ungewöhnlichen Leistungsfaktor aufweisen könnte. Lasten wie Heizungen und Glühlampen sowie leistungsfaktorkorrigierte Lasten sollten einen Leistungsfaktor von etwa 1,0 aufweisen, und die LEDs sollten nicht gelb blinken. Lasten wie Motoren, Leuchtstofflicht usw. können niedrige Leistungsfaktoren aufweisen. In solchen Fällen kann gelbes Blinken normal sein.

Unregelmäßiges Blinken

Wenn die LEDs langsam und unregelmäßig aufleuchten, manchmal grün, manchmal rot oder gelb, weist dies auf eine der folgenden Ursachen hin:

A	Aus	Grün	Aus	Rot	Aus
B	Rot	Aus	Gelb	Aus	Rot
C	Grün	Aus	Rot	Grün	Rot

- Die Erdung ist nicht an den WattNode angeschlossen (der oberste Anschluss an der grünen Schraubklemme).
- Spannung ist für eine Phase verbunden, der Transformator ist jedoch nicht angeschlossen, oder die Verbindung ist lose.
- In manchen Fällen, insbesondere bei einem Stromkreis ohne Last, kann die Ursache Elektrorauschen sein. Dies hat keine Nachteile und kann normalerweise außer Acht gelassen werden, außer wenn substantielle Leistung gemessen wird, obwohl keine vorhanden sein dürfte. Schalten Sie die Last ein, um zu überprüfen, ob das unregelmäßige Blinken aufhört.

Versuchen Sie zur Behebung Folgendes:

- Stellen Sie sicher, dass die Erdung angeschlossen ist.
- Wenn freie Transformatoreingänge vorhanden sind, installieren Sie eine Kurzschlussbrücke für jeden nicht verwendeten Transformator (ein kurzes Stück Draht, das die Anschlüsse mit dem weißen und dem schwarzen Punkt auf dem Etikett miteinander verbindet).
- Wenn nicht verwendete Spannungseingänge an der grünen Schraubklemme vorhanden sind, verbinden Sie sie mit Null (sofern vorhanden) oder mit der Erdung (wenn Null nicht verfügbar ist).
- Wenn Sie Rauschen als Ursache vermuten, versuchen Sie, den WattNode von der Rauschquelle weg zu bewegen. Versuchen Sie außerdem, die Transformatorleitungen so kurz wie möglich zu halten, und schneiden Sie überschüssiges Kabel ab.

WattNode nicht in Betrieb

Eine der drei LEDs sollte leuchten, wenn der WattNode eingeschaltet ist, da an der Phase zur Versorgung des WattNode Spannung anliegt.

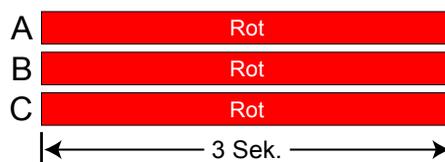
Wenn alle LEDs aus sind, wird der WattNode

daher entweder nicht mit genügend Spannung für den Betrieb versorgt, oder es liegt ein Gerätefehler vor, der repariert werden muss. Stellen Sie sicher, dass die Spannung an den Wechselstromschraubklemmen innerhalb von $\pm 20\%$ der Nennbetriebsspannung liegt, die im weißen Rechteck auf dem vorderen Etikett angegeben ist.

A	Aus
B	Aus
C	Aus

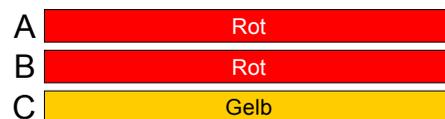
WattNode-Fehler

Wenn beim WattNode ein interner Fehler auftritt, leuchten alle LEDs drei Sekunden lang rot. Wenn dies öfter auftritt, geben Sie den WattNode in Reparatur.



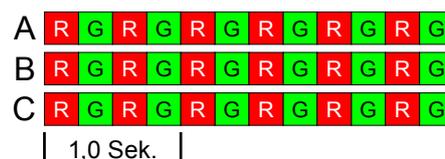
Falsche Kalibrierung

Dies deutet darauf hin, dass vom WattNode falsche Kalibrierungsdaten festgestellt wurden und er repariert werden muss.



Netzspannung zu hoch

Wenn der WattNode Netzspannungen von über 125 % des Normalwerts für eine oder mehrere Phasen erkennt, wird ein schnelles rot-grünes Blinken für die betroffenen Phasen angezeigt. Dies ist harmlos, wenn es sich um einen kurzzeitigen Anstieg handelt.



Wenn die Netzspannung jedoch konstant hoch ist, **kann das Netzteil versagen. Wenn Sie kontinuierliches Blinken aufgrund von Überspannung bemerken, trennen Sie die Verbindung des WattNode sofort!** Stellen Sie sicher, dass das WattNode-Modell und die Nennspannung für den Stromkreis geeignet sind.

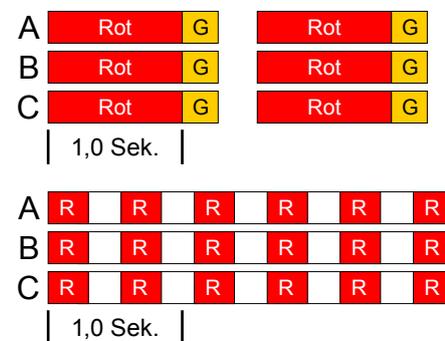
Falsche Netzfrequenz

Wenn der WattNode eine Netzfrequenz unter 45 Hz oder über 70 Hz erkennt, leuchten alle LEDs für mindestens drei Sekunden gelb. Die LEDs leuchten gelb, bis die Netzfrequenz wieder den Normalwert erreicht. Während dieser Zeit sollte der WattNode die Leistung weiterhin akkurat messen. Dies kann bei extrem hohem Rauschen auftreten, z. B. wenn sich der WattNode zu nah an einem ungefilterten Frequenzumrichterantrieb befindet.



Niedrige Netzspannung

Diese LED-Muster treten auf, wenn die Netzspannung für einen ordnungsgemäßen Betrieb des WattNode zu niedrig ist und der WattNode immer wieder neu gestartet wird. Die Muster sind auf allen drei LEDs synchron. Stellen Sie sicher, dass die Spannung an den Wechselstromschraubenklemmen nicht mehr als 15 % unterhalb der Nennbetriebsspannung liegt, die im weißen Rechteck auf dem vorderen Etikett angegeben ist. Wenn sich die Spannungen im normalen Bereich befinden und am WattNode weiterhin diese Muster angezeigt werden, geben Sie den WattNode in Reparatur.



Problembesehung

Wenn der WattNode nicht ordnungsgemäß zu funktionieren scheint oder nicht die erwarteten Pulssignale erzeugt, beginnen Sie mit der Überprüfung der Diagnose-LEDs, wie im vorherigen Abschnitt **LEDs zur Diagnose der Installation** beschrieben. Gehen Sie anschließend gründlich die Installationsanweisungen durch. Wenn weiterhin Probleme auftreten, überprüfen Sie Folgendes.

Keine Pulssignale

- Stellen Sie sicher, dass die Last eingeschaltet ist.
- Wenn die LEDs grün blinken, misst der WattNode positive Leistung und sollte Pulssignale erzeugen. Daher kann ein Fehler beim Pulsausgangsanschluss vorliegen, oder Sie benötigen einen Pullup-Widerstand (siehe **Anschließen der Pulsausgänge**).

- Wenn die LEDs an einer oder mehreren Phasen rot oder gelb/rot blinken, ist die Gesamtleitung möglicherweise negativ. In diesem Fall erzeugt der WattNode keine positiven Energiepulssignale. Wenn Sie über einen bidirektionalen WattNode verfügen, können Sie den Ausgang **P2** auf negative Energiepulssignale überprüfen. Stellen Sie in diesem Fall sicher, dass die Netzphasen mit den Transformatorphasen übereinstimmen, dass alle Transformatoren auf die Stromquelle ausgerichtet sind und dass die weiße und die schwarze Leitung der Transformatoren ordnungsgemäß am WattNode angeschlossen sind.
- Wenn alle LEDs durchgängig grün leuchten (oder aus sind), liegt die gemessene Leistung unterhalb der Kriechgrenze (1/1500 der Vollskala), und der WattNode erzeugt keine Pulssignale (siehe **Spezifikationen - Messungen- Kriechgrenze**).
- Wenn die LEDs langsam grün blinken, ist die Leistung möglicherweise sehr niedrig. Ein WattNode mit einer Nennausgangsfrequenz von 4,00 Hz kann eine Pulsperiode von mehreren Minuten bei sehr niedrigen Leistungspegeln haben.
- Wenn alle LEDs aus sind, wird der WattNode entweder nicht mit genügend Spannung für den Betrieb versorgt, oder es liegt ein Gerätefehler vor. Verwenden Sie ein DMM (Multimeter), um sicherzustellen, dass die Spannung an den Wechselstromschraubenklemmen innerhalb von -15 % bis +20 % der Nennbetriebsspannung liegt.

Falsche Leistung

Dies kann die folgenden Ursachen haben:

- Eine falsche Schätzung der erwarteten Leistung. Wenn möglich, überprüfen Sie die tatsächliche Leistung oder den Strom mit einem tragbaren Leistungsmesser oder einer Stromklemme.
- Die Transformatoren sind nicht an den richtigen Netzphasen installiert. Stellen Sie sicher, dass die Transformatorphasen mit den Wechselstromeingängen am WattNode übereinstimmen.
- Der gemessene Strom übersteigt den Transformatornennwert. Dadurch kann der Transformator oder der WattNode-Eingangsschaltkreis gesättigt werden, was zu niedrigeren Messwerten als erwartet führt. Verwenden Sie, wenn möglich, eine Stromklemme zur Messung des Stroms, und stellen Sie sicher, dass dieser unterhalb der Nennstromstärke des Transformators liegt.
- Der gemessene Strom ist zu gering. Für die meisten Transformatoren wird angegeben, dass sie nur innerhalb von 10 % bis 100 % der Nennstromstärke zuverlässig funktionieren. In der Praxis funktionieren die meisten Transformatoren auch bei nur 1 % der Nennstromstärke noch recht gut. Sehr schwache Ströme werden möglicherweise nicht registriert, weshalb eine niedrige oder gar keine Leistung gemessen wird.
- Interferenzen von Frequenzrichter- oder Regelantrieben wie beispielsweise VFDs, VSDs oder Wechselrichtern. Im Allgemeinen sollten diese Antriebe den WattNode nicht beeinträchtigen, wenn sie sich jedoch in unmittelbarer Nähe befinden oder die Transformatorleitungen sehr lang sind, können Störungen auftreten. Achten Sie darauf, dass der WattNode mindestens ein Meter von derartigen Antrieben entfernt ist. Verwenden Sie möglichst kurze Transformatorleitungen. Installieren Sie den WattNode **NIEMALS** hinter einem Frequenzrichterantrieb: Die schwankende Netzfrequenz und das extreme Rauschen führen zu Problemen!
- In seltenen Fällen sind die Transformatoren defekt oder falsch beschriftet. Verwenden Sie, wenn möglich, eine Stromklemme zur Überprüfung des Stroms, verwenden Sie dann ein DMM (Multimeter) zum Messen der Wechselstromspannung zwischen der weißen und der schwarzen Leitung vom Transformator (lassen Sie sie während dieses Tests am WattNode angeschlossen). Bei Nennstromstärke sollte die Ausgangsspannung des Transformators 0,333 V Wechselstrom betragen (333 Millivolt Wechselstrom). Bei niedrigeren Stromstärken sollte sich die Spannung linear anpassen, sodass bei 20 % der Nennstromstärke die Ausgangsspannung $0,20 * 0,333 = 0,0666$ V Wechselstrom (66,6 Millivolt Wechselstrom) betragen sollte.
- Der WattNode funktioniert nicht ordnungsgemäß: Tauschen Sie den WattNode ggf. um.

Betriebsanweisungen

Pulsausgänge

Der WattNode erstellt Pulsausgänge mithilfe eines oder mehrerer Optokoppler (auch Fotokoppler genannt). Diese bieten 5.000 V Isolation mit einem LED- und einem Fototransistor. Auf diese Weise kann der WattNode an die Hardware für die Überwachung oder Messwertssammlung gekoppelt werden, ohne dass Probleme wie Störungen, Erdschleifen, Stromschlaggefahr usw. auftreten können.

Je nach den ausgewählten Optionen kann der Pulse WattNode Vollskala-Pulsausgangsfrequenzen von unter 1 Hz bis hin zu 600 Hz erzeugen. Die standardmäßige Vollskala-Ausgangsfrequenz beträgt 4,00 Hz. Der Standard-Pulse WattNode stellt zwei Pulsströme zum Messen bidirektionaler Leistung bereit. Mit **Option P3** stellt der WattNode drei Pulsströme für unabhängige Messungen jeder Phase oder von drei einphasigen Stromkreisen bereit.

Bei den Pulsausgängen des WattNode handelt es sich im Allgemeinen um Rechteckwellen mit gleichen An-/Aus-Perioden. Die Frequenz der Pulssignale verhält sich proportional zur gemessenen Leistung. Wenn die gemessene Leistung konstant ist, ist die Pulsfrequenz konstant, und der Ausgang ist eine exakte Rechteckwelle. Wenn die Leistung steigt oder fällt, ist die Ausgangswellenform keine exakte Rechteckwelle, da die An-/Aus-Perioden länger bzw. kürzer werden.

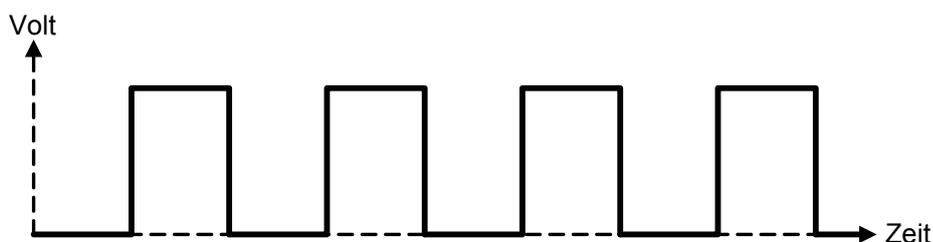


Abbildung 11: Ausgangspulssignale bei stabiler Leistung

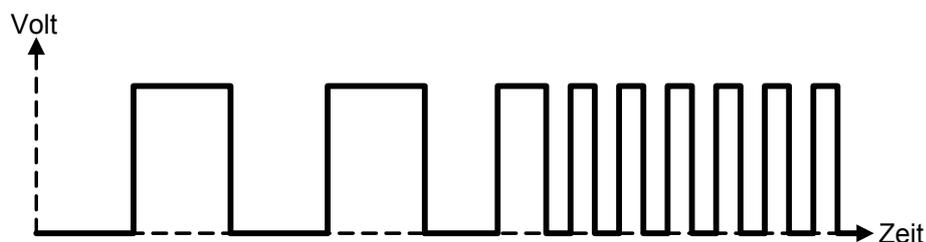


Abbildung 12: Ausgangspulssignale bei steigender Leistung

Weitere Informationen finden Sie unter [Anschließen der Pulsausgänge](#) (weiter oben) und [Spezifikationen - Pulsausgänge](#) (weiter unten).

Berechnung von Leistung und Energie

Jeder Puls des WattNode entspricht einer bestimmten Menge an Energie. Leistung (Watt) ist Energie geteilt durch Zeit, die als Pulssignale pro Sekunde (oder Pulssignale pro Stunde) gemessen werden kann. Die folgenden Maßstabsfaktortabellen und Gleichungen dienen der Konvertierung von Pulssignalen in Energie (Wattstunden oder Kilowattstunden) für verschiedene Modelle.

Wenn Sie den WattNode mit benutzerdefinierten Vollskala-Pulsausgangsfrequenzen bestellt haben, beachten Sie den Abschnitt **Gleichungen für Leistung und Energie** weiter unten. Die Maßstabsfaktoren für **Option PV (Photovoltaik)** finden Sie im **Handbuchanhang MS-10**.

Maßstabsfaktoren – Bidirektionale Standardausgänge

Die folgende Tabelle enthält Maßstabsfaktoren für WattNode-Modelle mit bidirektionalen Standardausgängen und einer Vollskala-Pulsausgangsfrequenz von 4,00 Hz. Gleichungen zur Berechnung von Leistung und Energie finden Sie im Anschluss an die Maßstabsfaktortabellen.

Größe des Transformators (Ampere)	Pulssignale pro Kilowattstunde (<i>PpKWH</i>)				Wattstunden pro Pulssignal (<i>WHpP</i>)			
	3Y-208 3D-240	3Y-400 3D-400	3Y-480 3D-480	3Y-600	3Y-208 3D-240	3Y-400 3D-400	3Y-480 3D-480	3Y-600
5	8.000,00	4.173,91	3.465,70	2.766,57	0,125	0,2396	0,2885	0,3615
15	2.666,67	1.391,30	1.155,24	922,190	0,375	0,7188	0,8656	1,0844
20	2.000,00	1.043,48	866,426	691,643	0,500	0,9583	1,1542	1,4458
30	1.333,33	695,652	577,617	461,095	0,750	1,4375	1,7313	2,1688
50	800,000	417,391	346,570	276,657	1,250	2,3958	2,8854	3,6146
60	666,667	347,826	288,809	230,548	1,500	2,8750	3,4625	4,3375
70	571,429	298,137	247,550	197,612	1,750	3,3542	4,0396	5,0604
100	400,000	208,696	173,285	138,329	2,500	4,7917	5,7708	7,2292
150	266,667	139,130	115,523	92,219	3,750	7,1875	8,6563	10,844
200	200,000	104,348	86,643	69,164	5,000	9,5833	11,542	14,458
250	160,000	83,478	69,314	55,331	6,250	11,979	14,427	18,073
300	133,333	69,565	57,762	46,110	7,500	14,375	17,313	21,688
400	100,000	52,174	43,321	34,582	10,000	19,167	23,083	28,917
600	66,667	34,783	28,881	23,055	15,000	28,750	34,625	43,375
800	50,000	26,087	21,661	17,291	20,000	38,333	46,167	57,833
1.000	40,000	20,870	17,329	13,833	25,000	47,917	57,708	72,292
1.200	33,333	17,391	14,440	11,527	30,000	57,500	69,250	86,750
1.500	26,667	13,913	11,552	9,2219	37,500	71,875	86,563	108,44
2.000	20,000	10,435	8,6643	6,9164	50,000	95,833	115,42	144,58
3.000	13,333	6,9565	5,7762	4,6110	75,000	143,75	173,13	216,88
beliebig	40.000 <i>Transformer-Ampere</i>	20.870 <i>Transformer-Ampere</i>	17.329 <i>Transformer-Ampere</i>	13.833 <i>Transformer-Ampere</i>	<i>Transformer-Ampere</i> 40	<i>Transformer-Ampere</i> 20,87	<i>Transformer-Ampere</i> 17,329	<i>Transformer-Ampere</i> 13,833

Tabelle 6: Maßstabsfaktoren – Bidirektionale Ausgänge

Maßstabsfaktoren – Option P3: Ausgänge pro Phase

Die folgende Tabelle enthält Maßstabsfaktoren für WattNode-Modelle der Option P3 mit einer Vollskala-Pulsausgangsfrequenz von 4,00 Hz für jede Phase. Hinweis: Mit Option P3 können für jede Phase verschiedene Transformatoren mit unterschiedlichen Nennstromstärken verwendet werden.

WARNUNG: Verwenden Sie diese Tabelle nur, wenn Ihr WattNode über **Option P3** (Ausgänge pro Phase) verfügt!

Größe des Transformators (Ampere)	Pulssignale pro Kilowattstunde (<i>PpKWH</i>)				Wattstunden pro Pulssignal (<i>WHpP</i>)			
	3Y-208 3D-240	3Y-400 3D-400	3Y-480 3D-480	3Y-600	3Y-208 3D-240	3Y-400 3D-400	3Y-480 3D-480	3Y-600
5	24.000,0	12.521,7	10.397,1	8.299,71	0,04167	0,07986	0,09618	0,12049
15	8.000,00	4.173,91	3.465,70	2.766,57	0,1250	0,2396	0,2885	0,3615
20	6.000,00	3.130,43	2.599,28	2.074,93	0,1667	0,3194	0,3847	0,4819
30	4.000,00	2.086,96	1.732,85	1.383,29	0,2500	0,4792	0,5771	0,7229
50	2.400,00	1.252,17	1.039,71	829,971	0,4167	0,7986	0,9618	1,2049
60	2.000,00	1.043,48	866,426	691,643	0,5000	0,9583	1,1542	1,4458
70	1.714,29	894,410	742,651	592,837	0,5833	1,1181	1,3465	1,6868
100	1.200,00	626,087	519,856	414,986	0,8333	1,5972	1,9236	2,4097
150	800,000	417,391	346,570	276,657	1,2500	2,3958	2,8854	3,6146
200	600,000	313,043	259,928	207,493	1,6667	3,1944	3,8472	4,8194
250	480,000	250,435	207,942	165,994	2,0833	3,9931	4,8090	6,0243
300	400,000	208,696	173,285	138,329	2,5000	4,7917	5,7708	7,2292
400	300,000	156,522	129,964	103,746	3,3333	6,3889	7,6944	9,6389
600	200,000	104,348	86,643	69,164	5,0000	9,5833	11,542	14,458
800	150,000	78,261	64,982	51,873	6,6667	12,778	15,389	19,278
1.000	120,000	62,609	51,986	41,499	8,3333	15,972	19,236	24,097
1.200	100,000	52,174	43,321	34,582	10,000	19,167	23,083	28,917
1.500	80,000	41,739	34,657	27,666	12,500	23,958	28,854	36,146
2.000	60,000	31,304	25,993	20,749	16,667	31,944	38,472	48,194
3.000	40,000	20,870	17,329	13,833	25,000	47,917	57,708	72,292
beliebig	<u>120.000</u> <u>Transformer- Ampere</u>	<u>62.609</u> <u>Transformer- Ampere</u>	<u>51.986</u> <u>Transformer- Ampere</u>	<u>41.499</u> <u>Transformer- Ampere</u>	<u>Transformer- Ampere</u> 120,00	<u>Transformer- Ampere</u> 62,609	<u>Transformer- Ampere</u> 51,986	<u>Transformer- Ampere</u> 41,499

Tabelle 7: Maßstabsfaktoren – Ausgänge pro Phase (Option P3)

Maßstabsfaktorgleichungen

Mit dem Wert „Wattstunden pro Pulssignal“ (*WHpP*) für das entsprechende WattNode-Modell und den Transformator in der oberen Tabelle können Sie Energie und Leistung wie folgt berechnen:

- **PulseCount** - Dies ist die Anzahl der Pulssignale zur Berechnung der Energie. Mit der Anzahl der Pulssignale über einen bestimmten Zeitraum (z. B. einen Monat) können Sie die Energie für den jeweiligen Zeitraum messen.
- **PulseFreq** - Dies ist die gemessene Pulsfrequenz (Hertz) aus dem WattNode. Diese kann auch berechnet werden, indem Sie die Pulssignale in einem bestimmten Zeitraum zählen und den Wert durch die Anzahl der Sekunden in diesem Zeitraum teilen. Wenn Sie beispielsweise 720 Pulssignale in fünf Minuten (300 Sekunden) zählen, ist **PulseFreq** = 720/300 = 2,40 Hz.

$$\text{Energie (Wattstunden)} = \text{WHpP} \cdot \text{PulseCount}$$

$$\text{Leistung (Watt)} = \text{WHpP} \cdot 3600 \cdot \text{PulseFreq}$$

Teilen Sie diese Werte durch 1000, um sie in Kilowattstunden und Kilowatt umzurechnen.

Mit dem Wert „Pulssignale pro Kilowattstunde“ (**PpKWH**) für das entsprechende WattNode-Modell und den Transformator in der oberen Tabelle können Sie wie folgt die Energie und Leistung berechnen (multiplizieren Sie mit 1000, um Kilowatt in Watt umzurechnen):

$$\text{Energie (Kilowattstunden)} = \text{PulseCount} / \text{PpKWH}$$

$$\text{Leistung (Kilowatt)} = 3600 \cdot \text{PulseFreq} / \text{PpKWH}$$

Gleichungen für Leistung und Energie

Im Folgenden wird beschrieben, wie Leistung und Energie aus dem Pulsausgangsstrom eines WattNode für eine beliebige Vollskala-Pulsausgangsfrequenz berechnet werden. Die Leistung verhält sich proportional zur Pulsfrequenz, während sich die Energie proportional zur Anzahl der Pulssignale verhält.

Für diese Berechnungen werden die folgenden Variablen verwendet:

- **NVAC** – Dies ist die **nominale** Netzspannung (Phase zu Null) des WattNode-Modells. Bei Delta-WattNodes ist dies eine virtuelle Spannung, da möglicherweise kein Nullanschluss vorhanden ist. Hinweis: Dies ist nicht die eigentliche gemessene Spannung.
- **PpPO** – „Phasen pro Pulsausgang“. Dies ist die Anzahl der Spannungsphasen des WattNode, die einem Pulsausgangskanal zugeordnet sind. Diese kann sich von der Anzahl der überwachten Phasen unterscheiden.
 - **Standard** und **Option DPO** (Zwei positive Ausgänge): **PpPO** = 3
 - **Option P3** (Ausgänge pro Phase): **PpPO** = 1
 - **Option PV** (Photovoltaik): **PpPO** = 2 für die Ausgänge **P1** und **P2**, **PpPO** = 1 für Ausgang **P3**
- **CtAmps** - Dies ist die Nennstromstärke des Transformators. Hinweis: Wenn die gemessenen Leitungen die Transformatoren mehrmals durchlaufen, ist **CtAmps** die Nennstromstärke des Transformators geteilt durch die Anzahl, mit welcher die Leitung den Transformator durchläuft.
- **FSHz** - Dies ist die Vollskala-Pulsfrequenz des WattNode. Sie beträgt 4,00 Hz, außer wenn der WattNode mit **Option Hz=xxx** bestellt wurde, wobei xxx die Vollskala-Pulsfrequenz angibt.
- **PulseCount** - Dies ist die Anzahl der Pulssignale zur Berechnung der Energie. Mit der Anzahl der Pulssignale über einen bestimmten Zeitraum (z. B. einen Monat) können Sie die Energie für den jeweiligen Zeitraum messen.
- **PulseFreq** - Dies ist die gemessene Pulsfrequenz aus dem WattNode. Diese kann auch berechnet werden, indem Sie die Pulssignale in einem bestimmten Zeitraum zählen und den Wert durch die Anzahl der Sekunden in diesem Zeitraum teilen. Wenn Sie beispielsweise 720 Pulssignale in fünf Minuten (300 Sekunden) zählen, ist **PulseFreq** = 720/300 = 2,40 Hz.

Die Werte der konstanten Parameter sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

WattNode-Modelle	NVAC	FSHz-Standardwerte
WNB-3Y-208-P	120	4,00 Hz
WNB-3Y-400-P	230	4,00 Hz
WNB-3Y-480-P	277	4,00 Hz
WNB-3Y-600-P	347	4,00 Hz
WNB-3D-240-P	120*	4,00 Hz
WNB-3D-400-P	230*	4,00 Hz
WNB-3D-480-P	277*	4,00 Hz

**Hinweis: Dies sind die „virtuellen“ Phase-Nulleiter-Spannungen für Leistungs- und Energieberechnungen des Delta-Modells.*

Tabelle 8: Leistungs- und Energieparameter

Gleichung für die Vollskalaleistung

Mit der folgenden Gleichung wird die nominale Vollskalaleistung berechnet, die einem Pulsausgangskanal zugeordnet ist. Bei WattNode-Modellen mit bidirektionalen Ausgängen ist dies die gesamte Vollskalaleistung für alle Phasen. Bei WattNode-Modellen mit Ausgängen pro Phase ist dies die Vollskalaleistung für eine einzelne Phase. Hinweis: Verwenden Sie den Wert **VAC** aus **Tabelle 8: Leistungs- und Energieparameter** weiter oben.

$$\text{Vollskalaleistung (W)} = \text{NVAC} \cdot \text{PpPO} \cdot \text{CtAmps}$$

Leistungsgleichung

Mit der folgenden Gleichung wird die Leistung berechnet, die einem Pulsausgang zugeordnet ist. Der Wert **PulseFreq** kann für unterschiedliche Zeiträume gemessen oder gemittelt werden, um die Durchschnittsleistung (auch als Bedarf bezeichnet) zu berechnen. Hinweis: Verwenden Sie den Wert **NVAC** aus **Tabelle 8** weiter oben.

$$\text{Leistung (W)} = \frac{\text{NVAC} \cdot \text{PpPO} \cdot \text{CtAmps} \cdot \text{PulseFreq}}{\text{FSHz}}$$

Energiegleichung

Mit der folgenden Gleichung wird die Energie (Wattstunden) berechnet, die einem Pulsausgangskanal zugeordnet ist. Mit dem Wert **PulseCount** (Pulsanzahl) für verschiedene Zeiträume (Tag, Woche, Monat usw.) können Sie die Energie in diesen Zeiträumen messen. Diese können Sie in Kilowattstunden umrechnen, indem Sie durch 1000 teilen. Mit dem Term 3600 im Nenner werden Wattsekunden in Wattstunden umgerechnet. Hinweis: Verwenden Sie den Wert **NVAC** aus **Tabelle 8** weiter oben.

$$\text{Energie (WH)} = \frac{\text{NVAC} \cdot \text{PpPO} \cdot \text{CtAmps} \cdot \text{PulseCount}}{\text{FSHz} \cdot 3600}$$

Pulssignale pro Wattstunden

$$\text{PpWH} = \frac{\text{FSHz} \cdot 3600}{\text{NVAC} \cdot \text{PpPO} \cdot \text{CtAmps}}$$

Pulssignale pro Kilowattstunden

$$\text{PpKWH} = \frac{\text{FSHz} \cdot 3600 \cdot 1000}{\text{NVAC} \cdot \text{PpPO} \cdot \text{CtAmps}}$$

Wattstunden pro Pulssignal

$$\text{WHpP} = \frac{\text{PpPO} \cdot \text{NVAC} \cdot \text{CtAmps}}{\text{FSHz} \cdot 3600}$$

Wattstunden pro Pulssignal pro Nennstromstärke des Transformators

Eine alternative Methode, um die von einem WattNode gemessene Energie zu berechnen, ist die Verwendung der Variable **WHpPpA** (Wattstunden pro Pulssignal pro Nennstromstärke des Transformators). Wenn Sie **WHpPpA** mit der Nennstromstärke der Transformatoren multiplizieren, erhalten Sie die Wattstunden, die jedes Mal gemessen werden, wenn der WattNode einen Puls generiert.

$$\text{Energie pro Puls (WH)} = \text{WHpPpA} \cdot \text{CtAmps}$$

Die **WHpPpA**-Standardwerte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Diese gelten nur für WattNodes mit einer Vollskala-Pulsfrequenz von 4,00 Hz.

WattNode-Modelle	Wattstunden pro Pulssignal pro Nennstromstärke des Transformators (FSHz = 4,00)	
	Standard- und Option DPO-Ausgänge	Option P3: Ausgänge pro Phase
WNB-3Y-208-P	0,02500	0,008333
WNB-3Y-400-P	0,04792	0,01597
WNB-3Y-480-P	0,05771	0,01924
WNB-3Y-600-P	0,07229	0,02410
WNB-3D-240-P	0,02500	0,008333
WNB-3D-400-P	0,04792	0,01597
WNB-3D-480-P	0,05771	0,01924

Tabelle 9: Wattstunden pro Pulssignal pro Nennstromstärke des Transformators

Beispiel: Ein WNB-3Y-208-P mit einer Vollskala-Pulsfrequenz von 4,00 Hz verfügt über einen **WHpPpA**-Wert von 0,0250. Mit 15 Ampere-Transformatoren wird ein Puls pro 0,375 Wattstunden ausgegeben.

$$(0,025) \cdot (15,0 \text{ Ampere}) = 0,375 \text{ Wattstunden}$$

Mit dem Wert **WHpPpA** kann die Energie auf einfache Weise berechnet werden:

$$\text{Energie (WH)} = \text{WHpPpA} \cdot \text{CtAmps} \cdot \text{PulseCount}$$

Bei Nicht-Standard-Modellen können Sie **WHpPpA** wie folgt berechnen:

$$\text{WHpPpA} = \frac{\text{PpPO} \cdot \text{NVAC}}{\text{FSHz} \cdot 3600}$$

Wartung und Reparatur

Der WattNode erfordert keine Wartung. Er enthält keine vom Benutzer zu wartenden oder austauschbare Bauteile. Im WattNode befinden sich weder Sicherungen noch Batterien. Es gibt keine speziellen Tests, die vom Benutzer durchgeführt werden können, außer dem Überprüfen des ordnungsgemäßen Betriebs anhand der Status-LEDs und Pulsausgänge.

Der WattNode erfordert im Normalfall keine Reinigung. Sollten Sie ihn doch reinigen wollen, trennen Sie zuerst die Stromverbindung, und verwenden Sie ein trockenes Tuch oder eine Bürste.

Der WattNode kann nicht durch Benutzer gewartet werden. Sollte ein Fehler auftreten, muss der WattNode in Reparatur gegeben werden. Folgen Sie im Fall einer neuen Installation den Anweisungen in den Abschnitten **LEDs zur Diagnose der Installation** und **Problembeseitigung**, bevor Sie den WattNode in Reparatur geben, um sicherzustellen, dass kein Verbindungsproblem vorliegt.

Spezifikationen

Modelle

Modell	Nominale Wechselstromspannung Phase-zu-Null	Nominale Wechselstromspannung Phase-zu-Phase	Phasen	Leitungen
WNB-3Y-208-P	120	208–240	3	4
WNB-3Y-400-P	230	400	3	4
WNB-3Y-480-P	277	480	3	4
WNB-3Y-600-P	347	600	3	4
WNB-3D-240-P	120*	208–240	3	3–4
WNB-3D-400-P	230*	400	3	3–4
WNB-3D-480-P	277*	480	3	3–4

*Hinweis: Die Delta-Modelle verfügen über einen optionalen Nullanschluss, der zum Messen von Ypsilon-Schaltungen verwendet werden kann. Die Delta WattNode-Modelle werden über die Anschlüsse für Phase A und Phase B mit Strom versorgt.

Tabelle 10: WattNode-Modelle

Alle dieser Modelle sind mit den folgenden Ausgangsoptionen erhältlich:

- **Bidirektionale Ausgänge** – (dies ist das Standardmodell) Dieses Modell verfügt über zwei Pulsausgangskanäle. **P1** generiert Pulssignale in Proportion zur gesamten realen positiven Energie, während **P2** Pulssignale in Proportion zur gesamten realen negativen Energie generiert. Die einzelnen Phasenenergien werden alle 200 ms addiert. Wenn das Ergebnis positiv ist, wird es für den Ausgang **P1** akkumuliert, wenn es negativ ist, für den Ausgang **P2**. Wenn eine Phase negative Leistung (-100 W) aufweist, während die beiden anderen Phasen positive Leistung (je +100 W) aufweisen, wird die negative Phase von den positiven Phasen subtrahiert, sodass das Nettoergebnis 100 W beträgt. Dadurch werden Pulssignale an **P1** ausgegeben, jedoch nicht an **P2**. An **P2** werden nur Pulssignale ausgegeben, wenn die Summe aller drei Phasen negativ ist.
- **Option P3: Ausgänge pro Phase** – Modelle mit dieser Option verfügen über drei Pulsströme: **P1**, **P2** und **P3**. Jeder Pulsstrom generiert Pulssignale in Proportion zur realen positiven Energie, die an einer Phase gemessen wird (jeweils Phase A, B und C).
- **Option DPO: Zwei positive Ausgänge** – Diese Option entspricht dem Standardmodell mit bidirektionalen Ausgängen, jedoch mit dem zusätzlichen Ausgangskanal **P3**. Der Kanal **P3** gibt positive reale Energie an, wie auch der Kanal **P1**. Dies dient für den Fall, dass der WattNode an zwei verschiedene Geräte angeschlossen werden soll, z. B. eine Anzeige und ein Datenerfassungssystem. Ausführliche Informationen finden Sie im **Handbucharhang MS-11**.
- **Option PV: Photovoltaik** – Mit der Photovoltaik-Option werden Messungen für Eigenheim-PV-Systeme durchgeführt. Ein WattNode misst die bidirektionale Gesamt-Hausenergie sowie die durch PV (oder Wind) erzeugte Energie. Ausführliche Informationen finden Sie im **Handbucharhang MS-10**.
- **Option Hz=nnn: Benutzerdefinierte Pulsfrequenz** – Es werden WattNodes mit benutzerdefinierten Vollskala-Pulsausgangsfrequenzen im Bereich von 0,01 Hz bis 600 Hz angeboten (maximal 150 Hz für die **Optionen P3, DPO** und **PV**). Geben Sie für benutzerdefinierte Frequenzen **Option Hz=nnn** an, wobei **nnn** für die gewünschte Vollskalafrequenz steht. Um unterschiedliche Frequenzen für **P1**, **P2** und **P3** anzugeben, verwenden Sie **Option Hz=rrr/sss/ttt**. Dabei ist Frequenz **P1** = **rrr**, Frequenz **P2** = **sss**, Frequenz **P3** = **ttt**.
- **Option SSR: Halbleiterrelaisausgang** – Ersetzt die Standard-Optokopplerausgänge durch Halbleiterrelais, die 500 mA bei bis zu 40 V Wechselstrom oder ± 60 V Gleichstrom schalten können. Einzelheiten finden Sie unter **Ausgänge bei Option SSR**.

Transformatoren

Der WattNode verwendet Transformatoren mit integrierten Belastungswiderständen, die bei Nennwechselstromstärke 0,333 V Wechselstrom erzeugen. Die maximale Eingangsnennstromstärke ist abhängig von der Rahmengröße des Transformators (siehe nachfolgende Tabellen). Ein Überschreiten der maximalen Eingangsnennstromstärke kann die Transformatoren beschädigen.

Der WattNode sollte nur mit UL-zertifizierten Transformatoren verwendet werden, die bei Continental Control Systems erhältlich sind. Nicht geprüfte Transformatoren machen die UL-Auflistung des WattNode unwirksam. In den folgenden Abschnitten sind geprüfte, UL-zertifizierte Transformatoren aufgeführt.

Spaltkerntransformatoren

Auf Englisch „Split-Core Transformer“ oder auch „opening“ current transformers. Diese sind UL-zertifiziert unter UL-Aktenzeichen E96927: CTS-0750-xxx, CTS-1250-xxx, CTS-2000-xxx, wobei **xxx** die Vollskala-Nennstromstärke zwischen 0005 und 1500 Ampere angibt.

Die Exaktheit und der Phasenwinkel der Spaltkerntransformatoren werden von 10 % bis 100 % der Nennstromstärke angegeben. Diese Transformatoren messen keinen Gleichstrom, und die Exaktheit wird durch das Vorhandensein von Gleichstrom herabgesetzt. Einige Schwachstromtransformatoren mit Spaltkern weisen nicht spezifizierte Phasenwinkelfehler auf. In der folgenden Tabelle sind die erhältlichen Spaltkerntransformatoren aufgeführt. Der Anhang **xxx** der Transformatoren steht für die Nennstromstärke.

Transformatorkabellänge: 2,4 m

Modell	Innendurchmesser	Nennstromstärken	Exaktheit/ Phasenwinkel	Maximale Stromstärken
CTS-0750-xxx	19,0 mm	5, 15, 20, 30, 50	±1 % / nicht spezif.	200
CTS-0750-xxx	19,0 mm	70, 100, 150	±1 % / <2°	200
CTS-1250-xxx	31,7 mm	70, 100	±1 % / nicht spezif.	600
CTS-1250-xxx	31,7 mm	150, 200, 250, 300, 400, 600	±1 % / <2°	600
CTS-2000-xxx	50,8 mm	600, 800, 1.000, 1.200, 1.500	±1 % / <2°	1500

Tabelle 11: Spaltkerntransformatoren

Spaltkern-Stromschienentransformatoren

Auf Englisch „Split-Core Transformer“ oder auch „opening“ current transformers. Diese Arten von Transformatoren werden als „Stromschienentransformatoren“ bezeichnet, da sie in größeren und benutzerdefinierten Größen erhältlich und somit für die Verwendung mit Stromschienen oder Leitern verschiedener Längen geeignet sind. Diese sind UL-zertifiziert unter UL-Aktenzeichen E325972: CTB-wwwXhhh-xxx, wobei **www** und **hhh** die Breite und Höhe in mm und **xxx** die Vollskala-Nennstromstärke angibt.

Die Exaktheit der Spaltkern-Stromschienentransformatoren wird von 10 % bis 100 % der Nennstromstärke angegeben. Der Phasenwinkel wird bei 50 % der Nennstromstärke angegeben. Diese Transformatoren messen keinen Gleichstrom, und die Exaktheit wird durch das Vorhandensein von Gleichstrom herabgesetzt. In der folgenden Tabelle sind die erhältlichen Spaltkern-Stromschienentransformatoren aufgeführt.

Transformatorkabellänge: 2,4 m

Modell	Öffnung	Nennstromstärken	Exaktheit/ Phasenwinkel	Maximale Stromstärken
CTB-1.5X3.5-0600	38,1 mm x 88,9 mm	600	±1,5 % / <1,5°	750
CTB-4.0X4.0-0800	101,6 mm x 101,6 mm	800	±1,5 % / <1,5°	1000
CTB-4.0X4.0-1200	101,6 mm x 101,6 mm	1.200	±1,5 % / <1,5°	1500
CTB-4.0X4.0-2000	101,6 mm x 101,6 mm	2.000	±1,5 % / <1,5°	2500
CTB-4.5X4.0-3000	114,3 mm x 101,6 mm	3.000	±1,5 % / <1,5°	3750
CTB-wwwXhhh-xxxx	Benutzerdefiniert (www mal hhh mm)	xxxx	±1,5 % / <1,5°	4000

Tabelle 12: Spaltkern-Stromschienentransformatoren

Ringkerntransformatoren

Auf Englisch auch „Toroid“ oder „Donut“-Transformatoren. Diese sind UL-zertifiziert unter UL-Aktenzeichen E96927: CTT-0750-100N, CTT-1250-400N, CTT-0300-030N, CTT-0500-060N, CTT-1000-200N, CTT-0300-005N, CTT-0300-015N, CTT-0500-050N, CTT-0500-030N, CTT-0500-015N, CTT-0750-070N, CTT-0750-050N, CTT-0750-030N, CTT-1000-150N, CTT-1000-100N, CTT-1000-070N, CTT-1000-050N, CTT-1250-300N, CTT-1250-250N, CTT-1250-200N, CTT-1250-150N, CTT-1250-100N, CTT-1250-070N.

Die Exaktheit der Ringkerntransformatoren wird von 10 % bis 100 % der Nennstromstärke angegeben. Der Phasenwinkelfehler wird bei 50 % der Nennstromstärke angegeben. Diese Transformatoren messen keinen Gleichstrom, und die Exaktheit wird durch das Vorhandensein von Gleichstrom herabgesetzt. In der folgenden Tabelle sind die erhältlichen Ringkerntransformatoren aufgeführt. Der Anhang xxx der Transformatoren steht für die Nennstromstärke. Das „N“ am Ende der Bauteilnummer gibt ein Nickelkernmaterial an. Dabei handelt es sich um das einzige Kernmaterial, das für unsere Ringkerntransformatoren verfügbar ist.

Transformorkabellänge: 2,4 m

Modell	Innendurchmesser	Nennstromstärken	Exaktheit/ Phasenwinkel	Maximale Stromstärken
CTT-0300-xxxN	7,6 mm	5, 15, 20, 30	±1 % / <1°	30
CTT-0500-xxxN	12,7 mm	15, 20, 30, 50, 60	±1 % / <1°	60
CTT-0750-xxxN	19,0 mm	30, 50, 70, 100	±1 % / <1°	100
CTT-1000-xxxN	25,4 mm	50, 70, 100, 150, 200	±1 % / <1°	200
CTT-1250-xxxN	31,7 mm	70, 100, 150, 200, 250, 300, 400	±1 % / <1°	400

Tabelle 13: Ringkerntransformatoren

Messungen

Kriechgrenze: 0,067 % (1/1500) der Vollskala. Wenn die Scheinleistung (eine Kombination aus dem realen und dem reaktiven Leistungswert) für eine Phase unter die Kriechgrenze fällt, wird die Ausgangsleistung (real) für die Phase auf null forciert. Wenn außerdem die Netzspannung für eine Phase auf unter 20 % der Nennwechselstromspannung fällt, wird die Ausgangsleistung für die Phase auf null forciert. Diese Grenzen verhindern falsche Pulssignale aufgrund von Messrauschen.

Aktualisierungsrate: ~200 Millisekunden. Intern wird die verbrauchte Energie mit dieser Rate gemessen und zum Aktualisieren der Pulsausgangsrate verwendet.

Startzeit: ca. 500 Millisekunden. Der WattNode beginnt 500 Millisekunden nach dem Einschalten der Wechselstromspannung mit dem Messen der Leistung und dem Generieren von Pulssignalen.

Phasenwinkelkorrektur des Transformators: 1,0 Grad. Transformatoren verfügen normalerweise über einen Phasenwinkelfehler von 0,5 Grad bis 2,0 Grad. Der WattNode ist in der Regel mit einer Phasenwinkelkorrektur von 1,0 Grad programmiert, um eine angemessene Genauigkeit mit typischen Transformatoren zu erreichen. Wenden Sie sich für andere Phasenwinkelkorrekturwerte an die Produktion.

Überspannungsgrenze: 125 % der Nennwechselstromspannung. Wenn die Netzspannung für eine oder mehrere Phasen diese Grenze übersteigt, blinken die Status-LEDs für diese Phasen als Warnung abwechselnd rot/grün auf. Bei längerem Überspannungsbetrieb kann der WattNode beschädigt werden, und die Garantie erlischt. Siehe [Netzspannung zu hoch](#) im Abschnitt [LEDs zur Diagnose der Installation](#).

Genauigkeit

Die folgenden Spezifikationen zur Genauigkeit umfassen keine durch Transformatoren verursachten Fehler. „Nennstromstärke“ bezieht sich auf die Stromstärke, die eine Transformatorausgangsspannung von 0,333 V Wechselstromspannung erzeugt.

Bedingung 1 – Normalbetrieb

Netzspannung: 80 % bis 115 % des Nennwerts

Leistungsfaktor: 1,0

Frequenz: 48 bis 60 Hz

Umgebungstemperatur: 25 °C

Stromstärke: 5 % bis 100 % der Nennstromstärke

Genauigkeit: $\pm 0,5$ % vom Messwert

Bedingung 2 – Schwachstrom

Alle Bedingungen wie bei Bedingung 1, außer:

Stromstärke: 1 % bis 5 % der Nennstromstärke

Genauigkeit: $\pm 1,0$ % vom Messwert

Bedingung 3 – Sehr schwacher Strom

Alle Bedingungen wie bei Bedingung 1, außer:

Stromstärke: 0,2 % bis 1 % der Nennstromstärke

Genauigkeit: $\pm 3,0$ % vom Messwert

Bedingung 4 – Starker Strom

Alle Bedingungen wie bei Bedingung 1, außer:

Stromstärke: 100 % bis 120 % der Nennstromstärke

Genauigkeit: $\pm 1,0$ % vom Messwert

Bedingung 5 – Niedriger Leistungsfaktor

Alle Bedingungen wie bei Bedingung 1, außer:

Leistungsfaktor: 0,5 (± 60 Grad Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung)

Zusätzlicher Fehler: $\pm 0,5$ % vom Messwert

Bedingung 6 – Temperaturwechsel

Alle Bedingungen wie bei Bedingung 1, außer:

Umgebungstemperatur: -30 °C bis +55 °C

Genauigkeit: $\pm 0,5$ % vom Messwert

*Hinweis: WattNodes mit **Option PV** erfüllen diese Genauigkeitsangaben für den Ausgangskanal **P3** beim Messen eines zweiphasigen Wechselrichters oder mehrerer Wechselrichter möglicherweise nicht.*

Pulsausgänge

Von Werk aus programmierbare Vollskala-Pulsfrequenzen:

Standard (Alle Modelle): 4,00 Hz

Benutzerdefiniert (Modelle mit bidirektionalen Ausgängen): 0,01 Hz bis 600 Hz

Benutzerdefiniert (Option P3, Option PV, Option DPO): 0,01 Hz bis 150 Hz

Absolute maximale Pulsausgangsfrequenzen:

Standardmodelle (bidirektionale Ausgänge): 900 Hz

Option P3, Option PV, Option DPO: 200 Hz

Ausgangswellenform: Rechteckwelle, ~50 % Tastverhältnis

Optokopplerausgänge:

Isolation: 5000 V Wechselstrom Effektivwert

Durchbruchspannung (Kollektor-Emitter): 60 V (beim Übertreten können die Ausgänge beschädigt werden)

Maximale Rückwärtsspannung (Emitter-Kollektor): 5 V (beim Übertreten können die Ausgänge beschädigt werden)

Maximaler Kriechstrom (Aus) (Kollektor-Emitter): 100 nA

Empfohlener Laststrom (Kollektor-Emitter): 1 μ A (Mikroampere) bis 5 mA (Milliampere)

Maximaler Laststrom (Kollektor-Emitter): ~8 mA

Anstiegszeit am Ausgang (Mikrosekunden): ca. $R_{pullup}/100$, wobei R_{pullup} dem Pullup-Widerstandswert (in Ohm) entspricht und die Pullup-Spannung 5 V beträgt. Die Anstiegszeit wird als die Zeit definiert, in der die Ausgangsspannung von 20 % auf 80 % der Pullup-Spannung ansteigt.

Ausgangsfallzeit: ca. 2-3 Mikrosekunden mit 5 V Pullup-Spannung.

Sättigungsspannung im Vergleich zum Laststrom: Dies ist die typische Spannung (bei Zimmertemperatur), die zwischen dem COM-Anschluss und P1, P2 oder P3 gemessen wird, wenn der Optokoppler an ist (leitend). Idealerweise ist diese Spannung null, sie variiert jedoch mit dem Laststrom.

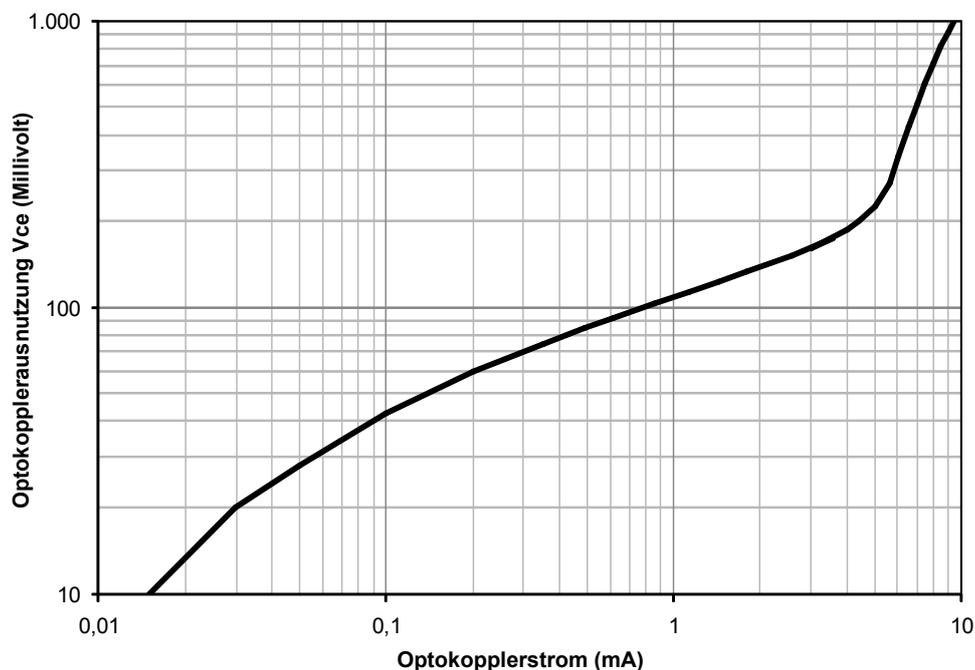


Abbildung 13: Sättigungsspannung im Vergleich zum Laststrom bei Optokopplern

Ausgänge bei Option SSR:

Isolation: 5000 V Wechselstrom Effektivwert

Durchbruchspannung: ± 60 V Gleichstrom oder 40 V Wechselstrom; kann positive, negative oder Wechselstromspannungen schalten

Maximaler Kriechstrom (Aus): 1000 nA (1 μ A)

Bei Widerstand: 1,0 bis 2,5 Ohm

Maximaler Laststrom: 500 mA

Ausgangseinschaltzeit (Millisekunden): Normalerweise 1,8 ms, maximal 5,0 ms

Ausgangsausschaltzeit (Millisekunden): Normalerweise 0,5 ms, maximal 2,0 ms

Maximale empfohlene Pulsfrequenz: 30 Hz

Elektrisch

Leistungsverbrauch: Die folgenden typischen Werte für den Leistungsverbrauch gelten, wenn an allen drei Phasen Spannung anliegt. Auf das Netzteil des WattNode entfällt der Großteil der verbrauchten Leistung, während der Messungsschaltkreis 1-10 % des Gesamtwerts ausmacht (6-96 Milliwatt pro Phase, je nach Modell). Aufgrund der Bauart des Netzteils verbraucht der WattNode mehr Leistung bei 50 Hz.

Modell	Wirkleistung bei Nennwechselstromspannung, 60 Hz	Wirkleistung bei Nennwechselstromspannung, 50 Hz	Typischer Leistungsfaktor	Nennleistung*
WNB-3Y-208-P	1,6 W	1,8 W	0,75	3 W
WNB-3Y-400-P	1,6 W	1,8 W	0,64	3 W
WNB-3Y-480-P	2,1 W	2,4 W	0,63	4 W
WNB-3Y-600-P	1,2 W	1,2 W	0,47	3 W
WNB-3D-240-P	1,7 W	1,9 W	0,63	4 W
WNB-3D-400-P	1,4 W	1,5 W	0,47	3 W
WNB-3D-480-P	1,8 W	2,2 W	0,53	4 W

Tabelle 14: WattNode-Leistungsverbrauch

**Hinweis: Dies ist die maximale Nennleistung bei 115 % der Nennwechselstromspannung bei 50 Hz. Dies entspricht der Nennleistung, die auf dem vorderen Etikett des WattNode ausgewiesen ist.*

Maximaler Betriebsspannungsbereich: -20 % bis +15 % des Nennwerts

Betriebsfrequenzen: 50/60 Hz

Messungskategorie: CAT III

Messungskategorie III dient für Messungen, die in der Gebäudeinstallation durchgeführt werden. Beispiele sind Messungen bei Verteilerkästen, Trennschaltern, Leitungen, einschließlich Kabeln, Stromschienen, Anschlusskästen, Schalter, Steckdosen in fester Installation sowie Ausrüstung für industrielle Nutzung und andere Geräte, wie z. B. feststehende Motoren mit permanenter Verbindung zur festen Installation.

Die Netzspannungsmessungsklemmen am WattNode sind für die folgenden CAT III-Spannungen klassifiziert (diese Einstufungen sind auch auf dem vorderen Etikett des WattNode ausgewiesen):

Modell	CAT III-Spannungsklassifizierung
WNB-3Y-208-P WNB-3D-240-P	240 V Wechselstrom
WNB-3Y-400-P WNB-3D-400-P	400 V Wechselstrom
WNB-3Y-480-P WNB-3D-480-P	480 V Wechselstrom
WNB-3Y-600-P	600 V Wechselstrom

Tabelle 15: WattNode-CAT III-Klassifizierungen

Transformatoreingänge:

Nenneingangsspannung (bei Nennstromstärke): 0,333 V Wechselstrom Effektivwert

Absolute maximale Eingangsspannung: 5,0 V Wechselstrom Effektivwert

Eingangsimpedanz bei 50/60 Hz: 23 k Ω

Zertifizierungen

Gerätesicherheit: UL 61010-1; CAN/CSA-C22.2 Nr. 61010-1-04; IEC 61010-1

Störaussendungen: FCC Part 15, Class B; EN 55022: 1994, Class B

Störfestigkeit: EN 61326: 2002 (Industriestandorte)

Elektrostatische Entladung: EN 61000-4-2: (B) Selbstwiederherstellend

Störfestigkeit gegen ausgestrahlte Hochfrequenz: EN 61000-4-3: (A) Keine Degradierung

Electrical Fast Transient/Burst: EN 61000-4-4: (B) Selbstwiederherstellend

Störfestigkeit gegen Überspannung: EN 61000-4-5: (B) Selbstwiederherstellend

Störfestigkeit gegen geleitete Hochfrequenz: EN 61000-4-6: (A) Keine Degradierung

Spannungseinbrüche, Unterbrechungen: EN 61000-4-11: (B) Selbstwiederherstellend

Umgebung und Umwelt

Betriebstemperatur: -30 °C bis +55 °C

Höhe: Bis zu 2000 m

Betriebsluftfeuchtigkeit: 5 bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit (relativ) bis 40 °C, linear sinkend bis 50 % relative Luftfeuchtigkeit bei 55 °C.

Emission: EMISSIONSGRAD 2 – Normalerweise nur nicht-leitende Emission, von einer vorübergehenden durch Kondensation verursachten Leitfähigkeit muss ausgegangen werden.

Innenraumverwendung: Geeignet für die Innenraumverwendung.

Außenverwendung: Geeignet für die Außenverwendung, wenn in einem Elektrogehäuse montiert (Hammond Mfg., Typ EJ-Serie), das mit NEMA 3R oder 4 (IP 66) beurteilt ist.

Mechanik

Gehäuse: Schlagfest, ABS-Kunststoff

Flammfestigkeit: UL 94V-0, IEC FV-0

Größe: 143 mm × 85 mm × 38 mm

Gewicht: 285 g

Anschlüsse: Einsteckbare Anschlussblöcke im Euroblock-Stil

Grün: bis zu 12 AWG (2,5 mm²), 600 V

Schwarz: bis zu 12 AWG (2,5 mm²), 300 V

Garantie

Für alle von Continental Control Systems, LLC (CCS) vertriebenen Produkte wird eine Garantie bezüglich Material- und Verarbeitungsfehlern für einen Zeitraum von drei Jahren ab dem ursprünglichen Auslieferungsdatum gewährt. Die Verantwortlichkeit von CCS beschränkt sich auf die Reparatur, den Umtausch oder die Rückerstattung. Die Entscheidung hierüber liegt im alleinigen Ermessen von CCS. CCS behält sich das Recht vor, Bauteile gegen funktional gleichwertige neue oder gegen einsatzfähige gebrauchte Bauteile auszutauschen.

Diese Garantie deckt ausschließlich Defekte ab, die unter normaler Verwendung auftreten. Ausgenommen von der Garantie sind Fehlfunktionen oder Störungen, die folgende Ursachen haben: Zweckentfremdung, nachlässige, unsachgemäße Anwendung, unsachgemäße Installation, Wasserschaden, höhere Gewalt, Blitz, Modifikationen, Änderungen oder Reparaturen am Produkt durch jemand anderen als CCS.

Außer wie hierin dargelegt, gewährt CCS keine Garantien, weder ausdrücklich noch konkludent, und CCS lehnt alle weiteren Garantien ab, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, stillschweigende Garantien der Marktgängigkeit und Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck.

Haftungsbeschränkung

In keinem Fall ist CCS haftbar zu machen für indirekte, spezielle oder beiläufig entstandene Schäden, Schadensersatzforderungen oder Folgeschäden jeglicher Natur, die sich aus dem Vertrieb oder der Verwendung der Produkte ergeben, ganz gleich, ob eine solche Haftbarkeit auf der Basis von Verträgen, Schadensersatzrecht oder anderweitig geltend gemacht wird, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, entgangener Gewinn, auch wenn CCS über die Möglichkeit solcher Schäden informiert wurde.

Der Kunde erkennt an, dass die Höchsthaftungssumme von CCS gegenüber dem Kunden im Zusammenhang mit oder entstehend aus dem Vertrieb oder der Verwendung der Produkte von CCS – ganz gleich, ob eine solche Haftbarkeit auf der Basis von Verträgen, Schadensersatzrecht oder anderweitig geltend gemacht wird – den vom Kunden für das Produkt bezahlten Kaufpreis in Bezug auf die reklamierten Schäden nicht übersteigt. Der Kunde erkennt ausdrücklich an, dass der Preis von CCS für die Produkte auf den Beschränkungen der hierin dargelegten Haftbarkeit von CCS basiert.