

# OPTISCHE STROM- WANDLER



Optische Strommessungen haben sich in den vergangenen Jahren nur wenig durchgesetzt, vor allem wegen der fehlenden Kompatibilität zu analogen Schnittstellen der Schutz- und Messtechnik im Feld. Neue Standards beschreiben heute Schnittstellen für digitale Gerätetechniken mit digitalisierten Mess-  
eingängen und bilden die Grundlage für interoperable Einsatzmöglichkeiten von nichtkonventionellen Strommessungen.

Adventorial

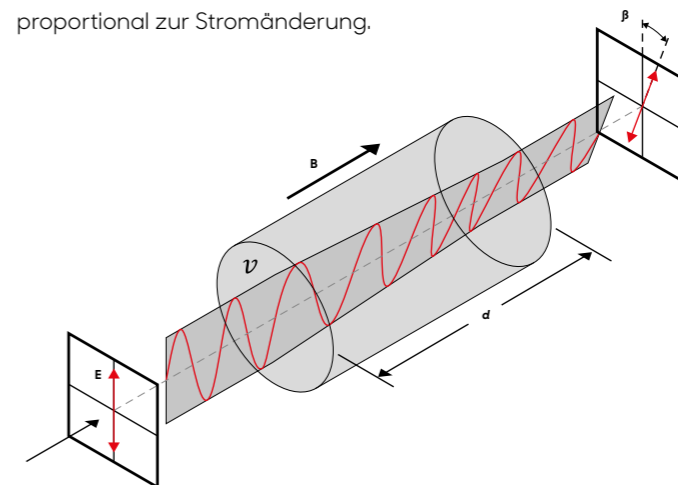
**Jens Eilart**, geboren 1965, Absolvent der Technischen Hochschule Dresden, Fachabteilung Energietechnik im Verkehrswesen. Seit 1990 im Bereich Energietechnik, speziell Sekundärtechnik aktiv. Seit 2017 Projekt- und Applikationsspezialist für nichtkonventionelle Wandler und digitalisierte Schaltanlagen.

## ALTERNATIVE OPTISCHE STROMWANDLER

Bereits 1845 erbrachte Michael Faraday unter Laborbedingungen den ersten Hinweis, dass Licht und Magnetismus miteinander in Beziehung stehen. Seine Studien behandelten einen magneto-optischen Effekt, der die Drehung der Polarisations-ebene einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle in einem Medium beschreibt, wenn darin ein Magnetfeld parallel zur Ausbreitungsrichtung der Welle herrscht. [1]

In Bezug auf optische Strommessungen bedeutet dies, dass der Winkel von polarisiertem Licht um ein stromführendes Element sich mit der Veränderung des fließenden Stromes dreht. Die Änderung des Rotationswinkels  $\beta$  ist direkt proportional zur Stromänderung.

Die Strommessung in Sensoren nach dem Faraday-Effekt kann in verschiedenen Ausprägungen erfolgen. Grundsätzlich sollten aber alle Sensoren kompakt und auf einer rein passiven optischen Basis ausgeführt sein. Zusätzliche positive Eigenschaften resultieren aus der Genauigkeit und Linearität der Messung. Hochgenaue Erfassungen für Power-Quality-Studien können in gleicher Weise realisiert werden wie sättigungsfreie Messungen von Kurzschlussströmen. Wichtig ist hier, dass für alle Anwendungen lediglich ein Sensor benötigt wird und sich damit die Vielzahl der unterschiedlichen Stromwandlerkerne deutlich reduzieren lässt.



**Abb. 1** Polarisationsdrehung aufgrund Faraday-Effekt [2]

© Jens Eilart

Die vorgenannten Beispiele zeigen deutliche Vorteile gegenüber den konventionellen Anwendungen in heutigen Umspannwerken. Allerdings darf demgegenüber die nicht vorhandene Kompatibilität zu gängigen Schutz- und Messtechniken nicht unerwähnt bleiben. Eine Standardisierung von Primär- und Sekundärtechnik in Schaltanlagen ist damit nur begrenzt möglich.

Trotzdem haben sich in der Vergangenheit einige kleinere, aber trotzdem wichtige Märkte mit einer guten Akzeptanz entwickelt. Den größten Marktanteil hat die Anwendung bei HGÜ-Anlagen. Ein zweites Einsatzgebiet findet sich in der Messung und Auswertung von sehr großen Strömen. Bei der Fertigung von großen, stromstarken Erzeugungs- und Verteilungssegmenten sind optische Stromwandler nicht mehr wegzudenken. Eine dritte Applikation ergibt sich beim Betrachten der Messgenauigkeit in sehr kleinen Strombereichen. Vor allem bei Kompensationsanwendungen sind bei auftretenden Fehlern ausgesprochen kleine Differenzströme mit einem großen Frequenzspektrum die Folge. Die Messung des

kompletten Spektrums ist mit speziellen optischen Stromwandlern problemlos möglich. [3]

Den größten Marktanteil für Messwandler haben allerdings noch immer energietechnische Anlagen mit einem Hauptaugenmerk auf digitale Schutzfunktionen. Wurden in der Vergangenheit unabhängige Stromwandlerkerne für unterschiedliche Schutzanwendungen als notwendig erachtet, so bietet die Anwendung des Kommunikationsstandards IEC 61850 hier eine vollkommen neue Grundlage. Nachdem Stationsbusanwendungen gemäß IEC 61850-8-1 mittlerweile in vielen Ländern als Stand der Technik angesehen werden, ist mittlerweile ein deutliches Interesse an der Nutzung der vorgenannten Vorteile von optischen Stromwandlern zu erkennen. Als Basis werden hier IEC 61850-9-2LE oder IEC 61689 gesehen. Optische Wandler-Technologien und dazugehörige Merging Units mit der Möglichkeit der direkten Einspeisung in ein Prozessbussystem sind nunmehr interoperabel einsetzbar und können somit auch dem Wunsch nach Standardisierung der Primär- und Sekundärtechnik entsprechen.

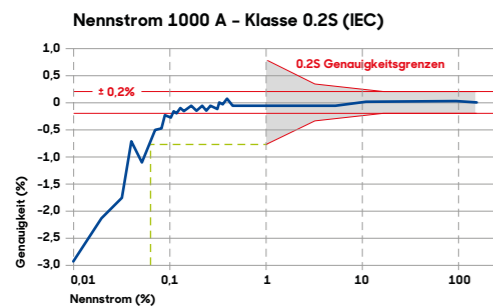


Abb. 2 Genauigkeit einer Strommessung mit Faraday-Effekt im Vergleich mit der Kennlinie eines konventionellen Stromwandlers, IEC, Klasse 0,2S [5]

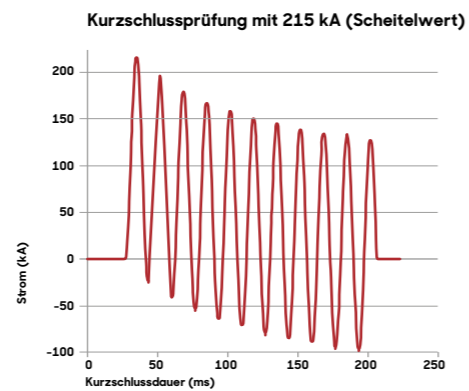


Abb. 3 Sättigungsfreie Aufzeichnung eines vollverlagerten Kurzschlussstromes mit einem optischen Messsystem [5]

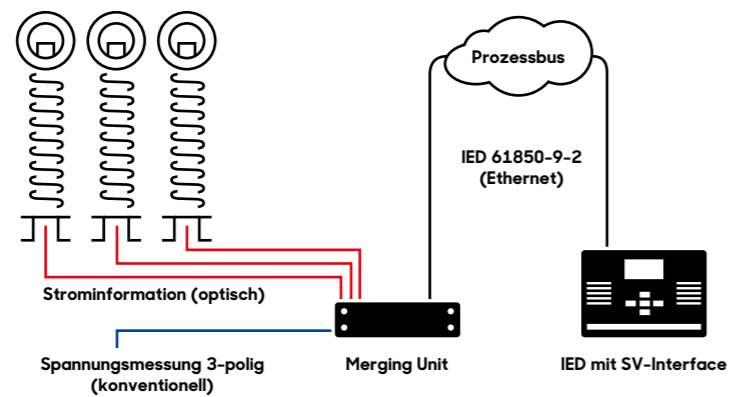


Abb. 4 Prinzipielle Darstellung einer Prozessbus-Architektur

# PRAXIS SAMMELN

NEUE UND BEWÄHRTE LÖSUNGEN FÜR  
STEIGENDE HERAUSFORDERUNGEN\*

ALS  
EINZELHEFTE  
ZU  
BESTELLEN

MIT DETAILLIERTEN,  
GRAFISCH EDITIERTEN  
SCHALTPLÄNEN,  
DIAGRAMMEN, TABELLEN  
UND ABBILDUNGEN



**03 2017**  
**ERDSCHLUSSSCHUTZ**  
Zuverlässige Detektion mit innovativen Technologien



**01 2018**  
**LICHTBOGENSCHUTZ**  
Menschenleben schützen und Anlagen vor Schaden bewahren



**02 2018**  
**ÜBERSTROMZEITSCHUTZ**  
Basis- und Reserveschutz

Bestellungen an [office@netzschutz-magazin.com](mailto:office@netzschutz-magazin.com)  
oder per Post an EET Verlag GmbH, Westbahnstraße 7/6a,  
1070 Wien, Österreich

Preis pro Heft: € 45,00 zzgl. MwSt. und Versand

\* Das Magazin ist als Kompendium aufgebaut. Jedes Heft ist einem Thema gewidmet. Je mehr Hefte, desto mehr Lösungen – von Leitungsschutz bis Erdschlussschutz, von Maschinenschutz bis Spezialschutz, von Allgemein bis UMZ-Schutz.



Heute sind optische Stromwandler ein wichtiger Bestandteil des GE-Produktportfolios. Sie stellen zusammen mit leistungsfähigen Systemen der Schutz- und Leittechnik, Zeitsynchronisations- und Netzwerkkomponenten sowie Systemen für eine zustandsgesteuerte Wartung der Betriebsmittel die Grundlage des Angebotes für digitale Schaltanlagen dar. GE verfügt in diesem Segment über eine große Anzahl an Referenzen in der ganzen Welt. Als eine der wichtigsten kann das Projekt „Poste Intelligent“ in Frankreich (UW Blocaux) [4] gesehen werden. In dieser Anlage ist sehr deutlich

zu erkennen, wie vielfältig Digitalisierung zum heutigen Zeitpunkt nutzbar ist.

#### ANWENDUNG VON OPTISCHEN STROMWANDLERN IN SCHALTANLAGEN

Die flexiblen optischen Stromwandler stehen heute in unterschiedlichen Bauweisen zur Verfügung. Die Basis ist hier weitestgehend vergleichbar und stellt ein hochflexibles Lichtwellenleitersystem in der Art eines Ringes um die stromführenden Teile dar. Die sicher bekannteste Anwendung ist die freistehende Lösung in AIS-Anlagen. Die Konstruktion des

Abb. 5 Montage am Leistungsschalter

© Jens Eilert

Sensors ist in allen Anwendungen vergleichbar, eine Anpassung an die Spannungsebene im Umspannwerk erfolgt lediglich bei der Höhe des freistehenden Isolators. Entgegen anderen konventionellen Lösungen dient der sogenannte Stabkern lediglich dem Schutz des Lichtwellenleiters, eine Verwendung von Gas oder Öl kann hier vollständig ausgeschlossen werden.

Die flexible Ringarchitektur kann aber auch für die Installation an Anlagenteilen vorgesehen werden. Die Montage an einem Live-Tank-Leistungsschalter ist in einfacher Weise möglich. Installationen an Schaltern von verschiedenen Herstellern gehören heute zu den GE-Referenzen. Die Möglichkeit einer nachträglichen Installation im Umspannwerk ist durch ein System gegeben, in dem Lichtwellenleiter in einem flexiblen Schlauchsystem direkt verlegt werden. Auch hier gibt es verschiedene Referenzen, z.B. den nachträglichen Anbau an Leistungstransformatoren oder die direkte Installation an Hybrid-Schaltmodulen.

#### ANWENDUNG BEI TEILVERKABELTEN HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN

Häufig wird bei teilverkabelten Hochspannungsleitungen eine Blockade von Wiedereinschaltungen bei Fehlern im Kabel vorgesehen, weitläufig angewendete Praxis ist die zusätzliche Installation eines Leistungsdifferentialschutzsystems. Der Installationsaufwand

an den Übergabestationen ist in diesen Fällen recht groß.

Eine alternative Lösung stellt auch hier die Anwendung von optischen Stromwandlern dar. Mit einer speziellen Applikation kann das Lichtsignal eines Stromwandlers über eine Strecke von maximal 30 Kilometern übertragen werden. In solchen Fällen reduziert sich die Lösung auf die notwendige Installation an lediglich einer Übergabestation. Auch hier gibt es diverse Referenzen, einige davon in Europa. Aktuell entsteht in der Schweiz eine erste Lösung in Mitteleuropa, weitere Realisierungen sollen folgen.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Der Bericht zeigt, dass die Anwendung von optischen Stromwandlern an Bedeutung gewinnt, nicht nur in kleineren Nischenprojekten. Vor allem die nachweisbaren Vorzüge dieser Technologien können in vielen Anwendungen Vorteile hinsichtlich der Genauigkeit und Linearität der Messung sowie der Flexibilität bei der Installation bringen.

Die optischen Stromwandlerlösungen von GE bieten eine sehr hohe Flexibilität und Projektorientiertheit für anwender- und umweltfreundliche Lösungen in Gleich- und Wechselstromanlagen und bilden eine ideale Voraussetzung für die Realisierung von digitalisierten Schaltanlagen in der näheren Zukunft.

#### Quellen

- 1 [www.spektrum.de](http://www.spektrum.de): Lexikon der Physik – Faraday-Effekt
- 2 J. Cardenas, Optical/Digital Substation, Projektinformation anlässlich CIGRE B5 Kolloquium 2017, Auckland, Neuseeland
- 3 J. N. Blake; A. H. Rose, Optical Current Sensors in the Modernization of the Electric Power Grid: Digital Substation Challenges, 23rd International Conference on Optical Fibre Sensors 2014
- 4 T. Buhagiar; J-P Cayuela; A. Procopiou; S. Richards, J. Jesus, C. F. Chow, Poste Intelligent – The next generation smart substation for the french power grid, Paris 2014
- 5 K. Seliger; J. Eilert, COSI – Nichtkonventionelle Wandler für Prozessbus – Anwendungen in digitalen Schaltanlagen, Poster anlässlich Tutorial Schutz und Leittechnik, Berlin 2018

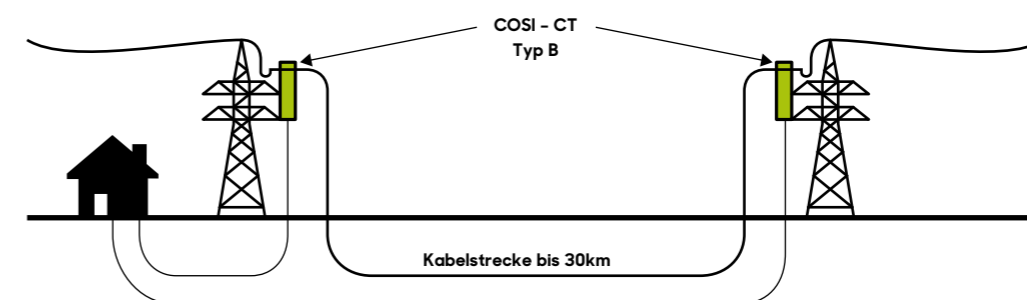


Abb. 6 Prinzip einer Kabelüberwachung mit optischen Stromwandlern [5]