



**Innovative Lösungen  
und Betriebsmittel  
für das Verteilnetz  
der Zukunft**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Kommunikationsinfrastruktur für innovative Betriebsmittel für die Migration zu einem Smart Grid



Abbildung 39: Nexans Switch, Roder Weg (Aachen West)

Der Ausbau von Energienetzen entwickelt sich sehr dynamisch. Man kann davon ausgehen, dass sowohl ein deutlich größeres Informationsvolumen im Netz verarbeitet werden als auch ein wesentlich umfangreicheres Datengerüst in den Leitebenen der Versorger notwendig sein wird.

Langfristig wird die Funktionalität der Netzstation deutlich zunehmen, was unmittelbar zu einer Vervielfachung des Kommunikationsaufkommens führen wird. Die bisherigen Standard-Ordnetzstationen, die über keine dedizierte Kommunikationsanbindung verfügen (bestenfalls wird mittels 2-Draht-Meldung in eine Station mit Fernwirkanbindung übertragen), werden durch intelligente Ordnetzstationen mit einer modernen Kommunikationsanbindung

und einer Vielzahl neuer Funktionen abgelöst. Im Rahmen des Verbundprojektes „Kommunikationsinfrastruktur für innovative Betriebsmittel für die Migration zu einem Smart Grid“ (kurz: Kommunikationsinfrastruktur) entwickelt und erprobt das Projektteam, in dem KISTERS, Nexans und die STAWAG zusammenarbeiten, neuartige Netzwerkkomponenten, IEC-61850-Server/-Clients und universelle Datenmodelle gemäß IEC 61850.



## Ziele

Ziel ist, neue Netzwerkkomponenten zu entwickeln und zu integrieren, die die neu entwickelten Datenmodelle unterstützen. Die neuartigen Datentypen erlauben es, die Kommunikation, die auf dem Standard IEC 61850 basiert, spartenübergreifend zu nutzen. Diesen Standard in Verbindung mit dem Datennetzwerk zu verwenden macht den innovativen Ansatz aus. Die neu entwickelten Komponenten können im realen Kommunikationsnetz der STAWAG integriert und einem praxisbezogenen Langzeittest unterzogen werden. Das Verbundprojekt „Kommunikationsinfrastruktur“ erlaubt eine für weitere Projekte offene Kommunikation und bildet eine flexible standardisierte Schnittstelle für die Integration weiterer Systeme. Im Rahmen des Projekts werden aktuelle Weiterentwick-

lungen des Standards einbezogen und angewandt. Die Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Projekt werden für die Weiterentwicklung der Industriepartner genutzt. Die Ergebnisse des Projektes werden im Rahmen nationaler und internationaler Konferenzen und Standardisierungsprozesse veröffentlicht.

Das Verbundprojekt Kommunikationsinfrastruktur wurde in mehrere Arbeitspakete gegliedert. Das erste Arbeitspaket betreute Nexans: Es umfasste die Hard- und Softwareentwicklung der aktiven Komponenten, die mit innovativen Kommunikationsschnittstellen gemäß IEC 61850 ausgestattet wurden. Die Firma KISTERS hat die Entwicklung des überarbeiteten Datenmodells übernommen, führte umfangreiche Analysen der aktuellen Entwicklung der Normierung im Bezug auf IEC 61850 und IEC 61968 Common Information Model (CIM) durch und entwickelte die Software des IEC-61850-Clients. Nach der Fertigstellung der Prototypen wurde in enger Zusammenarbeit der Projektpartner geprüft, inwieweit sich weitere Komponenten in die Testumgebung integrieren lassen.

In einem weiteren Teil des Projektes wird die Sicherheit und Verfügbarkeit des Netzwerkes betrachtet. Die Ergebnisse dieses Evaluierungsprozesses werden zur Härtung des Sicherheitsstandards innerhalb des Netzwerkes verwendet. Weiterhin entsteht ein allgemeingültiger Katalog mit Empfehlungen, wie die Sicherheit des Energieversorgungsnetzes gesteigert werden kann. In diesen Aktivitäten wird die STAWAG von Nexans unterstützt.

---

**Ziel ist, neue Netzwerkkomponenten zu entwickeln und zu integrieren, die die neu entwickelten Datenmodelle unterstützen.**

---

## Arbeiten

Im Rahmen des Verbundprojektes wurden die folgenden Arbeiten durchgeführt:

1. Erarbeitung des Modellierungskonzeptes
2. Analyse der Standardisierungsaktivitäten in den Bereichen IEC 61850 und IEC 61968 (CIM)
3. Implementierung des IEC-61850-Clients
4. Entwicklung der Netzwerkkomponenten mit IEC-61850-Funktionalität
5. Erprobung und Testaufbau
6. Überprüfung der Implementierung durch Zertifizierung
7. Erarbeitung der Sicherheitsrichtlinien für Netzwerkbetrieb

Die Norm IEC 61850 wurde in Zusammenarbeit mit Anwendern und Herstellern definiert und von der IEC verabschiedet. Das Ziel dieser Normungsaktivitäten ist es, die Schutztechnik, Steuerung von Schaltanlagen und Kommunikation auf eine einheitliche Basis zu stellen. IEC 61850 verwendet TCP/IP als Basisübertragungsprotokoll und hat sich als Kommunikationsstandard im Markt der Automatisierung und Energiewirtschaft weltweit etabliert. In vielen neuen Kraftwerken, Umspannwerken und Anlagen wird zunehmend bewusst der Standard IEC 61850 verwendet. Er wird mittlerweile von vielen Betreibern gefordert. Folglich müssen die Hersteller diesen Trend erkennen und diese Kommunikationsmechanismen künftig in ihre intelligenten Geräte, IEDs (Intelligent Electronic Device), implementieren. Um den vollautomatischen oder ferngesteuerten Betrieb der Anlagen zu gewährleisten, bedarf es robuster Kommunikationslösungen, insbesondere für betriebskritische Anwendungen.

Offene und standardisierte Schnittstellen bedeuten für den Netzbetreiber weniger Aufwand bei der Kopplung von Systemen verschiedener Hersteller und damit Investitionssicherheit bei Ersatzbeschaffung. Die Realisierungszeiten von Projekten, Investitions- und Betriebskosten lassen sich reduzieren. Dabei entfällt die Herstellerabhän-

gigkeit durch Mindestsinteroperabilität. Um die Daten zu übertragen, werden die Ethernet-Switches eingesetzt und als Bestandteil des genormten Netzwerks für den Datenaustausch der IED genormte Dienste und Informationen über das Netzwerk. Die Kommunikation erfolgt gemäß IEC 61850-8-1/-9-1/9-2.

Heute werden die aktiven Netzwerkkomponenten, Switches, als eigener separater Teil der Anlagen betrachtet, mit eigenen Servern und eigenem Management. Die Intelligenz- und Monitoringfunktionen der Netzwerkkomponenten werden unzureichend genutzt. Die weitreichenden Funktionen werden mittels SNMP (Simple Network Management Protocol)- oder OPC-Integration realisiert. Angebunden wird über eigene zum Teil proprietäre Systeme. Die Abbildung 40 zeigt eine typische Realisierung der Kommunikationsschnittstellen zwischen Netzwerkgeräten und Leitstelle. Dabei wird parallel zu einem bestehenden IEC-61850-Kommunikationskanal eine dedizierte Schicht für das Datennetzwerk-Management betrieben.

---

**Um den vollautomatischen oder ferngesteuerten Betrieb der Anlagen zu gewährleisten, bedarf es robuster Kommunikationslösungen, insbesondere für betriebskritische Anwendungen.**

---

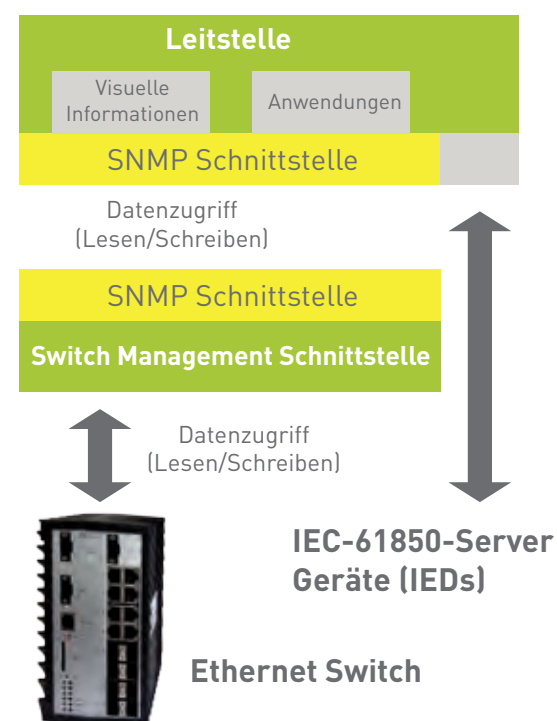


Abbildung 40: Integration der Netzwerkkomponenten mittels SNMP; Nexans

Die Projektaufgabe ist, eine herstellerunabhängige und zukunftssichere Schnittstelle für die Leitsysteme zu integrieren, welche die gleiche Systematik, die gleichen Mittel und die gleichen Mechanismen verwendet, wie es Mess- und Steuerungstechnik gemäß Standarddatenmodell bereits tun. Der wesentliche Punkt der Neuentwicklung ist die Implementierung der SCL (System Configuration Description Language)-Konfigurationsschnittstelle für das Systemmanagement. Diese Schnittstelle erlaubt es, die Stationsleittechnik nahtlos zu modellieren und nahtlos zu betreiben. Weiterhin ist es erforderlich, ein allgemeingültiges Datenmodell zu entwickeln für die Kommunikation zwischen Energieversorgungsinfrastruktur und neuen Typen von Kommunikationspartnern, deren Informationen im Rahmen der Weiterentwicklung der Versorgungsnetze relevant werden. SCL benutzt für die Systembeschreibung nur das Datenmodell, das in IEC 61850-7 definiert ist.

### Erarbeitung des Modellierungskonzeptes

Die geplante Umsetzung des Ziels, also die Implementierung der konventionellen Funktionalität und die Konfiguration von Switchen in SCL-Beschreibung, hat sich als machbar erwiesen. Als Basis für die Auswahl von Parametern für Datenobjekte diente die SNMP-Funktionalität der Switches. Die Vorschläge der Datenobjekte wurden anhand der SNMP-MIB-Variablen erstellt.

Zum Zwecke der Risikominimierung und der vertieften Evaluierung wurde bereits am Anfang des Projektes in Zusammenarbeit mit Experten vom TÜV SÜD AG ein zweitägiger Workshop zum Thema IEC-61850-Implementierung durchgeführt. An dem Workshop haben die Entwickler von Nexans und KISTERS teilgenommen. Das hat den Einblick in den Stand der Normierung, Marktentwicklung und Entwicklungsempfehlungen vertieft und die Projektarbeit beschleunigt.

Zur Kommunikation zwischen den Geräten müssen die abstrakten Datenmodelle und die Kommunikationsdienste mittels konkreter Protokolle so definiert werden, dass Informationen physikalisch ausgetauscht werden können. Die Datenmodelle werden hierarchisch, baumartig, definiert und aufgebaut. Die Modelle enthalten „logische Knoten“, „Datenobjekte“ und „Kontrollblöcke“, die auf die entsprechenden MMS(Manufacturing Message Specification)-Objekte abgebildet werden. Die gemäß IEC 61850-7-2/3/4 erforderlichen Kommunikationsdienste werden entsprechend auf die MMS-Dienste abgebildet.

Bei der Übertragung des Modellierungsansatzes wird der Switch als ein physisches Gerät in einem gemeinsamen logischen Knoten mit dazugehörigen Attributen beschrieben. Das Modell umfasst neben den generellen Geräten Informationen, Datensätze über Anschlüsse, allgemeine Statusinformationen und Alarme.

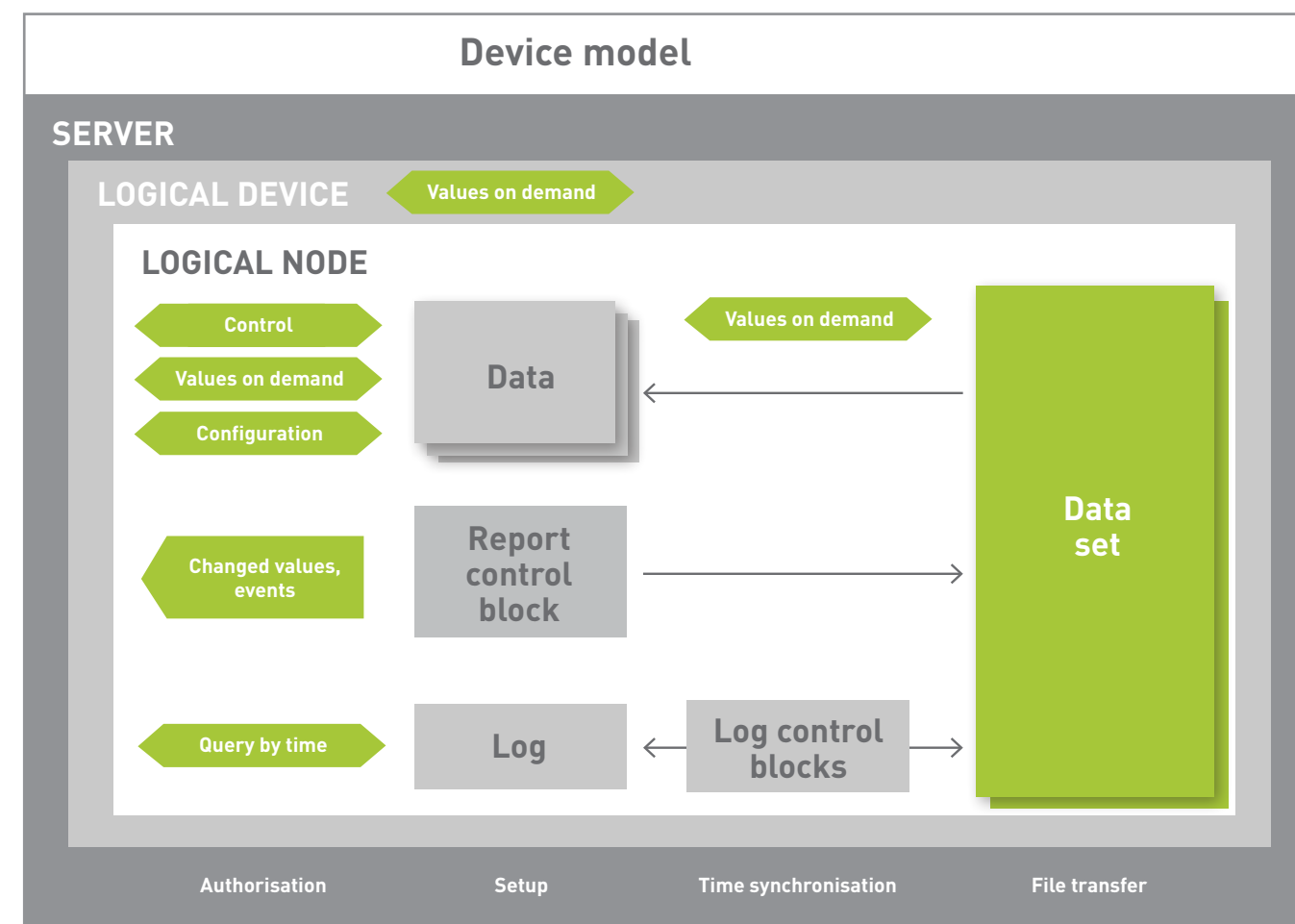


Abbildung 41: Prinzipielle Darstellung des Gerätemodells gemäß IEC 61850; Nexans

Bei dieser Modellierungsmethode werden industrielle Ethernet-Switches wie IEDs in eine ICD(IED Capability Description)-Konfigurationsdatei aufgenommen. Diese Datei enthält neben Konfigurationsparametern Informationen zu Kommunikationssystemen, Schaltanlagenstruktur und ihren Beziehungen. Zum Erstellen der Datei wird SCL verwendet. SCL nutzt die Struktur und die Grammatik-

regeln von XML (Extensible Markup Language). Diese Konfigurationsdatei wird beim System-Engineering in die übergreifende Systembeschreibung übernommen. Damit können Netzwerkkomponenten herstellerunabhängig und allgemein integriert werden.

### Analyse der Standardisierungsaktivitäten in den Bereichen IEC 61850 und IEC 61968 (CIM)

Die Standards IEC 61850 und IEC 61968 (CIM) verwenden unterschiedliche Elemente der Modellierung. Für die Analyse der Standardisierungsaktivitäten in den Bereichen beider Standards wurde die vorhandene Expertise im Bereich der CIM-Standardisierungen von OFFIS e. V., Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik, genutzt. Der Bericht „Analyse laufender Standardisierungsaktivitäten für Einspeiser, Speicher und beeinflussbare Lasten in den Bereichen IEC 61850 und CIM (IEC 61968)“ wurde von KISTERS bei der Gruppe Architektorentwicklung und Interoperabilität im F&E-Bereich Energie beauftragt. Der Bericht verweist auf eine grundsätzliche sehr heterogene Basis in Bezug auf Datenmodelle und ihre Anwendungsgebiete. So wird der CIM-Standard eher in höheren Kommunikationsebenen eingesetzt, um die objektbezogenen Daten in Energiedomänen zur Verfügung zu stellen. Der IEC-61850-Standard wird hingegen in den unteren Kommunikationsschichten eingesetzt, um Anlagensteuerung und einheitliche Kommunikation zu ermöglichen.

### Implementierung des IEC-61850-Clients

Die Kommunikation mit neuen Betriebsmitteln ließ sich im Rahmen dieses Projekts umsetzen, nicht jedoch wie erhofft mittels eines Plug-and-play-Mechanismus unter Verwendung von CIM-Datenmodellen. Der oben genannte Bericht von OFFIS hat nachgewiesen, dass die Normenwerke aus dem IEC-61850-Bereich und dem IEC-61968-Bereich noch zu unterschiedlich sind, um eine automatische Konvertierung der Datenmodelle als Voraussetzung für die Plug-and-play-Kommunikation auch nur annähernd zuzulassen. Daher wurde die Kommunikationsinfrastruktur leitsystemseitig mit den dortigen Bordmitteln konfiguriert und parametrisiert, damit die Kommunikation mit den IEC-61850-Betriebsmitteln in der geplanten Testinfrastruktur stattfinden konnte.

Implementiert wurde ein IEC-61850-Client für das Prozesskoppelsystem des KISTERS-Leitsystems ControlStar (UFEP = Universal Front End Processor) auf der Basis eines ausgewählten kommerziellen IEC-61850-Protokoll-Stacks. Zusätzlich zu den Nexans-Switches wurden

weitere IEC-61850-fähige Geräte angeschafft und mit getestet. Der ursprünglich dafür geplante Switch konnte erst im späteren Verlauf des Projektes für die Tests zur Verfügung gestellt werden.

### Entwicklung der Netzwerkkomponenten mit IEC-61850-Funktionalität

In der ersten Hälfte des Projektverlaufs entwickelte Nexans die Hardware der Switch-Prototypen. Dabei wurden mehrere Prototypen mit Grundfunktionalitäten unter Beachtung der Anforderungen an industrielle Netzwerkkomponenten im Bezug auf mechanische, EMV- und Umweltbedingungen fertiggestellt. Anschließend wurden die im Markt verfügbaren IEC-61850-Stacks nochmals vertieft evaluiert. Berücksichtigt wurden dabei die Erkenntnisse aus dem Workshop mit dem TÜV SÜD AG und eigene Recherchen. Vier IEC-61850-Stack-Anbieter wurden für die enge Vorauswahl betrachtet. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen entschied man sich für den Stack von Open Source Library.

Die Parameter wurden gemäß dem im Jahr 2013 veröffentlichten Technical Report, IEC 61850-90-4 TR Ed.1: Communication networks and systems for power utility automation - Part 90-4: Network engineering guidelines for substations Annex A IEC 61850 bridge object model modelliert. Die Liste mit den für den Switch relevanten Parametern wurde als Vorbereitung für die zu einem späteren Zeitpunkt stattfindende Zertifizierung erstellt.

### Erprobung und Testaufbau

Abschließend wurde die Infrastruktur in das Datenmodell-eingabesystem von ControlStar integriert. Dabei wurden die Nexans-Switches in das Datenmodell bei der Visualisierung und Steuerung übernommen. Die erste Validierung der Implementierungsergebnisse wurde in einer simulierten Umgebung durchgeführt, die aus 4 zu einem Ring geschalteten Switches bestand. Die Ringschaltung hat die im Energiesektor übliche redundante Netzwerkstruktur repräsentiert.

Die Definition und die Konzeption des Datenmodells für die Kommunikation von weiteren IEC-fähiger Geräte (Einspeisern, Speichern und beeinflussbaren Lasten) war auch im weiteren Verlauf des Projektes nicht möglich, da diese

Betriebsmittel im Netz der STAWAG noch nicht vorlagen, nicht per IEC 61850 ansprechbar waren oder nicht als Testobjekte für den Laborbetrieb zur Verfügung gestellt werden konnten.

### Überprüfung der Implementierung durch Zertifizierung

Weiterhin galt es, nachzuweisen, dass die Implementierung für die Netzwerk-Switches normkonform unter der Einhaltung von semantischen und Modellierungsregeln erfolgte. Für diesen Nachweis wurde das KEMA (DNV/GL) Zertifizierungslabor in den Niederlanden beauftragt, weltweit erste Tests für IEC 61850 Certificate Class A, bezogen auf Switches, durchzuführen. Die Zertifizierung der Serverfunktionalität wurde im Juli 2015 erfolgreich abgeschlossen.

### Erarbeitung der Sicherheitsrichtlinien für Netzwerkbetrieb

Die Tauglichkeit des innovativen Ansatzes für IKT war dadurch nachgewiesen, dass die Projektziele erreicht worden waren. Die Umsetzung ist dadurch gewährleistet, dass die Serverfunktion der Switches und die Clientfunktion in der Leitstelle integriert werden. Die Abbildung 42 zeigt die veränderte Struktur des Kommunikationskanals, die im Forschungsprojekt realisiert wurde und die mithilfe des integrierten IEC-61850-Clients und neu entwickelter Netzwerkkomponenten reibungslos funktioniert. Dabei wird deutlich, dass zusätzliche Protokolle und dazugehörige Technik komplett entfallen. Die Kommunikation zwischen Leitstelle und Netzwerkkomponenten wird vollständig vom Client übernommen. Die Leitstelle verwendet für alle innovativen Betriebsmittel im Netz eine einheitliche und standardisierte Schnittstelle. Neue Komponenten können problemlos, einfach und herstellerunabhängig mittels vordefinierter Datenmodelle integriert werden. Die normkonforme Implementierung und Funktion des Servers hat ein unabhängiges Testlabor durch Zertifizierung bestätigt.

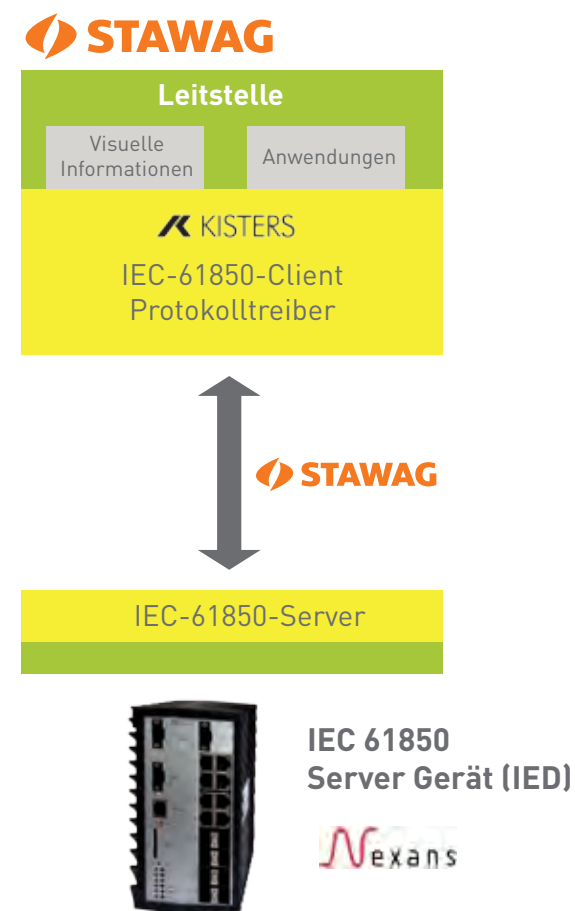


Abbildung 42: Integration der Netzwerkkomponenten mittels innovativer Schnittstellen; Nexans

Die Abbildung 43 zeigt einen möglichen Aufbau einer IKT-Infrastruktur, basierend auf redundanten LWL-Verbindungen. Eine solche Kommunikationsanbindung stellt eine optimale Datenverbindung im Bezug auf Bandbreite, Reichweite und Zukunftssicherheit dar. Allerdings erfordert eine solche Infrastruktur langfristige Investitionen, deren Kosten projektbezogen abgewogen werden müssten.

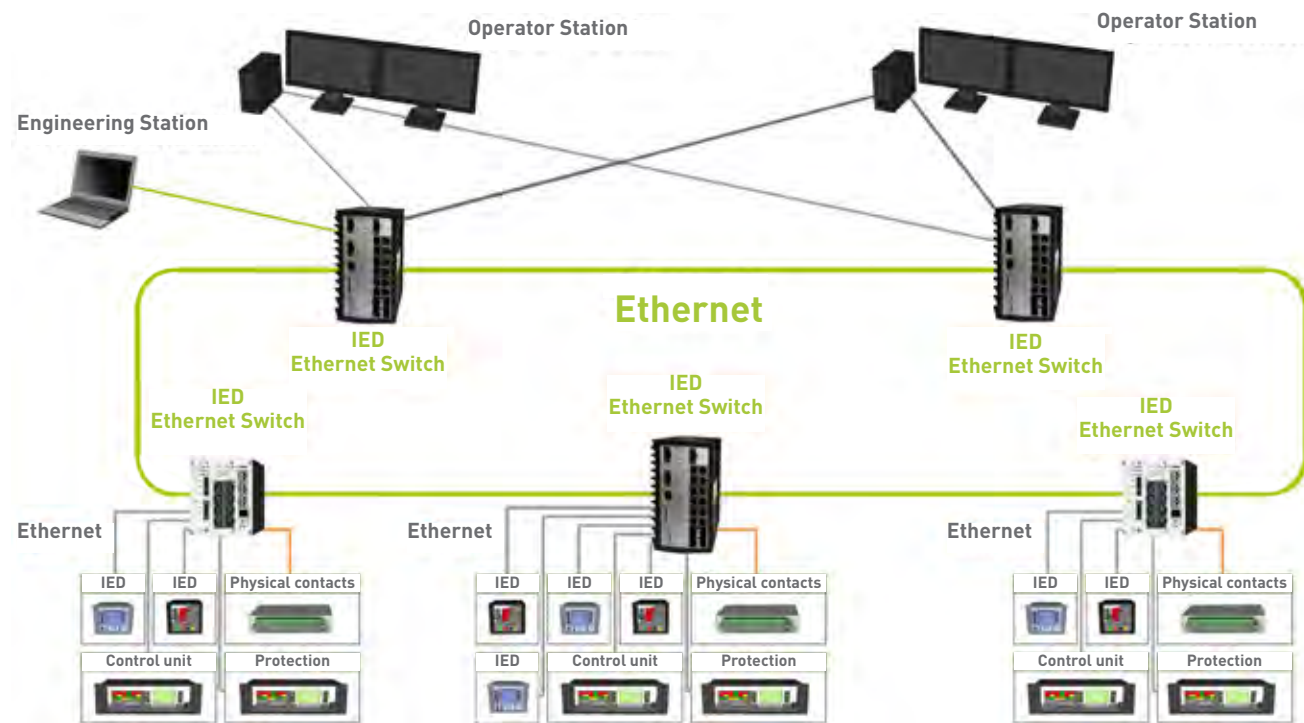


Abbildung 43: IKT-Infrastruktur, basierend auf redundanten LWL-Verbindungen (Glasfaserring); Nexans

Da die Stationen anderer Verbundprojekte allerdings nicht wie ursprünglich geplant alle in einem Gebiet liegen, sondern über das Stadtgebiet verteilt, ist die LWL-Anbindung nicht wirtschaftlich darstellbar. Auf der Suche nach Alternativen wurden auch andere Übertragungswege betrachtet: Funk über eigene, nicht öffentliche Frequenzbänder, öffentlicher Mobilfunk, Powerline und DSL. Aufgrund des innovativen Charakters dieser Komponenten muss untersucht werden, inwieweit diese eine wirtschaftliche, sichere und zuverlässige Möglichkeit bieten, die Stationen anzubinden. So wird zum Beispiel Funktechnik weiter eingesetzt, da sie insbesondere für die ländlichen Netzbereiche in der Eifel die einzige wirtschaftliche Lösung darstellt.

Für die kabelgebundene Verbindung wurde an den Verbindungen über Signalkabel im STAWAG-Netz exemplarisch DSL-Technik (VDSL2) ausprobiert. VDSL2 bietet hohen Datendurchsatz, kann aber aufgrund der langen Entfernung nicht immer eingesetzt werden. Die VDSL2-Modems sind für Strecken von bis zu 2 km entwickelt worden, die

tatsächlichen Strecken im Feld betragen aber bis zu 5 km und mehr. Die STAWAG verwendet für diese Strecken die bewährte SHDSL-Technik.

Die Untersuchungen der STAWAG haben gezeigt, dass Ortsnetzstationen grundsätzlich durchaus über IEC 61850 angebunden werden können. Aber dies ist heute deutlich aufwendiger und komplexer als die Anbindung über klassische Fernwirkprotokolle wie IEC 104, nicht zuletzt wegen der hohen Anforderungen an die Kommunikationstechnik. Darüber hinaus wurde untersucht, welche weiteren vorhandenen IEC-61850-fähigen Fernwirkkomponenten in die Netzleitstelle eingebunden werden können (bisher sind diese über klassische Fernwirkprotokolle wie IEC 104 integriert). Die Netzstation Schönauer Friede wird voraussichtlich als erste per IEC 61850 an das Netzleitsystem gekoppelt. Da diese Netzstation sämtliche Messwerte der umliegenden Stationen sammelt und konzentriert, ist damit indirekt ein voller Mittspannungshalbring über innovative Schnittstellen angebunden.

Im Rahmen des Teilprojekts wurde die Sicherheit der Switching-Technologie betrachtet und die Auswirkungen auf die Sicherheit des Gesamtsystems. Dabei wurde das Whitepaper des BDEW, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., das die grundlegenden Sicherheitsanforderungen für die Steuerungssysteme im EVU-Umfeld aufstellt, als Grundlage für den Fragenkatalog betrachtet und analysiert. Das Switch-Management wurde in Bezug auf die Sicherheitsanforderungen gemäß BDEW Whitepaper gehärtet ausgeführt und getestet.

Die Ergebnisse der Tests zeigen, dass der Switch bei aktiviertem Secure-Mode die für eine Netzwerkkomponente relevanten BDEW-Vorgaben erfüllt und daher geeignet ist, in einer Systemumgebung mit erhöhten Sicherheitsanforderungen eingesetzt zu werden. Nexans hat die Liste der empfohlenen sicheren Übertragungsprotokolle und entsprechenden Einstellungen im Management erstellt und hat die Erkenntnisse bei der Implementierung und Einbindung ins STAWAG-Netz berücksichtigt.

## Ergebnisse

In diesem Kapitel stellen wir die wesentlichen Ergebnisse des Projektes vor. Um die Integration unterschiedlicher IKT-Komponenten zu vereinfachen, wurden die einheitlichen Kommunikationsstandards gewählt. Die komfortablen Modellierungsansätze der neuen Standards, IEC 61850 und CIM, eröffnen Möglichkeiten herstellerunabhängiger Systemgestaltung in allen Phasen der Projekte: Engineering, Inbetriebnahme und Betrieb. Die Modellierungsansätze basieren auf allgemeingültigen, bereits standardisierten oder kurz vor Standardisierung stehenden Methoden.

### Schnittstellensteuerung der neu entwickelten Netzwerkkomponenten

Im Rahmen des Projektes wurden innovative IEC-61850-fähige Netzwerkkomponenten erfolgreich entwickelt, getestet und integriert. Die Abbildung 44 zeigt in der Übersicht eine Vielzahl an Parametern, die dem Anwender eine möglichst detaillierte und umfangreiche Datenbasis zur Verfügung stellt.

### IEC-61850-Variablen, bezogen auf die Anwendung

Über 160 einzelne Parameter wurden im Projekt als Umfang des Datenmodells ausgewählt und abgebildet. In Abbildung 45 sind einige Variablen und die Bedeutung einzelner Parameter aufgelistet.

In diesem Zusammenhang sind besonders die Variablen für I/O-Funktionen hervorzuheben. Die Anwendung dieser Variablen erlaubt das Mapping der Information über die einzelnen physikalischen Kontakte zum IEC-61850-Datenmodell. Diese Funktion ermöglicht es, eine einfache 2-Draht-Meldetechnik ohne weiteren Komponenteneinsatz direkt in die IEC-61850-Umgebung zu integrieren.



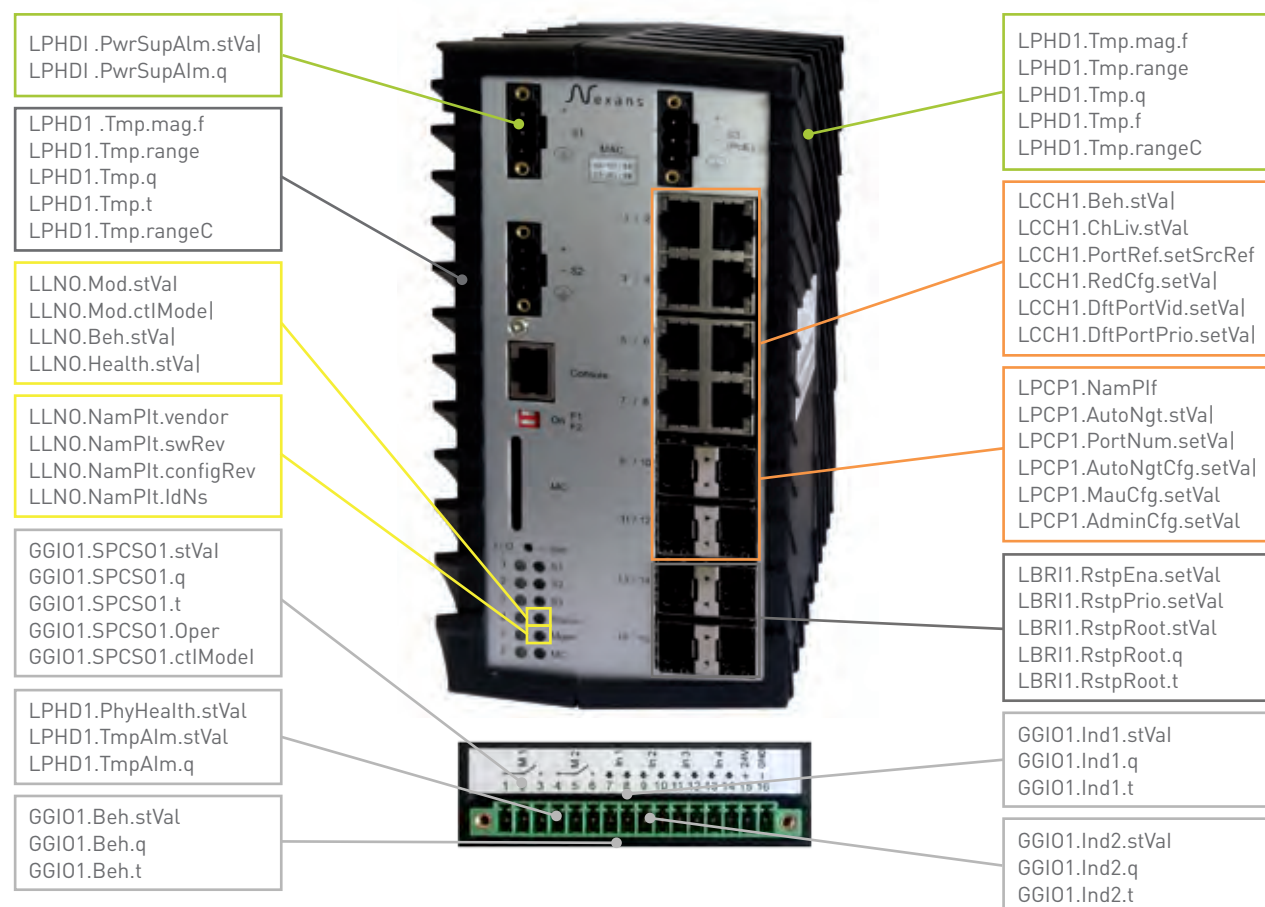


Abbildung 44: IEC-61850-Variablen, bezogen auf die Anwendung; Nexans

Variable name	Data type	Description	R/W/C
Logical device BRIDGE: LPHD1.Tmp.mag.f LPHD1.Tmp.q	MMS_STRUCTURE MMS_BIT_STRING	Bridge temperature measurement Quality of temperature measurement	R R
GGI01 – General purpose I/O GGI01.Beh.stVal GGI01.Beh.q GGI01.Beh.t GGI01.SPCS01.stVal LCCH1.DftPortVid.setVal LCCH1.DftPortPrio.setVal	MMS_INTEGER(8) MMS_BIT_STRING MMS.UTC_TIME MMS_BOOLEAN MMS_INTEGER MMS_INTEGER	LN state - always on always GOOD Digital output 1 - state VLAN – Default port VID VLAN – Default port priority	C C R R W W

Tabelle 45: IEC-61850-Variablen (Auszug)

Die erfolgreiche und normkonforme Implementierung der IEC-61850-Funktionalität hat ein unabhängiges Zertifizierungsunternehmen, KEMA, bestätigt.

### Weiterentwicklung und Erprobung der Plug-and-play-Kommunikation bei IEC-61850-Betriebsmitteln

Mithilfe der von den IEC-61850-Betriebsmitteln in Form von SCL-Dateien gelieferten Informationen sollte möglichst ein Datenmodell im Sinne des CIM aufgebaut werden. Dieses erzeugte CIM-Datenmodell sollte „plug and play“ in das KISTERS-Test-Leitsystem importiert werden. Dabei sollten vorhandene CIM-Standards untersucht und für die im Projekt verfügbaren EEG-Betriebsmittel Erweiterungsvorschläge für die Standardisierungsgremien erarbeitet werden.

Um den aktuellen Stand der CIM-Standardisierung für EEG-Betriebsmittel zu ermitteln, wurde gemeinsam mit der Gruppe Architekturentwicklung und Interoperabilität im F&E-Bereich Energie von OFFIS e. V., dem Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik, der Bericht „Analyse laufender Standardisierungsaktivitäten für Einspeiser, Speicher und beeinflussbare Lasten in den Bereichen IEC 61850 und CIM“ erzeugt. In dieser Analyse wurde ebenfalls geprüft, ob die automatische Transformation eines IEC-61850-Datenmodells in ein CIM-Datenmodell möglich ist.

Um auch die Plug-and-play-Idee weiterzuverfolgen, wurde ein Übersetzungstool für die Transformation der in den SCL-Dateien der IEC-61850-Betriebsmittel enthaltenen Informationen in ein proprietäres csv-Format implementiert, das dann vom KISTERS-Leitsystem eingelesen werden kann. Prinzipiell ist es im Sinne einer effizienteren Datenmodellierung im Leitsystem möglich und hilfreich, die Informationen aus den SCL-Dateien zu importieren.

Es galt, die Datenmodelle für die IEC-61850-Betriebsmittel im Netz der STAWAG zu analysieren. EEG-Betriebsmittel, die per IEC 61850 ansprechbar sind, standen zum Zeitpunkt der Tests im Netz der STAWAG nicht zur Verfügung, sodass die vorhandenen Switche von Nexans verwendet wurden.

Um auch die ursprünglich bezüglich EEG-Betriebsmitteln (also Einspeisern, Speichern und beeinflussbaren Lasten) angestrebten CIM-Erweiterungsvorschläge für die Standardisierungsgremien zu berücksichtigen, wurde – wiederum mit dem o. g. Institut OFFIS e. V. – die „Erstellung eines CIM-Profiles für das Management von EEG-Betriebsmitteln betreffend Einspeiser, Speicher und beeinflussbare Lasten“ durchgeführt, in dem die Anforderungen aus der Praxis zur Ansteuerung dieser Betriebsmittel mit den derzeitigen CIM-Möglichkeiten gekreuzt wurden.

### Umsetzung der Basisstruktur des integrierten Steuerungssystems und Prozessdatenankopplung (durch Implementierung der Ansteuerung von Betriebsmitteln durch das KISTERS-Leitsystem mittels IEC 61850)

Der IEC-61850-Treiber wurde unter Verwendung eines kommerziellen IEC-61850-Protokoll-Stacks vollständig in das Leitsystem implementiert und in Betrieb genommen. Als Testobjekt für die Entwicklung eines IEC-61850-Clients wurden Geräte mit einer IEC-61850-Server-Funktion erforderlich. Dafür wurde zunächst eine IEC-61850-fähige Fernwirksteuerung verwendet und später der vom Projektpartner Nexans um diese Funktion erweiterte Switch. Mithilfe der vorhandenen IEC-61850-Betriebsmittel wurde der IEC-61850-Client für das Leitsystem implementiert.

Modelliert wurden die IEC-61850-fähigen Betriebsmittel (intelligente Klemme und Nexans-Switch) im Leitsystem mit klassischen Methoden (objektorientierte Strukturierung), der Import aus SCL-Dateien wurde vorbereitet.

Angesteuert wurden die IEC-61850-fähigen Betriebsmittel über ein Testsystem, in dem mehrere zu einem Ring zusammenschaltete Nexans-Switches innerhalb des KISTERS-Leitsystems überwacht und gesteuert werden konnten.



## Zusammenfassung

Im Rahmen des von KISTERS, Nexans und der STAWAG bearbeiteten Projektes stand im Vordergrund, das Modellierungskonzept unter der Berücksichtigung der aktuellen Standardisierungsaktivitäten in den Bereichen IEC 61850 und CIM zu erarbeiten und die Client- und Serverfunktionalitäten zu entwickeln, zu implementieren und zu erproben. Abschließend wurde die standardkonforme Umsetzung überprüft: durch Zertifizierung, Testbetrieb und Erarbeitung der Sicherheitsrichtlinien mit Empfehlungen für den sicheren und alltagstauglichen Netzwerkbetrieb.

Im Rahmen dieser Arbeiten wurden umfangreiche Untersuchungen zum aktuellen Stand der Normierung durchgeführt und der Bericht „Analyse laufender Standardisierungsaktivitäten für Einspeiser, Speicher und beeinflussbare Lasten in den Bereichen IEC 61850 und CIM (IEC 61968)“ erstellt. Gemäß diesem Bericht ist eine automatische Transformation von Datenmodellen von IEC 61850 nach IEC 61968 erst dann möglich, wenn die Standardisierungsgremien für eine weitere Annäherung dieser Standards sorgen.

Mit dem Ziel der Entwicklung neuartiger IKT-Komponenten wurden Netzwerkkomponenten erarbeitet, die neben datentechnischen Schnittstellen auch die Konvertierung einfacher 2-Draht-Technik mittels I/O unterstützen. Der neu entwickelte Netzwerk-Switch unterstützt in vollem Umfang die Serverfunktion und darf für kritische Anwendungen mit einem hohen Sicherheitsanspruch angesetzt werden.

### Ergebnis der Kompatibilitätsstabilität der Standards

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Normenwerke aus dem IEC-61850-Bereich und dem IEC-61968-Bereich noch zu unterschiedlich sind, um eine automatische Konvertierung der Datenmodelle als Voraussetzung für die Plug-and-play-Kommunikation auch nur annähernd zuzulassen. Der Einsatz des IEC-61850-Standards mit SCL hat sich als besser geeignet für die Modellierung erwiesen, da er meist in den unteren Kommunikationsschichten für die Anlagensteuerung und für die einheitliche Kommunikation eingesetzt wird. Die Ergebnisse verifizieren die Tauglichkeit der entwickelten Lösungen, jedoch zeigt sich, dass der flächendeckende Einsatz der innovativen IKT in

topologisch bedingten Ausnahmefällen nicht wirtschaftlich ist. Die Kommunikationswege und -mittel hängen stark von den Begebenheiten vor Ort ab.

### Ausblick

Innovative IKT-Komponenten werden Informationsaustausch, Automatisierung und Integration innerhalb der Energiesysteme beschleunigen. Allerdings werden sich die Entwicklungs- und Investitionszyklen für Kommunikationssysteme erfahrungsgemäß verkürzen. Für die Anlagenbetreiber wird es wichtig sein, Einsatz und Integration von innovativen Mitteln durch Verwendung herstellerunabhängiger Modellierungsansätze zu ermöglichen und Investitionsschutz zu gewährleisten. Durch die Verwendung der IP-basierter Kommunikation entstehen neue Gefährdungen im Bezug auf die Sicherheit der Anlagen. Deswegen wird dem Thema Sicherheit im Bezug auf die Kommunikationsdienste eine besondere Bedeutung beigemessen. Neben der Datensicherheit werden dabei auch organisatorische Aspekte des Betriebs betrachtet. Spezielle Diagnose- und Monitoringfunktionen der neuen Mittel wurden im Rahmen des Projektes nicht untersucht. Diese Funktionalitäten könnten durch eine gezielte Integration in Wartungs- und Betriebsprozesse zur deutlichen Steigerung der Effektivität im Anlagenbetrieb, steigender Verfügbarkeit und Kostenreduzierung führen. An dieser Stelle können Hersteller Empfehlungen für eine relevante und geeignete Parametrierung erarbeiten.

## Dem Thema Sicherheit wird im Bezug auf die Kommunikationsdienste eine besondere Bedeutung beigemessen.

Abbildung 46: Fernwirkanlage mit Kommunikationsschnittstellen

