IEC 61850 in einer 380-kV-Anlage

Autor(en): **Brand, Klaus-Peter / Reinhardt, Petra**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **96 (2005)**

Heft 19

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857852

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

IEC 61850 in einer 380-kV-Anlage

Schaltanlage Laufenburg normkonform automatisiert

Die Modernisierung von Schaltanlagen ist für Energieversorger wie auch für die Industrie in vielen Ländern eine aktuelle und wichtige Aufgabe. Die zum Einsatz kommende Lösung soll, wie auch bei Neuanlagen, für lange Zeit eine stabile und kostengünstige Stromversorgung ermöglichen. Mit der Fertigstellung der Norm IEC 61850 steht für die Automatisierung von Schaltanlagen eine zukunftssichere Kommunikationslösung bereit. Sie wurde bei der Modernisierung des im europäischen Verbundnetz wichtigen Knotens Laufenburg der EGL weltweit zum ersten Mal im Hochspannungsbereich eingesetzt. Damit stehen den Anwendern die Vorteile der jahrelangen Normentwicklung nun auch in der Praxis für alle Spannungsebenen zur Verfügung.

Energieversorger (EVU) wie auch die Industrie verlangten in den 90er-Jahren eine globale Norm für die Kommunikation in Schaltanlagen, um diese ohne kostspielige Protokollumsetzungen automatisieren zu können. Die IEC[1)] setzte deshalb 1995 im Technischen Komitee

Klaus-Peter Brand, Petra Reinhardt

TC 57 drei Arbeitsgruppen ein, die die Norm IEC 61850 erarbeiteten. Begleitend wurde die Norm schrittweise implementiert und durch Interoperabilitätstests gemeinsam mit anderen TC-57-Mitgliedern validiert. Die auf MMS, TCP/IP und Ethernet basierende Norm deckt alle Kommunikationsanforderungen in Schaltanlagen ab. Der Einfluss des Datenmodells und der Konfigurationssprache der Norm, der sogenannten SCL[2)], auf die Stationsautomatisierung reicht weit über die Kommunikation hinaus. Über die Grundlagen sowie das Potenzial der Norm IEC 61850 [1] wurde in dieser Zeitschrift bereits in zwei Beiträgen ausführlich berichtet ([2], [3]).

Die Vorteile von IEC 61850 lassen sich nicht nur bei Neuanlagen, sondern auch bei der Erneuerung der Sekundärtechnik einer Schaltanlage nutzen, sofern diese in einem Schritt erfolgt. Als Beispiel sei dafür das Unterwerk Winznauschachen in der Schweiz erwähnt. Hier wurde eine gesamte Mittelspannungsanlage (16 kV) durch eine IEC-61850-basierte Lösung ersetzt und im November 2004 in Betrieb genommen [4].

Eine besondere Herausforderung ist die Modernisierung von Hochspannungsschaltanlagen. Diese verlangt meist eine anspruchsvolle Systemintegration und Projektleitung, da oftmals aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen stufenweise Komponenten auf Feld- und Stationsebene ersetzt werden. Zur Minimierung von Betriebsunterbrüchen werden die Schaltfelder sequenziell modernisiert. Zudem werden fast immer Fremdgeräte integriert, zum Beispiel für den Zweitschutz. Das bedeutet, dass nicht nur Komponenten von mehreren Herstellern, sondern auch von mehreren Generationen mit und ohne IEC 61850 nebeneinander existieren und im Betrieb kooperieren müssen. Das erste Feld einer solchen Lösung ging im Dezember 2004 in der 380-kV-Schaltanlage Laufenburg in Betrieb. An diesem Projektbeispiel zeigt sich, dass die Norm IEC 61850 auch bei einer schrittweisen Modernisierung von Anfang an Vorteile bringt.

Schaltanlage Laufenburg wird modernisiert

Die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg (EGL) besitzt und betreibt einen bedeutenden Teil des 380/220-kV-Netzes der Schweiz. Ihre 1967 gebaute 380-kV-Schaltanlage Laufenburg ist ein wichtiger Knoten im europäischen Verbundnetz (Bild 1).

Nach fast 40-jährigem Betrieb soll die Primär- und Sekundärtechnik von sieben der 17 Felder innerhalb von zwei Jahren ersetzt werden. Die Konfiguration der

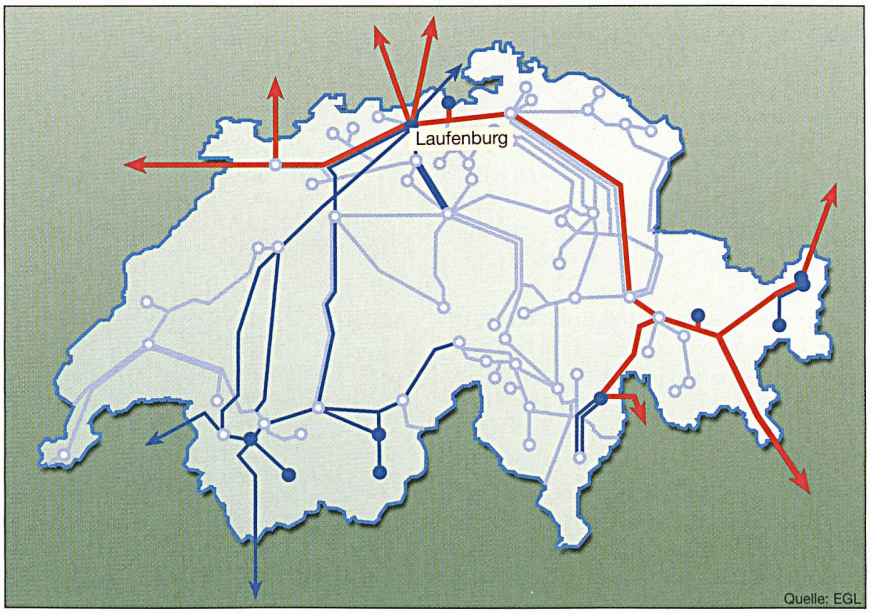

Bild 1 Laufenburg im europäischen Verbundnetz

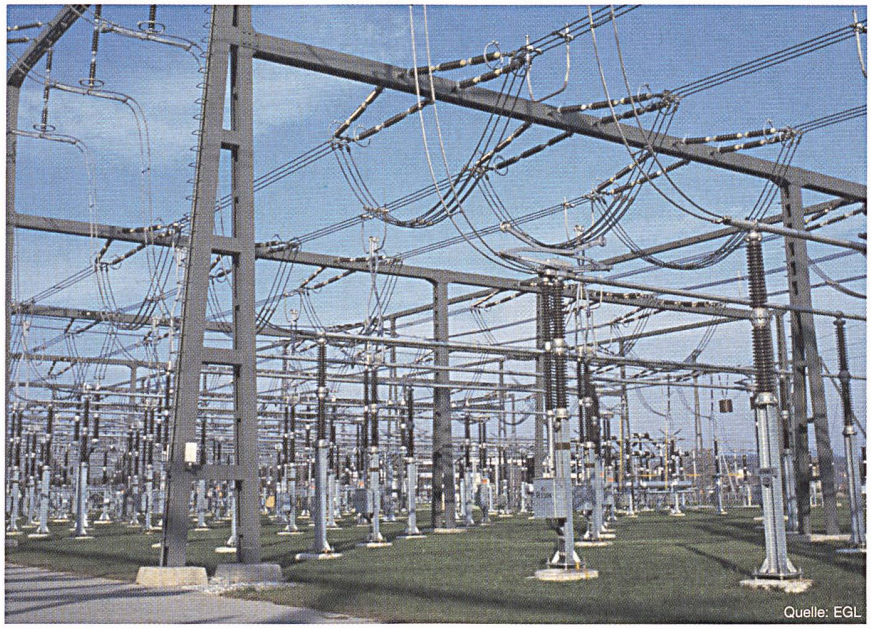

Bild 2 Die 380-kV-Schaltanlage Laufenburg der EGL

380-kV-Anlage besteht aus einer Dreifachsammelschiene mit Umgehungsschiene und mehreren Längsabschnitten (Bild 2).

Die zuverlässige Modernisierung von fünf Leitungsfeldern, einem Transformatorabgang und einem Kupplungsfeld sollte möglichst ohne Betriebsunterbruch durchgeführt werden. Ein zukunftssicheres Modernisierungskonzept war sowohl für die Schaltanlage als auch für das Schutz- und Automatisierungssystem erforderlich, damit diese den Anforderungen von heute und morgen bezüglich effizientem Betrieb, hoher Funktionalität und offener Integration gerecht werden. Das spezielle Problem der unterschiedlichen Lebenszyklen von Einrichtungen auf der Feld- und Stationsebene musste angegangen werden, zumal die Stationsebene beibehalten wurde. Damit und mit der schrittweisen Durchführung der Modernisierung war implizit ein gemischter Betrieb von alten und neuen Feldern gefordert. Die Schutzphilosophie für 380 kV verlangte die Integration eines Fremdgerätes als Zweitschutz.

Eine nachhaltige Migrationsstrategie sollte einen reibungslosen Übergang zur neuen Technologie sicherstellen; sie sollte die selektive Erneuerung von Komponenten nach betrieblichen und wirtschaftlichen Massgaben erlauben sowie die Wahlfreiheit bezüglich der Lieferanten für verschiedene Teile und Stufen des Projektes und zukünftige Erweiterungen ermöglichen.

Die Schlüsselfaktoren im Lieferantenprofil der EGL waren daher, nebst Erfahrung im Modernisierungsbereich, ein umfassendes Fachwissen über IEC 61850 – möglichst aus direktem Engagement im TC 57 – sowie ein Portefeuille an interoperablen Produkten, Systemen und Werkzeugen sowie ausgewiesene Systemintegrationsfähigkeiten.

Hybridschaltanlage, Steuerung und Schutz

Der Raum für die 380-kV-Schaltfelder war beschränkt. In einer kompakten Hybridlösung wurden die neuen gasisolierten Schaltfeldmodule (GIS) mittels Silikondurchführungen mit der bestehenden Sammelschiene der luftisolierten Schaltanlage (AIS) verbunden (siehe Bild 3). Nebst dem minimalen Platzbedarf bietet die gekapselte Lösung hohe Immunität gegenüber Umgebungsbedingungen. Sie wurde komplett vorgeprüft und innert kurzer Zeit installiert. Um die Modernisierung ohne Betriebsunterbruch durchzuführen, erfolgte sie schrittweise, in dreimonatigen Intervallen. Die neue Schaltanlage kann einfacher gewartet werden, da der Austausch eines kompletten Pols in weniger als 24 Stunden möglich ist. Das erste modernisierte Schaltfeld einschliesslich des zugehörigen Schutz- und Steuersystems befindet sich seit Dezember 2004 in Betrieb.

Bild 3 Neues 380-kV-Hybridschaltfeld

Um die Anforderungen nach einer zukunftssicheren Lösung zu erfüllen, wurde ein auf der Norm IEC 61850 [1] basierendes Stationsautomatisierungssystem gewählt. Jegliche unterbrechungsfreie Modernisierung, ob sie die primär- und sekundärtechnische Seite oder ausschliesslich den sekundärtechnischen Teil betrifft, erfordert ein schrittweises Vorgehen. In Laufenburg wurden die dreimonatigen Zeitintervalle durch den Ersatz der Schaltfelder vorgegeben.

Während der schrittweisen Modernisierung wurden neue Schutz- und Steuergeräte installiert. Mittels eines normkonformen Systemintegrationswerkzeuges wurden ausserdem die Schutzgeräte eines anderen Herstellers mit einer IEC-61850-Schnittstelle eingebunden.

Ein Ethernet-Ring als Stationsbus nach IEC 61850 dient der seriellen Kommunikation zwischen den Feldgeräten und zur bestehenden Stationsebene. Die Kopplung der Feld- und Stationsebene erfolgte über einen Protokollkonverter, der von IEC 61850 auf IEC 60870-5-101 umsetzt. Ein mit dem Ringbus direkt verbundener GPS-Empfänger synchronisiert die Zeit aller angeschlossenen Geräte, zum Beispiel zur Zeitstempelung der Ereignisse und Störschriebe. Zu deren Evaluation sowie zur Stationsüberwachung wurde zusätzlich ein Bedienplatz für einen Schutzingenieur mit dem Stationsbus verbunden.

Jedes Feld und die Stationsebene wurden über einen eigenen Ethernet-Switch angeschlossen (Bild 4). Eine wichtige Anforderung für Switches in Stationsautomatisierungssystemen ist neben der Unterstützung von Prioritäten für Telegramme, dass ihre Schaltanlagentauglichkeit der eines Schutzgerätes entspricht. Das gilt insbesondere auch für die DC-Speisung von der Stationsbatterie.

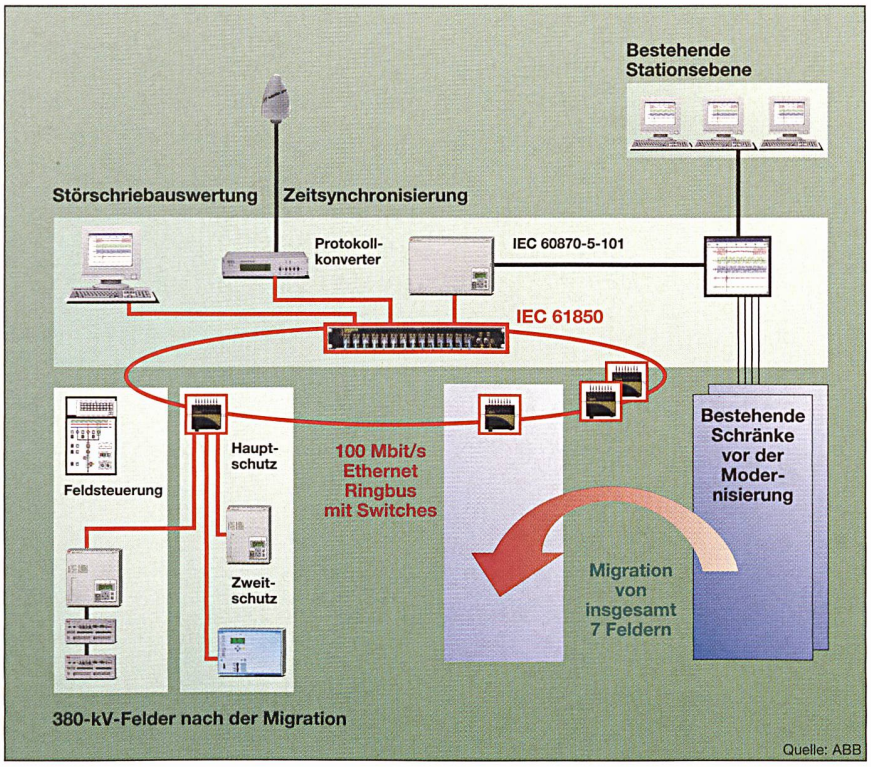

Bild 4 Die neue Systemkonfiguration

IEC 61850 bewährt sich

Bild 5 zeigt die neuen Schutz- und Steuerschränke, die schrittweise installiert wurden. Diese wurden über einen Protokollkonverter, der sowohl die Daten als auch die Dienste zwischen IEC 61850 und IEC 60870-5-101 umsetzt, an die bestehende Stationsebene und die Netzleittechnik angebunden. Zur Gewährleistung der Datenkonsistenz wurden die Felddaten mit dem SCL-basierten Werkzeug vorkonfiguriert, vorgeprüft und dann schrittweise im Konverter nachgeführt. Die stationsweite Verriegelung über parallele Drähte wird auf Kundenwunsch beibehalten. Es besteht jedoch die Möglichkeit, nach Abschluss der Modernisierung zur Nutzung der seriellen Kommunikation überzugehen.

Die Lösung kann auch auf die verbleibenden Felder in Laufenburg angewendet werden und ist offen für den nachträglichen Ersatz der Stationsebene durch eine IEC-61850-konforme Einrichtung. Die im Rahmen der Modernisierung eingeführte offene Kommunikation gemäss IEC 61850 erlaubt jederzeit Anlagenerweiterungen sowie die Integration neuer Funktionalität. Das beschriebene Migrationsszenario erwies sich als erfolgreich und kann für weitere Unterstationen der EGL eingesetzt werden.

Die Erfahrungen aus der beschriebenen und erfolgreich durchgeführten Migration lassen sich auch auf Modernisierungsfälle anderer EVUs anwenden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ausgangslage, das Ziel und der Zeitrahmen von der individuellen Situation der Schaltanlage abhängen. Wichtig ist, dass sich bei entsprechender Planung und Vorgehensweise wesentliche Vorteile von IEC 61850 von Anfang an nutzen lassen.

IEC 61850 im Überblick

- normierte, hierarchische Datenmodelle für alle Funktionen in der Schaltanlage
  - definiert und verpflichtend sind Namen und Bedeutung (Semantik) von Logischen Knoten, Daten und Attributen (Logical Nodes, Data, Attributes);
  - zur Benutzung verpflichtend, aber inhaltlich und namentlich nicht definiert sind die Logischen Geräte (Logical Devices) sowie die gesamte Anlagenkennzeichnung (Plant Designation).
- normierte Kommunikationsmechanismen (Dienste) sowohl zwischen Geräten (Peer-to-Peer) sowie mit Bedienplatz bzw. Netzleitschnittstelle (Client-Server)
  - nicht verpflichtend sind Dienste, die zur Funktionalität nicht unbedingt notwendig sind, wie z. B. die Substitution von fehlerhaften oder fehlenden Werten. Diese Dienste müssen aber im Funktionsumfang als unterstützt oder nicht unterstützt deklariert werden;
  - echtzeitfähige Kommunikation mit GOOSE (Generic Object Oriented System Events) und SV (Sampled Values, d.h. Abtastwerte).
- explizite Definition von Datensätzen (Data Sets), die automatisch ausgetauscht werden, d.h. für die Übertragung von Berichten, GOOSE- und SV-Telegrammen
- Benutzung eines 100 Mbit/s-Ethernets mit Prioritätsunterstützung und Switches
- Konfigurationssprache (Substation Configuration description Language SCL) zur vollständigen Beschreibung der Gerätefähigkeiten (Daten und Dienste), der Kommunikationsstruktur, der zu kommunizierenden Datensätze (Data Sets) und des einpoligen Anlagenschemas
- definierte Interoperabilität von Geräten und Prozedur zu deren Nachweis

Normkonforme Lösungen

Zur Verifikation der vollständigen Implementation von IEC 61850 über das gesamte Portefeuille hinweg hat ABB in der Schweiz ein Systemverifikationscenter (SVC) aufgebaut. Hier werden sämtliche Produkte, Systemkomponenten, Applikationen und Werkzeuge in einer realistischen Systemumgebung geprüft, um deren adäquate Funktion und Leistung – funktional und interaktiv – nachzuweisen. Komplette Schutz- und Stationsautomatisierungssysteme werden verifiziert, um sicherzustellen, dass sie die Anforderungen bezüglich Kommunikation, Integration, Funktionalität und Leistungsfähigkeit erfüllen. Im Rahmen einer Systemintegration wird auch die Verifikation der Normkonformität von Fremdprodukten angeboten.

Vorteile von IEC 61850

Die Nutzung von interoperablen Geräten und deren funktionalen Möglichkeiten sowie der freien Funktionszuordnung ermöglichen in Verbindung mit erprobten Applikationen die Erfüllung der Kundenanforderungen bezüglich Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit. Die Umsetzung anwenderspezifischer Betriebsphilosophien sowie die Erhöhung der Sicherheit und Effizienz des Systembetriebs werden ebenfalls unterstützt. Somit können optimierte Lösungen mit skalierbaren Sys-

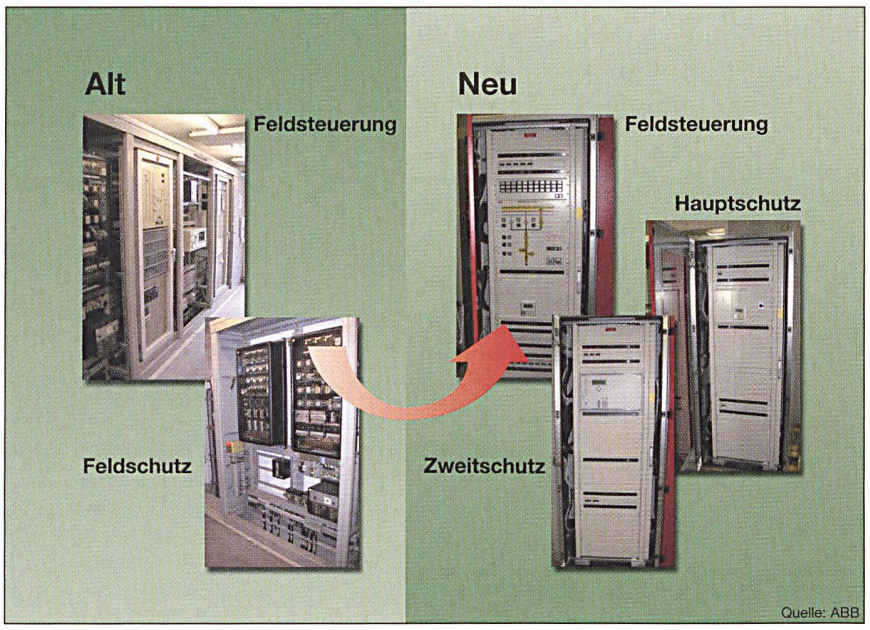

Bild 5 Die Migration von Feldsteuerung und -schutz

temarchitekturen für jede Art, Grösse und Topologie von Schaltanlagen angeboten werden.

Eine auf der normierten Sprache SCL basierte Werkzeugumgebung unterstützt sämtliche Projektphasen von der Planung bis zur Inbetriebsetzung und Wartung. Ausserdem garantiert sie dem Anwender verständliche und konsistente Daten in einem leistungsfähigen System. Die Wiederverwendbarkeit und Portierbarkeit der Engineeringdaten erleichtern die Systemerweiterung und auch Modernisierung. Somit werden das Systemmanagement über den gesamten Lebenszyklus hinweg optimal unterstützt und die Investitionen geschützt.

Der Einsatz gängiger Kommunikationstechnologie (Ethernet) erlaubt die auf Kundenwünsche abgestimmte Gestaltung und Skalierbarkeit des Kommunikationssystems, das gleichzeitig für technologische Fortschritte offen bleibt. Zudem bietet es durch seine Client-Server-Struktur den Anwendern gemäss ihrer Zugriffsberechtigung und unter Berücksichtigung der entsprechenden Sicherheitsaspekte den Datenzugang von überall her. Geeignete Kommunikationsmechanismen (Services) erlauben eine echtzeitfähige Kommunikation zwischen Geräten (peer-to-peer) zum Austausch von Blockier- und Freigabesignalen zur flexiblen Realisierung von Verriegelungs- und Schutzkonzepten.

Normkonform ausgeführte Systeme können jederzeit und einfach funktional erweitert werden. Sie sind zukunftssicher und offen für weitere Optimierungsmöglichkeiten wie die Nutzung nichtkonventioneller Wandler. Da IEC 61850 auf dem Weg ist, die Norm für die Kommunikation über die Schaltanlage hinaus zu werden, zum Beispiel für Netzleitzentren sowie Wind- und Wasserkraftwerke, sind die Systeme auch für weitere Integration offen.

Die Norm entwickelt sich weiter

Mit der Herausgabe von Teil 10 ist die Basisentwicklung der Norm abgeschlossen. Daher wurden die Arbeitsgruppen 11 (Stationsbus) und 12 (Prozessbus) aufgelöst. Deren Aktivitäten und Mitglieder wurden in die verbleibende Arbeitsgruppe 10 [5] integriert, die sich mit der Wartung der Norm beschäftigt. Die neu «Power System IED Communication and Associated Data Models» benannte Arbeitsgruppe soll auch die Konsistenz der Datenmodelle über alle Anwendungsbereiche hinweg gewährleisten.

Die Benutzung von IEC 61850 für Windkraftwerke wird im TC 88 definiert [6]. Auf die mögliche Nutzung der Norm für die Kommunikation zwischen Schaltanlagen und für die Kommunikation zwischen Schaltanlage und Netzleitsystem wurde in [3] bereits 2003 hingewiesen. Über die daraus entstandenen Anträge für eine Ergänzung der Norm wird bis September 2005 durch die Nationalkomitees der IEC abgestimmt werden.

Die WG 17 [7] beschäftigt sich bereits mit der Anwendung von IEC 61850 in Systemen zur verteilten Energieerzeugung und die WG 18 [8] mit der für Wasserkraftwerke. Des Weiteren definiert IEEE [9] derzeit Schutzparameter, die WG 11 des IEC SC17C [10] unter anderem Informationen zur Schalterüberwachung und Cigré B5 WG 11 [11] erarbeitet einen Bericht über die Einflüsse der Einführung der Norm auf EVUs.

Referenzen

[1] IEC 61850 Communication Networks and Systems in Substations, 14 Parts, 2003-2005 (http://www.iec.ch).
[2] K.P. Brand, W. Wimmer: Der Standard IEC 61850 – Offene Kommunikation in Schaltanlagen im deregulierten Strommarkt, *Bulletin SEV/VSE* 1/2002, 9–13.
[3] R. Baumann, K.P. Brand, Ch. Brunner, W. Wimmer: Der Standard IEC 61850 in Schaltanlagen als Kern einer durchgängigen Kommunikationslösung für den Netzbetreiber, *Bulletin SEV/VSE* 3/2003, 31–37.
[4] Patrick Hirter, Dieter Maurer: Erstes Stationsleitsystem nach IEC 61850 in Betrieb – Unterwerk Winznau Schachen nach neuer Kommunikationsnorm, *Bulletin SEV/VSE* 9/2005, 37–39.
[5] IEC TC 57 WG 10 – Power System IED Communication and Associated Data Models.
[6] IEC TC 88 PT (Project Team) 61400-25 – Communication Standard for Control and Monitoring of Wind Turbine Plants.
[7] IEC TC 57 WG 17 – Communications Systems for Distributed Energy Resources (DER).
[8] IEC TC 57 WG 18 – Hydroelectric Power Plants – Communication for Monitoring and Control.
[9] IEEE PSRC (Power System Relaying Committee), H5 – Common Format for IED Data, www.pes-psrc.org.
[10] IEC SC17C WG 11 – Communication Requirements of HV Switchgear Assemblies.
[11] Cigre SC B5 WG 11 – The Introduction of IEC 61850 and its Impact on Protection and Control within Substations.

Angaben zu den Autoren

Dr. Klaus-Peter Brand ist seit 1995 für ABB Power Technology Systems aktives Mitglied in der Arbeitsgruppe 10 des IEC TC 57, welche die Norm IEC 61850 entwickelte und nun pflegt. Er ist Editor und Co-Editor verschiedener Teile der Norm und heute aktiv als Experte und Editor in der Wartung und Erweiterung. Er arbeitet an der ABB University Switzerland als Lehrer unter anderem für IEC 61850 und als Berater bei der Implementation der Norm in ABB-Lösungen.
ABB Schweiz AG, Power Technology Systems, 5401 Baden, klaus-peter.brand@ch.abb.com

Petra Reinhardt arbeitet als Marketing Communication Manager bei ABB Schweiz AG im Bereich Power Technology Systems in Baden. Sie verfügt über mehrjährige Erfahrung im Bereich Stationsautomatisierung und Schutz und war sowohl in der Schweiz als auch in Südafrika als Verkaufsingenieurin und Key Account Manager tätig.
ABB Schweiz AG, Power Technology Systems, 5401 Baden, petra.reinhardt@ch.abb.com

[1] Internationale Elektrotechnische Kommission
[2] Substation Configuration description Language, basiert auf XML