

# Info-Brief Nr. 1

## Messwandler in Drehstromnetzen (Teil 1)

Der direkte Anschluss der Messmittel an das Netz ist aus sicherheitstechnischen Gründen beschränkt auf Werte unterhalb von etwa 500 V bis 800 V bei den Spannungen und  $\leq 10$  A bei den Strömen.

Eingangsgrößen mit höheren Betriebswerten werden mit Messwandlern an den Eingangsbereich der Messmittel angepasst.

### 1.0 Messwandler für Wechselgrößen

Messwandler für Wechselgrößen sind Transformatoren kleiner Leistung, die weit unterhalb der Sättigungsgrenze des Eisenkerns betrieben werden. Die hohen Werte einer Netzgröße (Primärgröße  $X_1$ ) werden durch Wandlung und galvanische Trennung auf niedrige Werte (Sekundärgröße  $X_2$ ) herabgesetzt und amplituden- und phasengetreu abgebildet. Dadurch lassen sich die Netzgrößen einfacher und gefahrloser messen.

#### Nennübersetzung

Für die Auswahl des Messwandlers sind zunächst die Nennwerte  $X_{1n}$  der Primärgröße und  $X_{2n}$  der Sekundärgröße und die damit gegebene Nennübersetzung  $K_n$  maßgebend.

$$K_n = \frac{X_{1n}}{X_{2n}}$$

$K_{nu}$  = Nennübersetzung Spannungswandler

$K_{ni}$  = Nennübersetzung Stromwandler

#### Beispiel 1.1

Daten des Stromwandlers:

$X_{1n} = 1000$  A,  $X_{2n} = 5$  A

Nennübersetzung des Stromwandlers:

$K_{ni} = 1000$  A : 5 A = 200

#### Umrechnung von Messwerten der Leistung

Der Messwert der Leistung auf der Netzseite ist das Produkt vom Messwert der Leistung im Sekundärkreis und der Nennübersetzung der Strom- und Spannungswandler.

$$P_{prim} = P_{sek} \cdot K_{nu} \cdot K_{ni}$$

Dieser Zusammenhang gilt einheitlich für alle Netzarten. Bei Drehstromnetzen müssen die Nennübersetzung aller Spannungswandler und die Nennübersetzung aller Stromwandler gleich sein.

#### Beispiel 1.2

Daten des Netzes: 300 MW, 110 kV

Daten der Messwandler:

$K_{nu} = (110 \text{ kV} / \sqrt{3}) : (100 \text{ V} / \sqrt{3}) = 1,1 \cdot 10^3$

$K_{ni} = 1200 \text{ A} / 1 \text{ A} = 1,2 \cdot 10^3$

Leistungswert auf der Sekundärseite

$P_{sek} = (300 \cdot 10^6 \text{ W}) : (1,0 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^3) = 300 : 1,2 = 250 \text{ W}$

### 1.1 Stromwandler

Ein Stromwandler ist ein Transformator, dessen Sekundärwicklung nahezu im Kurzschluss betrieben wird. Der Sekundärkreis muss stets geschlossen sein. Ein Betrieb bei unterbrochenem Stromkreis (unbelastete, offene Sekundärwicklung) verursacht, wegen der dann nicht vorhandenen Gegeninduktion und der dadurch bedingten Vervielfachung der Eisenverluste, eine starke Erhitzung des Wandlerkerns und im Extremfall dessen Explosion. Wegen des großen Übersetzungsverhältnisses der Primär- zur Sekundärwicklung entsteht bei diesem Betriebsfall an den Anschlussklemmen der Sekundärwicklung eine hohe, gefährliche Spannung, die auch Überschläge zwischen den Wicklungen verursachen kann. Aus diesen Gründen dürfen im Sekundärstromkreis **keine** Sicherungen verwendet werden.

#### Erdung der Sekundärwicklung

Aus sicherheitstechnischen Gründen muss die Sekundärwicklung eines Stromwandlers, der in einem Hochspannungsnetz eingebaut ist, einseitig geerdet werden, um bei einem Durchbruch der Wicklungsisolierung eine Gefährdung des Betriebspersonals durch Hochspannung zu verhindern. Diese Forderung ist festgelegt in VDE 0100 für Messwandler ab Reihe **3** (Betriebsspannung 3 kV) aufwärts.

Bei den Reihen **0,5** und **1** ist eine Erdung der Sekundärwicklung nicht vorgeschrieben. Oft ist dies jedoch aus messtechnischen Gründen erforderlich, um einen definierten Bezugspunkt in einem Stromkreis zu schaffen und Störspannungen nach Erde abzuleiten.

#### Nennwerte $I_{2n}$

Die genormten Nennwerte des Sekundärstromes sind: 1 A, 2 A und 5 A.

#### Genauigkeitsklassen der Stromwandler

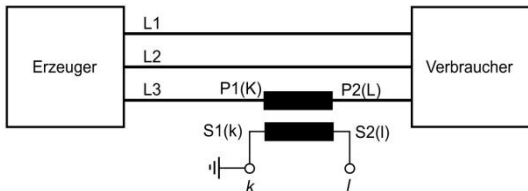
Stromwandler werden in den Klassen 0,1; 0,2; 0,5; 1; 3; 5 gebaut.

Wir regeln das.

### Klemmenbezeichnungen der Stromwandler

Als Klemmenbezeichnung gilt nach DIN 0414 für die Primärwicklung P1 und P2 und für die Sekundärwicklung S1 und S2.

1 (P1, S1) auf der Erzeugerseite (früher **K**raftwerk),  
2 (P2, S2) auf der Verbraucherseite (früher **L**ast).



**Bild 1.1**  
Klemmenbezeichnungen nach DIN 0414 bei Stromwandlern

**Tabelle 1.1**

Stromanschluss	k	l
$I_1$	Klemme 1	Klemme 3
$I_2$	Klemme 4	Klemme 6
$I_3$	Klemme 7	Klemme 9

## 1.2 Spannungswandler

Spannungswandler sind Transformatoren, deren Sekundärwicklung nahezu unbelastet betrieben wird. Eine kurzgeschlossene Sekundärwicklung kann zur Zerstörung des Spannungswandlers führen (Schutz durch Sicherungen).

### Bauarten der Spannungswandler

Spannungswandler werden als Einphasen- oder Dreiphasenwandler ausgeführt. Bei der Bauart der Einphasen-Spannungswandler unterscheidet man *einpolig* isolierte und *zweipolig* isolierte Spannungswandler. Diese Bezeichnung betrifft die Isolation der Anschlusspole der Primärwicklung gegen Erde. - In Mittel- und Hochspannungsnetzen werden nur einpolig isolierte Spannungswandler eingesetzt.

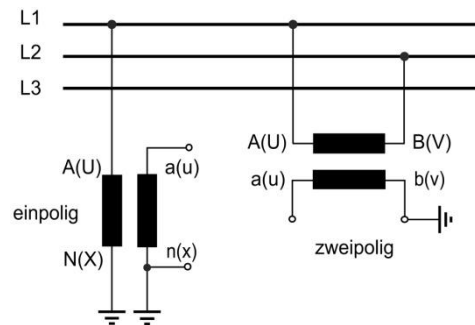
### Erdung der Sekundärwicklung

Ebenso wie bei den Stromwandlern soll auch bei Spannungswandlern oberhalb der Reihe **3** aus sicherheitstechnischen Gründen eine Klemme der Sekundärwicklung unmittelbar geerdet werden. Bei den Reihen **0,5** und **1** ist eine Erdung der Sekundärwicklung nicht vorgeschrieben. Oft ist dies jedoch aus messtechnischen Gründen erforderlich, um einen definierten Bezugspunkt in einem Stromkreis zu schaffen und Störspannungen nach Erde abzuleiten.

### Klemmenbezeichnungen der Spannungswandler

Die genormten Klemmenbezeichnungen nach DIN 0414 für einpolige und zweipolige Spannungswandler sind in

Bild 1.2 angegeben. Für die Messmittel im Drehstromnetz gilt die Klemmenbezeichnung nach DIN 43807



**Bild 1.2**  
Klemmenbezeichnungen von Spannungswandlern nach DIN 0414

**Tabelle 1.2**

L1	L2	L3	N
Klemme 2	Klemme 5	Klemme 8	Klemme 11

### Angabe der Nennübersetzung bei einpoligen Spannungswandlern

Bei einpolig isolierten Spannungswandlern wird wegen der vorwiegenden Verwendung in Drehstromnetzen für die Nennwerte  $U_{1n}$  der Primärwicklung und  $U_{2n}$  der Sekundärwicklung jeweils die Angabe „Außenleiterspannung /  $\sqrt{3}$ “ verwendet. Die übliche Schreibweise für die Nennübersetzung hat die Form

$$K_{nu} = \frac{U_{1n}}{\sqrt{3}} \div \frac{U_{2n}}{\sqrt{3}}$$

Beispiel

$$K_{nu} = \frac{110 \text{ kV}}{\frac{\sqrt{3}}{100 \text{ V}}} = \frac{110 \text{ kV}}{100 \text{ V}} = 1100$$

### Nennwerte $U_{2n}$

Die Nennwerte der Sekundärspannung sind genormt. Für die Spannung zwischen zwei Außenleitern sind es die Werte: 100 V; 110 V; 220 V (vorwiegend in Europa) und 115 V; 120 V; 230 V.

Bei der Messung Außenleiter gegen Erde sind es die durch  $\sqrt{3}$  geteilten Werte der oberen Zahlenreihe also 57,74 V; 63,51 V; 115,47 V und 66,40 V; 69,28 V; 132,79 V.

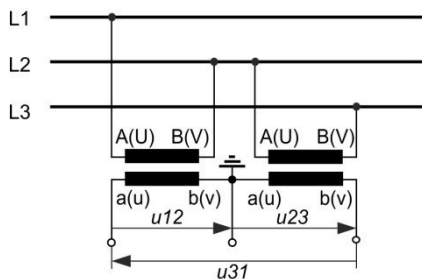
### Genauigkeitsklassen der Spannungswandler

Spannungswandler werden in den Klassen 0,1; 0,2; 0,5; 1; 3 gebaut.

### 1.2.1 Spannungswandler in Drehstromnetzen

#### Zwei zweipolig isolierte Spannungswandler

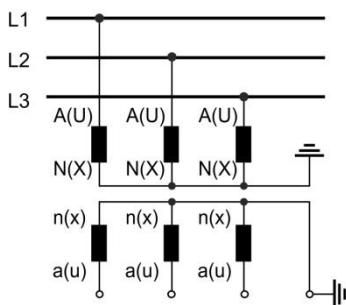
Mit zwei dieser Spannungswandler können alle Dreiecksspannungen des Netzes gemessen werden. Der Sternpunkt ist nicht zugänglich. Diese Messwandler-Konfiguration wird vorwiegend für die zweisystemige Leistungsmessung (Aron-Schaltung) verwendet.



**Bild 1.3** Messung aller Dreiecksspannungen

#### Drei einpolig isolierte Spannungswandler

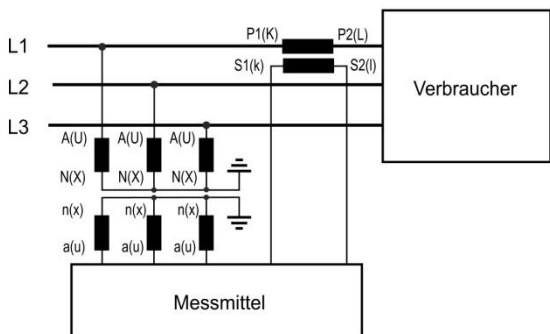
Mit drei dieser Spannungswandler können alle Dreiecksspannungen und alle Spannungen gegen den Erdungspunkt (Sternpunkt) gemessen werden.



**Bild 1.4** Messung aller Dreiecksspannungen und aller Spannungen gegen den Erdungspunkt

#### Zyklische Vertauschung bei Stromanschluss in anderen Außenleitern

Im Normalfall wird bei der Leistungsmessung in einem Drehstromnetz mit symmetrischer Last der Strom von Strang L1 dem Messmittel zugeführt (Bild 1.5).



**Bild 1.5** Üblicher Anschluss des Strompfades

Fortsetzung des Themas in Teil 2 / Info-Brief Nr. 2

Die Reihe wird fortgesetzt.  
Fehlende Info-Briefe liefern wir Ihnen jederzeit gerne nach.

Ausgabe: 03-2013 / I001-1-D-1-001-04.docx