Mit 8800 Sensoren zum intelligenten Mehrgrössen-Regelungssystem

Autor(en): **Gürses, Gonca**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **104 (2013)**

Heft 9

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856523

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

TECHNOLOGIE **SMART METERING**

Mit 8800 Sensoren zum intelligenten Mehrgrössen-Regelungssystem

Ein Erfahrungsbericht aus der Praxis

Im Zuge der Energiestrategie 2050 stellen sich Energieversorgungsunternehmen (EVUs) Herausforderungen, insbesondere im Bereich der Spannungshaltung im Niederspannungsnetz. Um diese Problematik durch ein intelligentes Regelungssystem zu lösen, wird vermehrt auf die Sensorfunktion der smarten Zähler zurückgegriffen. Im thurgauischen Arbon konnte vergangenes Frühjahr ein automatisiertes Metering-System fertiggestellt werden.

Gonca Gürses

In den Medien und Fachzeitschriften wird seit einigen Jahren viel von «Smart Metern» und «Smart Grids» gesprochen. Vielfach werden heute aber sowohl regulatorisch als auch innerhalb von Verteilnetzbetreibern Synergien zwischen diesen beiden Welten noch nicht gelebt. Dabei wäre es volkswirtschaftlich sinnvoll, «Smart Meter» in die Lösungsarchitektur der heute bereits spürbaren Herausforderungen im Zusammenhang mit dezentraler Einspeisung von erneuerbaren Energieträgern miteinzubeziehen. Verteilnetzbetreiber, die in der Lage sind, über Abteilungsgrenzen hinweg intelligente Lösungen zu konstruieren, sind klar im Vorteil. So kann ein intelligenter Zähler nicht nur dem Zählerwesen Daten zuliefern, sondern auch dem Netzbetrieb und der Netzplanung. Primär geht es darum, die anstehenden Problemstellungen messtechnisch zu erfassen, um letztlich zielgerichtete Massnahmen ergreifen zu können.

Eines der derzeit markantesten Probleme im Niederspannungsnetz ist die Haltung des Spannungsbandes nach EN 50160: Durch die rein ergebnisorientierte Energieerzeugung mit regenerativen Energiequellen im Niederspannungsnetz und die damit einhergehende Umkehrung der Energieflussrichtung treten vor allem in ländlichen Gegenden deutlich grössere Schwankungsbreiten der Versorgungsspannung auf.

Die Netzbetreiber sehen sich schliesslich zu teuren Ausbaumassnahmen gezwungen, obwohl die Kapazitäten ihrer Betriebsmittel im Netz nicht ausgereizt sind.

Stand der Technik

Der heute bereits eingesetzte, dreistufig regelbare Ortsnetztransformator (RONT) FITformer von Siemens mit einer Nennleistung von 630 kVA, welcher im Herbst 2012 in Arbon ans Netz ging [1], kann unter Last unterbrechungsfrei ±4,76 % der Eingangsspannung stufen. Das Signal wird mittels Profibus in die SPS des Transformators eingelesen und führt somit innerhalb von typischerweise 150 ms zu einer Spannungsänderung. Hierbei ist zu beachten, dass die Messung aktuell am Transformator selbst erfolgt. In Zukunft sollte ein regelbarer Transformator das Spannungsniveau an entfernten Punkten mit Hilfe der Sensoren-Messwerte gewährleisten können. Zur Vermeidung von schnell aufeinanderfolgenden alternierenden Stufenstellungen werden im vorhandenen Regler Totzeiten hinterlegt.

$$T_1 = \begin{cases} 15\ \textit{Sekunden}, & |\Delta U| < 15\,\% \\ 5\ \textit{Sekunden}, & |\Delta U| \geq 15\,\% \end{cases}$$

$$K = \begin{cases} 1{,}0476, & \Delta U < 0 \\ 1, & \Delta U = 0 \\ 0{,}9524 & \Delta U < 0 \end{cases}$$

Wird festgestellt, dass die Spannungsabweichung zwischen Soll- und Istwert grösser ist als der definierte Schwellwert, steuert die vorhandene SPS den Umschaltvorgang des regelbaren Transformators so, dass eine unterbrechungsfreie Umstellung realisiert werden kann. Da der Transformator lediglich drei feste Anzapfungen besitzt, ist die Regelstrecke mit einem Dreipunktregler vergleichbar. Die hohe Stufenspannung von 4,76 % sorgt aber dafür, dass das Spannungsband trotz der geringen Stufenzahl in einem weiten Bereich eingehalten werden kann. Somit werden auch mit dieser geringen Stufenzahl alle praktisch auftretenden Netzsituationen beherrscht.

Siemens

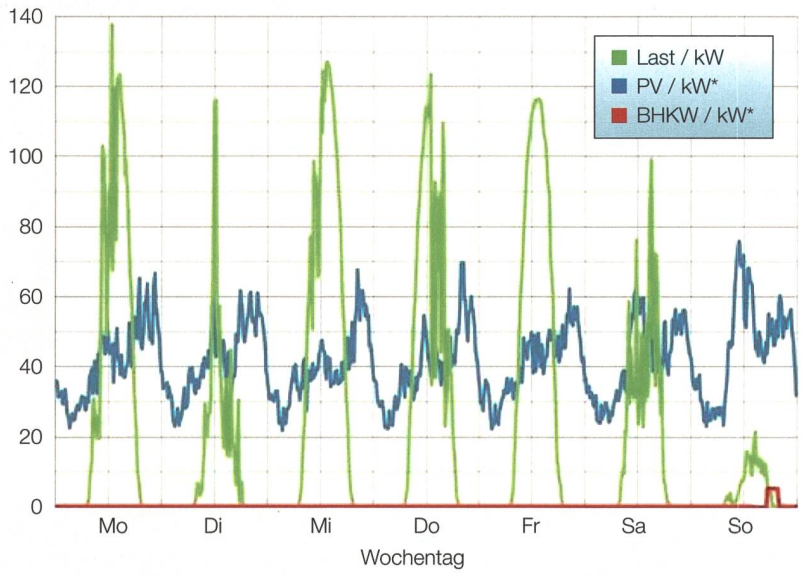


Bild 1 Typische Erzeuger- und Verbraucherkurven im Laufe einer Woche.

TECHNOLOGIE **SMART METERING**

Siemens

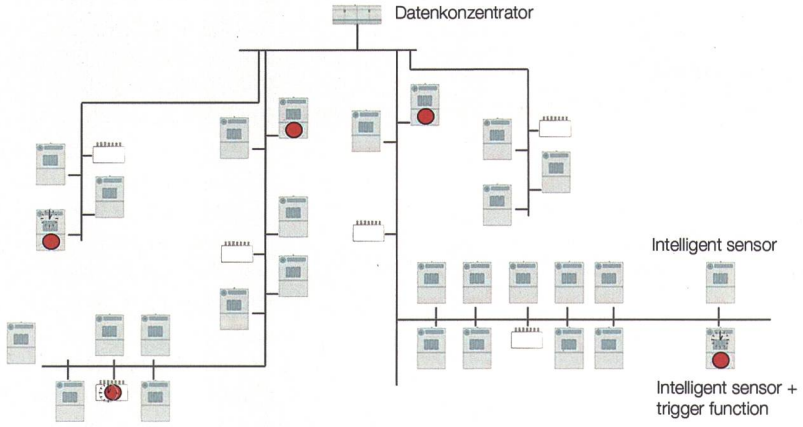


Bild 2 Kommunikationshierarchie mit vereinzelten Sensoren, die zur Überwachung kritischer Werte dienen.

Drehscheibe der intelligenten Ortsnetzstation

Die EVUs erstellen täglich Day-Ahead-Prognosen bezüglich des stetig schwankenden Energieverbrauchs. Durch Verifizierung im Niederspannungsnetz kann diese nun noch verfeinert werden; in naher Zukunft sollte auch eine Entscheidung zwischen Eigenverbrauch und Abgabe an das EVU eine Option sein.

Die Arbon Energie AG konnte im Frühjahr 2013 als schweizweit erstes Unternehmen in dieser Dimension flächendeckend ein automatisiertes Metering-System fertigstellen. Die Stadt Arbon im Kanton Thurgau ist mit über 8800 intelligenten Zählern und ca. 80 Datenkonzentratoren ausgestattet. Die sogenannten Sensoren sind in allen Haushalten installiert und kommunizieren über ein Kommunikationsprotokoll im Stromnetz (PLC). Neben den klassischen Aufgaben für das Zählerwesen (Energieverbrauchsdaten, 15-Minuten-Lastprofile, Einbindung von Spartenzählern etc.) baut das System auf einer vollwertigen Automatisierungslösung auf: So bringt ein Rollout von Smart Metering gleichzeitig Remote-Terminal-Unit-Funktionalität (RTU) in jede Ortsnetzstation.

Die Zähler sind darüber hinaus auch in der Lage, im Sekundentakt netzrelevante Daten zu speichern. Einmalig ist, dass die in «intelligente Ortsnetzstationen» übertragenen Daten dort phasenrichtig zugeordnet werden können, auch wenn zuvor eine beliebige Anordnung von L1, L2, L3 im Feld ausgebaut wurde.

Zum Schutz vor Störungen und zur Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit regelt die CENELEC-Norm EN 50065-1 die Kommunikation über Stromnetze. Der kontinuierliche Datenstrom wird daher auf dem DLC über das CENELEC-Band A (9-95 kHZ) ermöglicht.

Um einen Gesamtüberblick über das Netz zu erhalten, können die gewünschten Messwerte, wie zum Beispiel Spannungsmesswerte, über einen längeren Zeitraum – zum Beispiel einen Tag oder eine Woche – in den einzelnen Netzwerkabschnitten gesammelt und ausgewertet werden. So können in Zukunft Netzengpässe für jede einzelne Phase ermittelt und visualisiert werden. Auffällige Ereignisse im Netz werden durch gezielt ausgewählte Zähler, sogenannte Triggerzähler, beobachtet. Diese können das Übertragen und Speichern von Messwerten auslösen.

Voraussetzung für eine brauchbare Zuordnung der Messwerte ist die vorherige Synchronisation der Messpunkte. Dafür sorgt der Datenkonzentrator via PLC im Niederspannungsnetz. Die Gesamtheit aller von den Zählern – in ihrer Eigenschaft als Sensoren – ermittelten Daten können eine Momentaufnahme des Netzes zu einem bestimmten Zeitpunkt ergeben: den sogenannten «Power Snap Shot». So erhält der Verteilnetzbetreiber genaue Informationen über das Auftreten von kritischen Werten und kann gegebenenfalls Verbesserungsmassnahmen zielgerichtet einleiten. Teure Investitionen in den Leitungsbau nach dem Giesskannenprinzip gehören somit der Vergangenheit an.

Abgesehen von den zuvor genannten «Momentaufnahmen» bietet die eingesetzte Smart-Metering-Lösung von Siemens schon heute noch eine weitere Smart-Grid-Funktion an, die auf die Stufung eines regelbaren Ortsnetztransformators abzielt. Die sogenannte Express Grid Data Access (EGDA) ist in der Lage, Messwerte rasch zu einem Regler in die Ortsnetzstation zu übermitteln. Die Priorität der PLC-Kommunikation zwischen Zählerdaten und Messwerten kann dabei flexibel konfiguriert werden. Im Unterschied zu dem im RONT selbst eingebauten Regler, dem nur lokale Spannungen von der Sammelschiene in der Ortsnetzstation zugänglich sind, liefert EGDA zusätzliche Informationen aus dem Netz – speziell die Endpunkte der Feeder sind interessant –, und dem zum Einsatz kommenden externen Regler steht damit ein umfassenderes Bild der Netzsituation zur Verfügung. Dem regelbaren Transformator wird somit von extern eine Stufenstellung vorgegeben und er nimmt im Regelkreis die Rolle des Stellgliedes ein **(Bild 3)**.

Die Netztopologie ist in Arbon in der Form eines offenen Strangnetzes aufgebaut. Auf diese Weise kann im Fehlerfall in kürzester Zeit die Versorgung über ei-

Arbon Energie

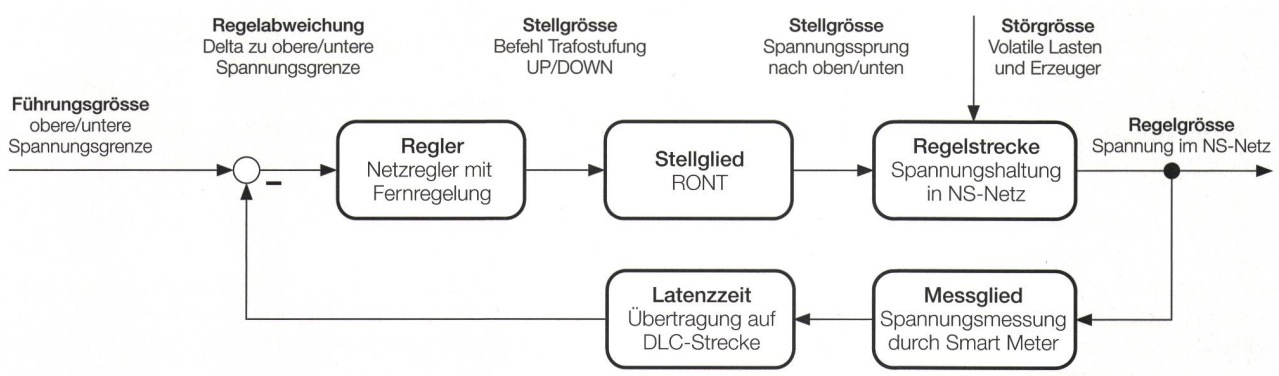
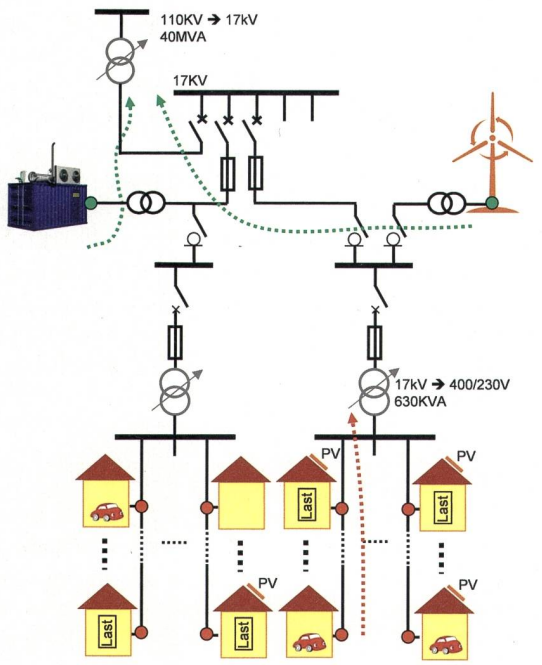


Bild 3 Schematische Darstellung des Regelkreises mit Spannungsmessung in Haushalten durch Smart Meter.

TECHNOLOGIE **SMART METERING**



Siemens

Bild 4 Metering-Punkte im Mittelspannungs- (grün) und Niederspannungsnetz (rot) an wichtigen Einspeise- und Verbrauchermodulen.

nen anderen Transformator gewährleistet werden. In diesem Netz wurde unter der Annahme, dass flächendeckend GKN-Kupferkabel mit 150, 95 und 25 mm² verlegt sind, am entferntesten Zähler ein maximaler Spannungsfall von 5,23 % ermittelt. Mit dieser Grundlage und punktuell eingesetzten Ortsnetztransformatoren, die unter Last zukünftig auch mit einer Vielzahl von Sensorwerten regeln können, kann zukünftig das Spannungsband-Problem gelöst werden.

Bedeutung für das Hoch- und Mittelspannungsnetz

Im Mittel- und Hochspannungsnetz übernimmt der 110/17-kV-Transformator im Allgemeinen die Spannungsregelung. Die Aufgabe des Verteilnetzes ist in diesem Szenario eine weitestgehende Ausregelung der Schwankungen, welche durch Einspeiser und Verbraucher entstehen. Das NS-Netz wird mittels RONT in die Lage einer zusätzlichen Spannungseinstellung versetzt, sodass das Potenzial zur Einspeisung regenerativer Energien in das Niederspannungsnetz drastisch erhöht werden kann, ohne die Kosten für einen Netzausbau tragen zu müssen. Ebenfalls werden dadurch Wechselwirkungen zwischen Mittelspannungs- und Niederspannungsnetz verringert.

Im Hinblick auf die Energiestrategie 2050 ist neben vermehrtem Bau von Wind-, Fotovoltaik-Anlagen oder Blockheizkraftwerken auch ein Trend zur Elektromobilität zu beobachten. Mit der Möglichkeit, Wechselrichter zu steuern, könnte eine noch komplexere Regelung entstehen, wodurch wiederum eine noch feinere Ausregelung der Netzspannung erfolgen könnte. Inwieweit dies aber benötigt wird und welchen Nutzen dies für die Zuverlässigkeit des Niederspannungsnetzes hat, muss in weiteren Forschungsprojekten untersucht werden.

Ausblick

Smart-Grid-Konzepte können rasch und effektiv umgesetzt werden, wenn Einzelkomponenten interdisziplinär genutzt werden, sie über Herstellergrenzen miteinander kommunizieren können, Investitionen in Smart-Grid-Lösungen vom Regulator auch anerkannt werden und ganz generell Planungssicherheit für EVUs gewährleistet ist. Um trotz laufend komplexer werdender Rahmenbedingungen auch in Zukunft ein stabiles Stromnetz garantieren zu können, sind innovative Ansätze gefragt. Wie zu sehen ist, hat die Zukunft diesbezüglich in Arbon bereits begonnen. Mit der flächendeckenden, intelligenten Zählertechnik ist bei der Arbon Energie AG die Rahmenbedingung für ein komplexes Mehrgrössenregelungssystem bereits heute gegeben. Innovative Netzkomponenten, die in Form von steuerbaren Wechselrichtern und regelbaren Ortsnetztransformatoren eine nahezu stufenlose Spannungsregelung ermöglichen, sind die zentralen Regeleinheiten, welche in Zukunft technisch optimiert und umgesetzt werden müssen. Der regelbare Transformator war für Arbon ein grosser Schritt auf dem noch langen Weg der Netzausbauplanung in der Schweiz, welcher durch die Energiestrategie 2050 notwendig ist.

Referenzen

[1] Vgl. hierzu Artikel «Potenzial von Ortsnetztransformatoren» in SEV VSE Bulletin 9/2012

Angaben zur Autorin

Gonca Gürses studiert an der RWTH Aachen Wirtschaftsingenieurwesen mit der Fachrichtung elektrischer Energietechnik. 2013 absolvierte sie ein Praktikum bei der Arbon Energie AG und war dort im Bereich Systemstudien tätig.

Arbon Energie AG, 9320 Arbon
gonca.guerses@rwth-aachen.de

Résumé

Vers un système de régulation multidimensionnel intelligent grâce à 8800 capteurs

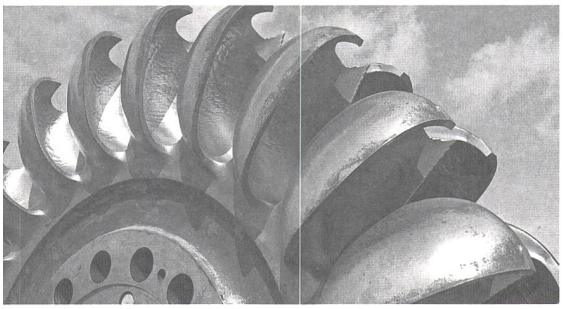
Rapport d'expériences pratiques

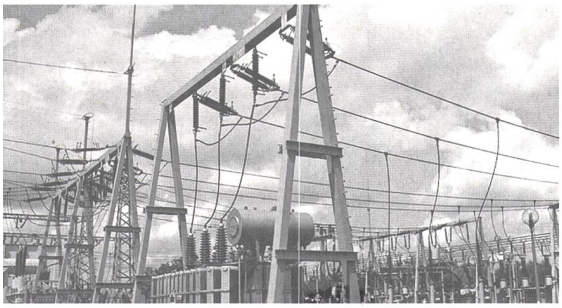
La nouvelle Stratégie énergétique 2050 pose de nouveaux défis aux entreprises d'approvisionnement énergétiques, notamment en ce qui concerne le maintien de la tension dans le réseau basse tension. Afin de résoudre ce problème par un système de régulation intelligent, les entreprises ont de plus en plus recours à la fonction « capteurs » des compteurs intelligents. Ces derniers permettent de saisir les situations problématiques grâce à la détection afin de prendre par la suite les mesures nécessaires.

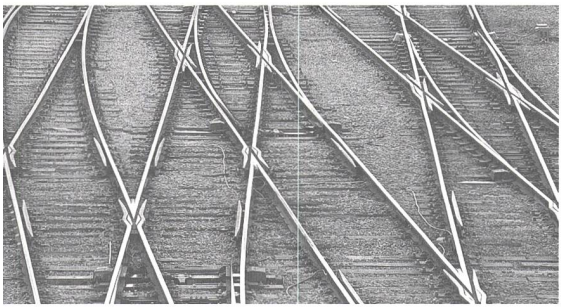
Arbon en Thurgovie a terminé au printemps 2013 l'installation du premier système de Metering automatisé et généralisé de cette dimension en Suisse. 8800 capteurs au total ont été installés dans tous les ménages et communiquent par le biais d'un protocole de communication dans le réseau électrique (PLC). A côté de tâches classiques de comptage, ce système vise une solution entièrement automatisée. Ainsi, les compteurs sont en mesure de saisir seconde après seconde les données importantes du réseau. Les valeurs de mesure souhaitées peuvent être rassemblées et évaluées par section de réseau. De cette manière, il sera à l'avenir possible de déterminer les congestions.

Grâce à sa technique de compteurs intelligents généralisés, Arbon Energie SA a fait un pas important en avant vers un système de régulation complexe multidimensionnel. Un des principaux défis de l'avenir est à présent de développer des composants du réseau novateurs qui permettent une régulation presque continue de la tension. Se

Lösungen zur sicheren Energieversorgung







Von der Konzeption über die Planung
bis hin zur Realisierung unterstützen wir Sie
bei Revisionen und Neuprojekten.

Bewährte Elemente verbunden mit
neuesten Technologien gewährleisten optimale
Nutzung aller Ressourcen und höchste Effizienz.

Kraftwerke • Unterwerke • Bahnstromanlagen

ESATEC

Energiesysteme und Anlagentechnik AG
Mühlentalstrasse 136 | CH-8201 Schaffhausen
Tel. +41 52 630 20 00 | Fax +41 52 630 20 10
www.esatec.ch

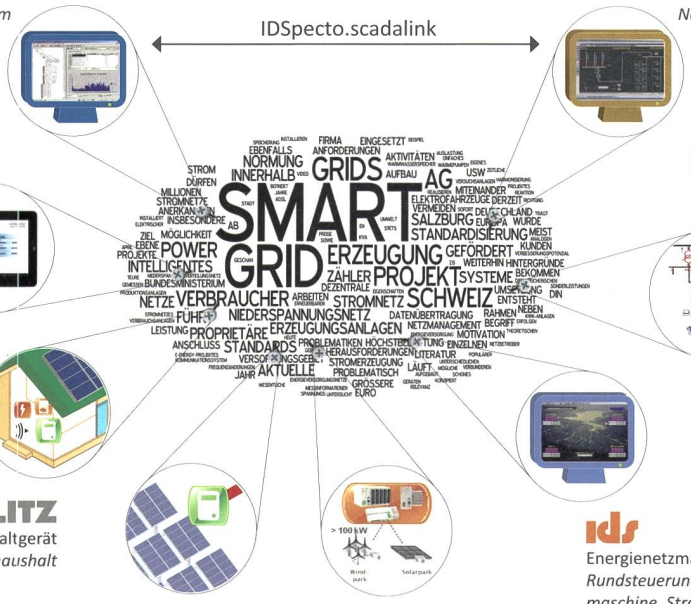
STRUKTURIERTE LÖSUNGEN FÜR DAS INTELLIGENTE NETZ.
ALLES AUS EINER HAND.

ids Gruppe

GÖRLITZ
Energiedatenmanagement
SMART METERING-System

GÖRLITZ
Inhouse-Anzeigen
Home-Anwendung

IDSpecto.scadalink



ids
Energienetzmanagement
Netzleittechnik & Rundsteuerung

ids
Steuerung / Fernwirktechnik
Verteilnetz

ids
Energienetzmanagement
Rundsteuerung für Boiler, Waschmaschine, Strassenbeleuchtung etc.

GÖRLITZ
SMART METER & Lastschaltgerät
Privathaushalt

GÖRLITZ
SMART METER & Steuerung
Erneuerbare Energieanlagen

ids
Steuerung / Fernwiktechnik
Erneuerbare Energieanlagen

ids
berg
caigos
Ep
GÖRLITZ
systema

Landesvertretung Schweiz
IDS Schweiz AG
Täfernstrasse 39
CH-5405 Baden-Dättwil
Telefon +41 (0)56 483 44 99
info@ids-schweiz-ag.ch
www.ids-schweiz-ag.ch

Landesvertretung Schweiz
GÖRLITZ Schweiz AG
Lorzenparkstrasse 2
CH-6330 Cham
Telefon +41 (0)41 720 12 50
info@goerlitz.ch
www.goerlitz.ch