

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 107 (2016)

Heft: 9

Artikel: Optimal intelligente Trafostationen

Autor: Kübler, André

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857196>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Optimal intelligente Trafostationen

Überlegungen und Lösungsansätze zum richtigen Mass an Intelligenz

Der steigende Kostendruck und die zunehmende Anzahl dezentraler Erzeugungsanlagen erhöhen die Anforderungen an das Verteilnetz. Neben den betrieblichen Herausforderungen werden auch Auslegung und Nutzung der Anlagen immer anspruchsvoller. Um die Verteilnetze effizient und stabil zu betreiben, braucht es intelligente Anlagen und verlässliche Daten zum Betrieb. Dazu bieten sich auch die Trafostationen an, denn sie sind das Bindeglied zwischen Mittel- und Niederspannung. Doch nicht bei jeder Trafostation macht Intelligenz Sinn.

André Kübler

Bislang wurden in Mittel- und Niederspannungsverteilnetzen kaum Daten erhoben. Intelligente Geräte sind in den wenigsten Fällen eingebaut. Mit der zunehmenden Anzahl dezentraler Energieerzeugungsanlagen (DEA) wird es aber notwendig, Anschlussbestimmungen vorzugeben. Die Anlagen müssen überwacht und im Bedarfsfall geschaltet werden können. Ein Beispiel einer solchen DEA ist die Fotovoltaikanlage des Unternehmens Galliker Transport AG in

Nebikon. Der Carport auf dem Dach des neuen Gebäudes ist mit Solarzellen überdacht. Sie produzieren nicht nur bis 1,7 MW Leistung, sondern schützen die Fahrzeuge auch vor Hagel. Geplant ist ein Ausbau auf insgesamt 2,5 MW. Eine Anlage dieser Grösse muss mit einer Fernwirkung ausgestattet sein. Der Netzbetreiber, die CKW, muss die Anlage und deren Einspeiseleistung beeinflussen können, um die Stabilität des Verteilnetzes jederzeit zu gewährleisten. Dazu

werden bei der Mittelspannungs-Schaltanlage die Bausteine der intelligenten Ortsnetzstationen von Siemens eingesetzt.

Stromproduzenten und Verteilnetzbetreiber sind mit einem hohen Kostendruck konfrontiert. Sie müssen Betriebsmittel möglichst lange nutzen und dürfen Investitionen nur tätigen, wenn sie auch nötig sind. Alle Trafostationen mit Intelligenz und Fernwirkung auszurüsten, macht deshalb keinen Sinn. Die Netzbetreiber müssen differenzieren und entscheiden, wo der Einbau intelligenter Geräte sinnvoll ist. Dazu brauchen sie Informationen zum Betrieb. Mit den Daten zur Auslastung kann ein Netzbetreiber zudem den Ausbau der Netze richtig planen und optimieren.

Keine Intelligenz bis vollautomatisch

Welche Trafostationen sollen mit Intelligenz ausgerüstet werden und welche Funktionen sind nötig? Ein Anhaltpunkt ist der Stellenwert einer Trafostation innerhalb des Netzes. Dabei geht es nicht primär darum, welche Kunden an

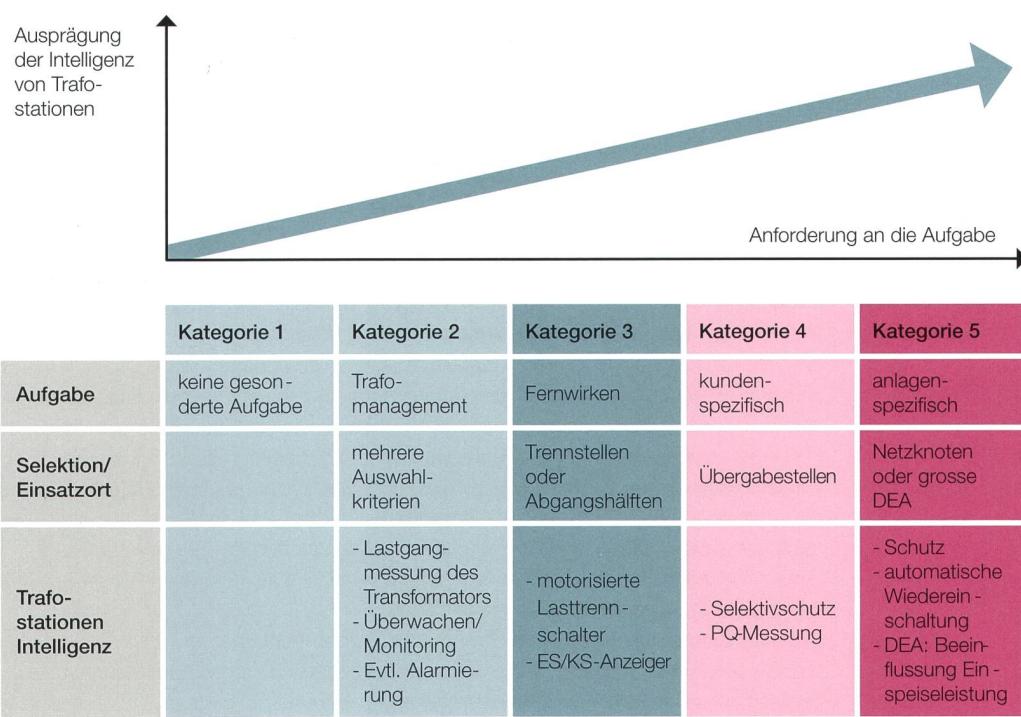


Bild 1 Differenzierte Trafostationen-Intelligenz.



Bild 2 CKW setzt auf intelligente Ortsnetzstationen von Siemens.

die Station angeschlossen sind. Entscheidend ist, wie wichtig eine Trafostation für den Betrieb und für die Planung eines Netzes ist. In **Bild 1** werden die Trafostationen aufgrund ihrer Funktion und Aufgabe im Netz in fünf Kategorien eingeteilt. Trennstellen oder Abgangshälften, Übergabestellen, Netzknoten und DEA können aufgrund ihrer Aufgabe klar einer der Kategorien 3 bis 5 zugeordnet werden. Die Mehrheit der Trafostationen erfüllt jedoch keine klare Aufgabe im Verteilnetz. Bei diesen muss anhand verschiedener Kriterien entschieden werden, ob ein Trafomanagement sinnvoll ist. Dazu liefern bestehende Daten wie der Schleppzeigerwert bzw. die heutige Auslastung, die umgesetzte Energie und die geografische Lage gute Grundlagen.

Trafomanagement über den Lastgang

Die Messung des Lastgangs hat noch nichts mit Intelligenz zu tun. Die erhobenen Daten liefern jedoch die Grundlage, um den Netzbetrieb und die Netzplanung zu optimieren:

- **Effektive Auslastung:** Dank dieser Information kann die Auslastung erhöht und der Transformator bezüglich Wirk- und Eisenverlusten optimiert werden. So lässt sich der Transformator beim Ausbau und beim Ersatz korrekt dimensionieren.
- **Effektive Belastung:** Unzulässige Überlastungen können bestimmt werden. Zudem lässt sich die Alterung des Transformators abschätzen, dies ist eine Grundvoraussetzung für eine lange Nutzungsdauer. Auch die Residuallast kann bestimmt werden. Damit

lässt sich die Notstromgruppe bei ausgeschalteten DEA korrekt auslegen.

- **Konkrete Netzdaten:** Mit der stetigen Zunahme der DEA werden die vorhandenen Netzreserven immer stärker ausgeschöpft und die Berechnungen der Lasten immer aufwendiger (Einhaltung der Empfehlung DACH-CZ für Netzrückwirkungen). Konkrete Netzdaten werden damit für Simulationen von Teilnetzen oder Berechnungen von Anschlussgesuchen immer wichtiger.

Wird die Messung des Lastgangs mit einer Kommunikationsübertragung verknüpft, können die Betriebsdaten der Netzführung zur Verfügung gestellt werden. Zudem ist die periodische Ablesung der Schleppzeigerwerte vor Ort in den Trafostationen nicht mehr nötig. Da die Daten nicht in Echtzeit und auch nicht bei

einem Unterbruch vorhanden sein müssen, ist eine kommerzielle, sichere Datenbindung, zum Beispiel ein Anschluss an ein Mobilfunknetz, ausreichend.

Um den Lastgang eines Transformators aufzuzeichnen, ist kein geeichtetes Zählgerät oder gar ein Smart Meter notwendig. Universalmessgeräte der neuesten Generation können bereits eine grosse Anzahl von Daten mit einfachen Strom- und Spannungswandlern auf der Niederspannungsseite erfassen, speichern und übertragen. Für die Auswertung sind einfache Programme verfügbar.

Fernwirken mit motorisierten Lasttrennschaltern

Verfügt ein Verteilnetz noch über keine Schalt- beziehungsweise Schutzbereiche, bringt es gewichtige Vorteile, wenn selektionierte Trafostationen aus der Ferne geschaltet werden können: Ausfallzeiten lassen sich reduzieren, die Interventionszeiten des Pikettdiensts werden deutlich kürzer und die Kosten zur Behebung einer Störung lassen sich senken.

Um die Schalter in Trafostationen aus der Ferne zu betätigen, werden motorisierte Lasttrennschalter eingebaut. Je nach Lieferant kann die Motorisierung auch nachgerüstet werden. Neben dem Motor braucht es eine Steuereinheit, ein Fernwirkgerät und einen Erd-/Kurzschluss-Anzeiger, um Fehler gezielt zu lokalisieren. Da die Datenerhebung auf der Mittelspannungsseite erfolgt, sind die Wandler und Sensoren kostspieliger als bei einer Niederspannungsanlage. Auch hier gibt es verschiedene Lösungen, die nachgerüstet werden können. Damit die Ansteuerung auch bei einem Unterbruch

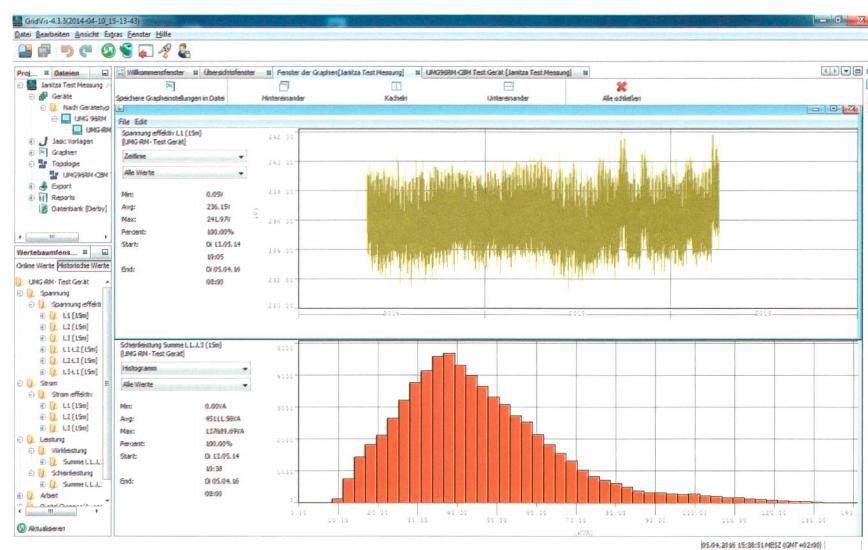


Bild 3 Mit dem Universalmessgerät in der Niederspannungs-Verteilung (NSV) kann der Lastgang des Transformators (Kategorie 2) ausgewertet werden.

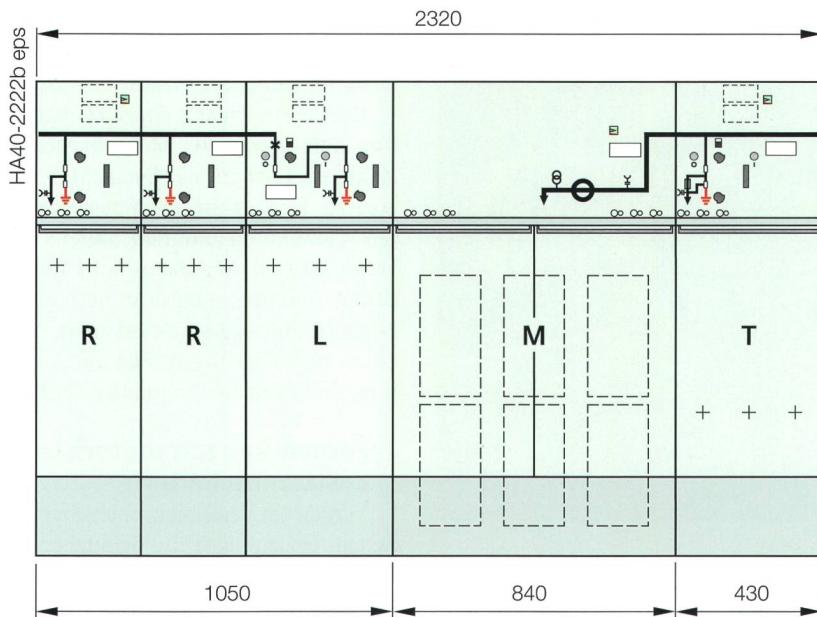


Bild 4 Mögliche MS-Schaltanlage von einer Übergabestelle mit Leistungsschalterabzweig, Feld L (Kategorie 4).

erfolgen kann, müssen eine unterbrechungsfreie Stromversorgung und eine zuverlässige Kommunikationseinbindung vorgesehen werden.

Bei der Fernwirkung muss die Kommunikation jederzeit verfügbar und absolut zuverlässig sein. Eine einfache Mobilfunknetz-Anbindung reicht nicht mehr aus. Unterstationen wurden bisher über Glasfasern vernetzt – bei der grossen Anzahl verteilter Trafostationen ist dies jedoch zu teuer. Alternativen sind Power Line Communication (PLC) oder ein eigenes Funknetz.

Kundenspezifische Ausstattungen

Ein Verteilnetzbetreiber hat in seinem Netz oft Übergabestellen zu Industriekunden, die zum Teil ein eigenes nachgelagertes Verteilnetz betreiben. Dafür ist in der Regel nicht der Verteilnetzbetreiber, sondern das Industrieunternehmen verantwortlich. Diese stehen unter steigendem Kostendruck und reizen ihre Anlagen immer mehr aus. Dadurch häufen sich Störungen. Solche Ausfälle im nachgelagerten Netz können zur Abschaltung vom gesamten Mittelspannungsabgang führen – außer dieser ist zusätzlich geschützt, zum Beispiel mit einer teilautomatisierten Trafostation.

Möchte ein Verteilnetzbetreiber vermeiden, dass Störungen von einem nachgelagerten Verteilnetz auf sein eigenes Netz übergreifen, muss das nachgelagerte Netz bei einem Erd- oder Kurzschluss ab-

geschaltet werden können. Anstelle von Lasttrennschaltern müssen deshalb Leistungsschalter mit dazugehöriger Schutztechnik installiert werden. So kann das fehlerbehaftete nachgelagerte Verteilnetz, wenn nötig, abgeschaltet und vom übrigen Verteilnetz entkoppelt werden. Da Industrienetze in der Regel ausschliesslich Kabelnetze sind, ist eine automatische Wiedereinschaltung nicht notwendig. Die Leistungsschalter sind kostengünstiger und es braucht keine Kommunikationsanbindung. Falls der Kunde eine Fernwirkung wünscht, kann diese beispielsweise zusammen mit motorisierten Leistungsschaltern realisiert werden.

Neben der Abschaltung im Fehlerfall kann der Betreiber die Übergabestellen bzw. die Trafostationen mit Power Quality (PQ)-Messgeräten zur Analyse ausrüsten. PQ-Messgeräte ermitteln nicht nur den Minimal- und Maximalwert der

Spannung, sondern analysieren das Signal auch auf Asymmetrien, harmonische Schwingungen oder Frequenzabweichungen. Je nachdem, wo der Industriekunde angeschlossen ist, kann die Messung auf der Mittelspannungs- oder Niederspannungsseite erfolgen. PQ-Messungen bringen allerdings ein grosses Datenvolumen, eine Übertragung in Echtzeit ist nicht realistisch. In der Regel reicht es aber aus, spezifische Datenpakete über einen gewissen Zeitraum zu verschicken.

Automatisierte Trafostationen

Neben den Übergabestellen zu Industrieanlagen sind Netzknoten und grosse DEA in Betrieb, die weitergehende Funktionen von einer Trafostation verlangen. Mit einem Netzknoten ist in diesem Zusammenhang eine Trafostation gemeint, bei der eine oder mehrere Leitungen abgehen. Eine Störung auf einer dieser Leitungen darf nicht zum Ausfall des gesamten Mittelspannungsabgangs führen. So mit gelten dieselben Bedingungen wie bei einer Übergabestelle. Weil in ländlichen Gebieten oft noch Freileitungen bestehen, muss eine automatische Wiedereinschaltung vorgesehen werden. Je nach Zykluszeiten sind dazu Leistungsschalter der höheren Klasse nötig. Solche Anlagen sind mit motorisierten Leistungsschaltern und dazugehöriger Schutztechnik ausgerüstet – sie werden als automatisierte respektive vollautomatisierte Trafostationen bezeichnet.

Diese Automatisierung wird auch bei DEA mit einer Anschlussleistung von mehr als 1 MVA verlangt, wobei die Wiedereinschaltung nicht zwingend ist. Im Vordergrund steht neben der Schutzauslösung die Einflussnahme auf die Einsspeiseleistung mittels Fernwirkung.

Bei der Fernwirkung ist die Kommunikationseinbindung eine grosse Herausforderung. Die CKW hat verschiedene Möglichkeiten geprüft und entschied sich

Résumé

Stations de transformation avec intelligence optimale

Réflexions et pistes de solutions pour la bonne dose d'intelligence

La pression croissante des coûts et l'augmentation du nombre d'unités de production décentralisées posent des exigences accrues au réseau de distribution. Outre les défis opérationnels, le dimensionnement et l'exploitation des installations deviennent eux aussi de plus en plus délicats. Afin de pouvoir exploiter les réseaux de distribution d'une manière efficace et stable, il est nécessaire de disposer d'installations intelligentes et de données d'exploitation fiables. Les stations de transformation s'y prêtent particulièrement bien, car elles constituent l'élément de liaison entre moyenne et basse tension. Il est néanmoins essentiel que l'intelligence ne soit utilisée qu'aux endroits où elle s'avère judicieuse. Ce n'est qu'avec cette différenciation qu'il est possible de mettre en œuvre des solutions avec un rapport coût-utilité optimal.

No

für eine Kommunikationseinbindung an das eigene digitale Funknetz. Dies bringt zahlreiche Vorteile: Die Abdeckung ist standortunabhängig und flächendeckend (mit wenigen Funklöchern), es gibt keine Abhängigkeiten von einem Provider und die Lösung ist deutlich günstiger als die nachträgliche Installation eines Glasfaser-Netzes. Ein Funknetz mit USV-Anlagen ist zudem auch bei einem Stromunterbruch verfügbar und erlaubt eine bidirektionale Datenübertragung in Echtzeit. Die CKW wird das eigene Funknetz deshalb weiter ausbauen.

Fazit

Die Technik bietet heute zahlreiche Möglichkeiten, um Trafostationen mit Intelligenz auszurüsten. Entscheidend ist jedoch, dass die Intelligenz nur dort eingesetzt wird, wo sie sinnvoll ist. Nur mit dieser Differenzierung ist es möglich, Lösungen mit einem optimalen Kosten-Nutzen-Verhältnis umzusetzen. Dies ist umso wichtiger, wenn man bedenkt, dass intelligente Trafostationen erst den Startpunkt der Netzintelligenz markieren. Die Netzreserven werden in naher Zukunft aufgebraucht sein; die

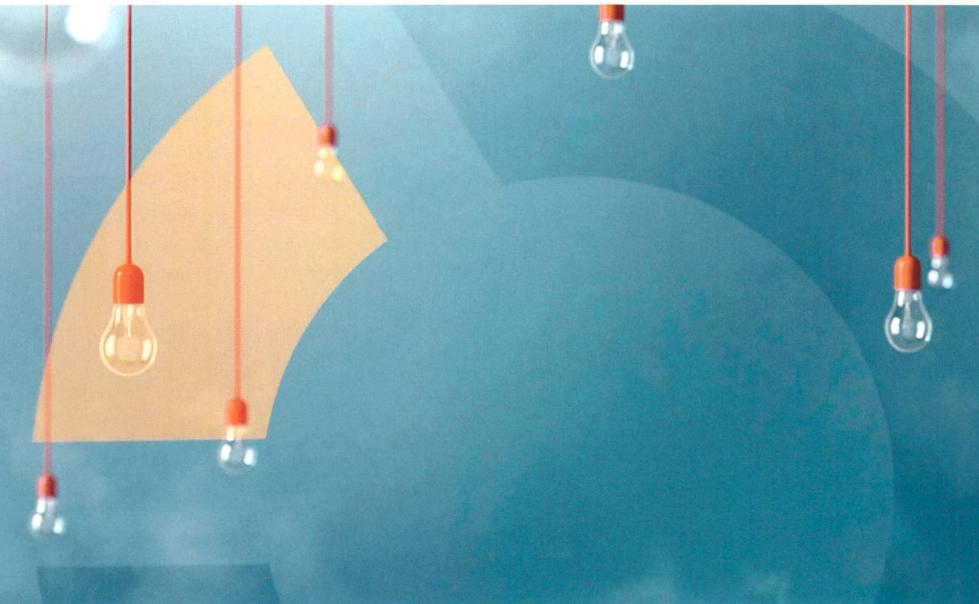
Stabilität der Netze wird immer schwieriger zu halten. In Zukunft wird es daher auch bei Niederspannungsabgängen, Verteilkabinen, speziellen Netzen sowie bei einzelnen Produzenten und Verbrauchern nötig sein, weitergehende Intelligenz einzubauen.

Autor

André Kübler, Leiter Asset Management Netze.
CKW AG, 6002 Luzern, andre.kuebler@ckw.ch

Der Artikel entstand in Zusammenarbeit mit Siemens Schweiz.
Kontakt Siemens Schweiz: Bruno Herzog, Leiter Account Management, bruno.herzog@siemens.com

Anzeige



mart Power Management – eines unserer echs flexiblen Leistungspakete

Smart Meter bis Smart Grid. Als attraktive Teil- oder Gesamtlösungen perfekt für die Bedürfnisse unserer Kunden zugeschnitten. Damit die sich aufs Kerngeschäft konzentrieren können. Für Energieversorgungsunternehmen ist unser **Smart Metering** ein echter Gewinn.

aben auch Sie Ihre IT und Energielogistik in die Hände von Profis! Als praxiserfahrene gineering-Partner begleiten wir Sie bis zur ausgereiften Smart-Grid-Lösung. fahren Sie mehr unter elog.ch oder rufen Sie uns an und vereinbaren Sie ein verbindliches Beratungsgespräch: 071 224 59 32

elog

Energielogistik AG – clever, smart, umfassend und persönlich

elog Energielogistik AG
Vadianstrasse 8
9001 St. Gallen
071 224 59 32
info@elog.ch
www.elog.ch