

Zweiteilige Kabelstromwandler für amtliche Verrechnungsmessung

Autor(en): **Vock, Edgar**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **77 (1986)**

Heft 5

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904171>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zweiteilige Kabelstromwandler für amtliche Verrechnungsmessung

1. Einleitung

Kabelstromwandler werden entweder bei der Montage auf das Kabel geschoben und befestigt (Lochwandler, Durchsteckwandler). Sie können aber auch als zweiteilige Lochwandler und Umbauwandler nachträglich am Kabel aufgebracht werden. Allen Kabelstromwandlern ist gemeinsam, dass das Kabel den Primärleiter darstellt, die Primärwicklung somit grundsätzlich nur aus einer gestreckten Windung besteht.

Der Anwendungsbereich der Kabelstromwandler beschränkte sich lange Zeit auf Betriebsmessungen im Niederspannungsbereich, später auf Betriebs- und Verrechnungsmessungen bis zu Spannungen von 6 kV.

Die Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK) haben nun seit zwei Jahren zweiteilige Kabelstromwandler für die Verrechnungsmessung mit Präzisionszählern in den 50-kV- und 110-kV-Spannungsebenen mit guten Betriebserfahrungen eingesetzt. Jetzt wird das Langzeitverhalten dieser amtlichen Messstellen – den Energieabgabestellen der NOK an die Kantonswerke – mit Interesse weiter beobachtet.

2. Einteilige Kabelstromwandler

Einteilige Kabelstromwandler, sogenannte Lochwandler, sind seit längerer Zeit bekannt. Sie weisen besonders für Hochspannungsmessungen gegenüber den herkömmlichen Stromwandlern verschiedene Vorteile auf:

- Die Kabelisolation des Hochspannungskabels dient als Isolation zwischen der Netzspannung und dem sekundären Messkreis. Eine zusätzliche Isolation entfällt.
- Der Platzbedarf ist gering.
- Dem Bedürfnis nach mehreren Mess- bzw. Relaiskernen kann durch Zufügen weiterer Einheiten leicht entsprochen werden.

Trotz diesen Vorteilen überwiegen die Nachteile, so dass sich die Anwendung der Lochstromwandler in grossem Massstab bisher nicht durchsetzen konnte:

- Einteilige Lochwandler müssen vor der Montage der Kabelendverschlüsse über das Kabel geschoben werden.
- Ein späterer Austausch oder ein späterer Einbau von Lochwandlern ist nur mit erheblichem Aufwand möglich.
- Die Amperewindungs-Zahl ist durch die einzige Primärwicklung vorgegeben. Sie kann nicht vergrössert werden, was besonders für Ströme kleiner als 100 A und bestimmte Anforderungen an die Wandlergenauigkeit und Wandlerleistung problematisch ist.

Den wesentlichsten Nachteil, die erschwerte Austauschbarkeit von Lochwandlern, versuchte man durch zerlegbare Kabelstromwandler zu beheben. Die verwendeten Schenkelkerne, die auf der Baustelle zuerst auseinandergenommen und dann um das Kabel *geschachtelt* werden, sind aber ebenfalls arbeitsaufwendig.

3. Zweiteilige Kabelstromwandler

Die zweiteiligen Kabelstromwandler sind eine Weiterentwicklung der handelsüblichen einteiligen Lochwandler. In Figur 1 ist ein zerlegter zweiteiliger Kabelstromwandler dargestellt.

Auch bei dieser Stromwandlerart ist die Primärwindungszahl mit 1 gegeben, womit der Stromübersetzung nach unten und der Leistung nach oben Grenzen gesetzt sind,

insbesondere wenn eine hohe Klassengenauigkeit gefordert wird. Durch höhere Qualität des Kernmaterials können diese Grenzen etwas erweitert werden.

Die zweiteiligen Kabelstromwandler bestehen aus Flachbändern, welche aus hochvergüteten speziellen Eisenlegierungen hergestellt sind, zu Ringkernen gerollt, in einem besonderen Verfahren verfestigt und dann hälftig aufgeschnitten werden. Die Schnittflächen sind plangeschliffen und die mit Wicklungen versehenen Kernhälften in einem hälftigen Gehäuse eingebettet. Die Wandlerhälften lassen sich leicht um das Kabel legen. Eine Spannbandverbindung gewährleistet einen einwandfreien Sitz der Schnittflächen. Die Endmontage auf Platz setzt allerdings ein sauberes Arbeiten voraus.

4. Anwendung von zweiteiligen Kabelstromwandlern im NOK-Versorgungsgebiet

Das 50-kV-Grobverteilnetz der NOK soll in den nächsten zwei Jahrzehnten sukzessive auf die Spannung von 110 kV umgebaut werden. Die angeschlossenen Unterwerke der Kantonswerke, Neubauten oder Umbauten, werden zum Teil in der raumsparenden SF₆-Technik erstellt. Hierbei hat sich aus Platz- und Kostengründen der Einsatz von zweiteiligen Kabelstromwandlern für die Verrechnungsmessung oberspannungsseitig der Verteiltransformatoren 110-50/16 kV als zweckmässig erwiesen.

Die Idee einer Messung mit zweiteiligen Kabelstromwandlern ist nicht neu. Sie wur-

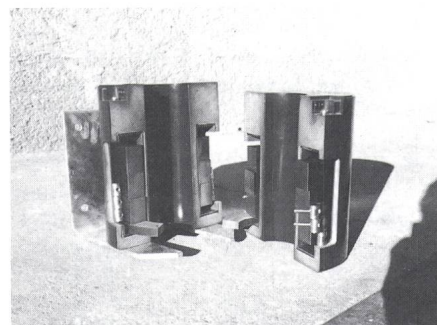


Fig. 1 Zweiteiliger Kabelstromwandler, zerlegt
Fabrikat Emil Pfiffner & Co. AG, Hirschtal

Adresse des Autors

Edgar Vock, Gruppenchef Zählerwesen,
Nordostschweizerische Kraftwerke AG,
5401 Baden.

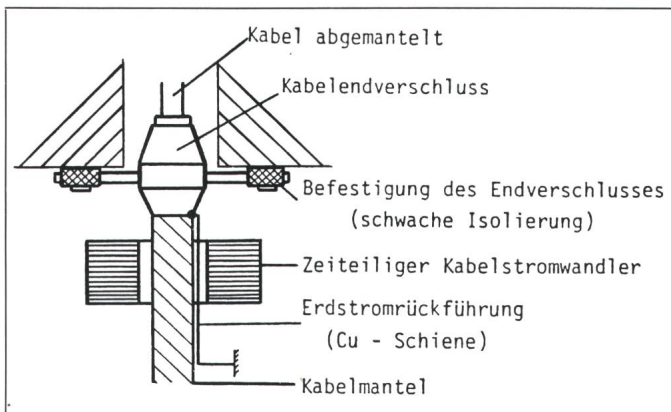


Fig. 2
Erdstromrückführung

de bereits vor rund 25 Jahren bei verschiedenen Elektrizitätswerken verwirklicht, jedoch bei wesentlich höheren Primärströmen und damit unter entsprechend günstigeren Voraussetzungen bezüglich Stromübersetzung.

Für die nun vorgesehenen Anwendungen gilt der Einsatz von statischen Zählern, die einen sehr kleinen Leistungsbedarf aufweisen, als Voraussetzung. Damit kann die geforderte Stromwandlerleistung drastisch gesenkt werden, was erst den Einsatz von zweiteiligen Kabelstromwandlern unter Einhaltung der Bedingungen für Verrechnungsmessung ermöglicht. Die Stromwandler müssen nämlich für Verrechnungszwecke folgende Bedingungen jederzeit einhalten:

Sekundärleistung:	15 VA
Messgenauigkeit:	K1.0,2
Nennsicherheitsfaktor Fs:	<7
Überlastbarkeit:	dauernd >20%
(unter Einhaltung obiger Klassengenauigkeit)	
Prüfspannung sekundär gegeneinander und gegen Erde:	>4 kV

Ferner müssen die Wandler für Verrechnungszwecke gemäss «Verordnung über die Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern»¹, Art. 1 Abs. 1, ohne Ausnahme amtlich geprüft und plombiert sein. Die zweiteiligen Kabelstromwandler sind somit nach definitivem Einbau im Unterwerk von einem ermächtigten Prüfamt zu prüfen und zu plombieren.

Die primäre Einspeisung bei dieser Genauigkeitsmessung erfolgt üblicherweise mit einer separaten Primärwindung, da das Kabel dazu nicht verwendet werden kann. Deshalb ist die Aussparung am Stromwandler so bemessen, dass neben dem Kabel eine Kupferschiene montiert werden kann.

Die gleiche Kupferschiene wird im Betrieb als Erdstromrückführung verwendet (Fig. 2), ein Erfordernis für abgeschirmte und geerdete Kabel. Wenn die Abschirmung des Kabels vor und nach dem Kabel-

stromwandler geerdet wäre, würde über den Kabelmantel und die Erde ein Kurzschlussstromkreis entstehen, der das Messresultat verfälscht. Nur mit der Erdstromrückführungsschiene ist eine einwandfreie Messung gewährleistet. Der Metallmantel des Kabels muss nicht entfernt werden, da er den magnetischen Fluss im Wandler nicht beeinträchtigt.

5. Erfahrungen

Im Juni 1983 haben die NOK eine erste Verrechnungsmessung für Energieabgabe in 50 kV bzw. 110 kV von zwei Transformatorfeldern 50-110/16 kV im Unterwerk Zumikon der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) in Betrieb genommen, wobei entsprechend der NOK-Norm Messkern 1 für den Anschluss der Verrechnungszähler und Messkern 2 für den Kontrollzähler und weitere Messwertumformer dient.

Zwei Herstellerfirmen, Emil Pfiffner & Co. AG, Hirschtal, und Moser-Glaser & Co. AG, Muttenz, haben sich bereit erklärt, zweiteilige Kabelstromwandler entsprechend den von den NOK gestellten technischen Anforderungen für Verrechnungsmessungen zu entwickeln. Bis anhin fanden sich keine zweiteiligen Kabelstromwandler mit NOK-Daten auf dem Markt; entsprechend fehlten auch Referenzen oder praktische Erfahrungen über längere Zeit. Wie schon erwähnt, sind den Stromübersetzungen nach unten Grenzen gesetzt. Beide Wandlerfirmen sind heute in der Lage, zweiteilige Kabelstromwandler mit der kleinsten Stromübersetzung 200-400/5, se-

Fig. 4
Abnahmeresultate der zweiteiligen Kabelstromwandler mit der Stromübersetzung 200/5 A

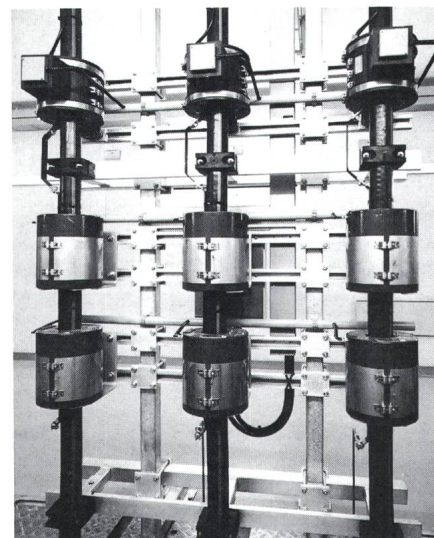
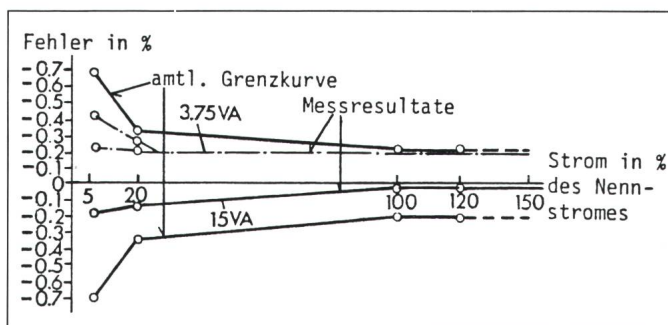


Fig. 3 Wandlergerüst im Kabelboden des Unterwerkes Zumikon

kundär umschaltbar, herzustellen. Das entspricht im 50-kV-Netz einer Transformatorleistung von etwa 17 bzw. 34 MVA, im 110-kV-Netz 34 bzw. 68 MVA.

Um möglichst rasch Erfahrungswerte zu sammeln, wurden im Unterwerk Zumikon der EKZ pro Phase drei zweiteilige Kabelstromwandler (drei Messkerne) eingebaut. Figur 3 zeigt dieses Wandlergerüst im Kabelboden unterhalb der Transformatorfelder. Die Wandleranschlüsse sind sekundärseitig auf einen Verteilkasten geführt, so dass jederzeit ein bestimmter Wandleratz an die Verrechnungszähler oder an die Kontrollzähler angeschlossen werden kann.

Die amtliche Prüfung vom Juni 1983 durch den beauftragten SEV als neutrales Prüfamt hat für beide Hersteller befriedigende Resultate ergeben. Die Figuren 4 und 5 zeigen die Abnahmeresultate, die innerhalb der vorgeschriebenen Fehlergrenze liegen, womit diese Messwandler für die Verrechnungsmessung freigegeben wurden.

Im Oktober 1984 wurden alle Kabelstromwandler einer weiteren amtlichen Prüfung durch den SEV unterzogen. Anschliessend wurde ein Teil der Kabelstromwandler demontiert, neu montiert und abermals amtlich geprüft. Alle diese Wiederholungsmessungen nach einem Jahr

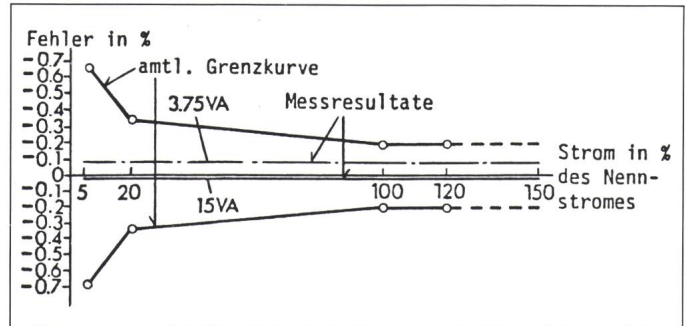
¹ Verordnung über die Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern vom 23.6.1933, Neufassung vom 8.11.1972.

bestätigen die ursprünglichen Resultate der geringen Wandlerfehler. Eine weitere amtliche Prüfung werden die NOK jeweils mit einer Pause von etwa drei Jahren veranlassen, um über das Langzeitverhalten Aufschluss zu erhalten.

Aber auch die periodischen Wandlerumschaltungen am Verrechnungszähler und Kontrollzähler sowie die halbjährlich durchgeführten Kontrollmessungen mit einer portablen elektronischen Messstation bestätigten bisher das gute Verhalten. Diese Kontrollmessungen werden durch die NOK weiterhin halbjährlich durchgeführt.

Die bisherigen ermutigenden Resultate haben dazu geführt, dass die zweiteiligen Kabelstromwandler bei den SF₆-Unterwerken zur Standardausrüstung werden. So sind inzwischen drei weitere Unterwerke

Fig. 5
Abnahmeresultate der
zweiteiligen
Kabelstromwandler mit
der Stromübersetzung
400/5 A



mit solchen ausgerüstet worden. Noch vor Jahren wäre eine solche Lösung nicht denkbar gewesen. Die bisherigen mechanischen Ferrarisähler bzw. deren höhere Lei-

stungsaufnahme verhinderte dies; erst die statischen Zähler, die ihre Bewährungsprobe längst bestanden haben, haben diesen Weg geebnet.