



Eine Anlagenprüfung mit StationScout.

# Funktionale Prüfung der Stationsleittechnik

**Prüfen als Systembestandteil** | Die Prüfung eines Stationsautomatisierungssystems (SAS) für ein Unterwerk und oder eine Schaltanlage mit seinen Automatisierungs-, Steuerungs- und Leittechnikfunktionen erfolgt heute meist manuell. Da Automatisierungssysteme immer komplexer werden, steigen damit auch laufend die Prüfaufwände.

CHRISTIAN BRAUNER

In Schaltanlagenprojekten muss im Rahmen der Werks- und Anlagenprüfungen der gesamte Signalumfang zwischen den Feldgeräten (Intelligent Electronic Device - IED) und der Primärtechnik geprüft werden.

Diese Prüfungen erfolgen üblicherweise so, dass jedes einzelne Signal geprüft und in ausgedruckten Signallisten, Funktionsdiagrammen und Schaltplänen per Hand «grün markiert» wird. Zum Prüfen der imple-

mentierten Logikfunktionen, wie z. B. der Befehlsverriegelungen, müssen viele Eingänge gleichzeitig gesetzt werden und die Logik muss durch Ausführen der entsprechenden Steuerbefehle verifiziert werden. Zum Prüfen der Signalübertragung zu den Leitstellen wird eine Ende-zu-Ende-Prüfung durchgeführt. Dazu werden die Signale direkt auf Betriebsmittelebene in der Schaltanlage oder durch Simulation an den Eingängen der IEDs, also so pro-

zessnah wie möglich, stimuliert. In der Regel sind zusätzliche Unterlagen erforderlich, beispielsweise eine Liste der Fernwirksignale und deren Adress- und Funktionszuordnungen.

Dieser Prozess, der vorzugsweise im Zuge der Werksabnahme vor der eigentlichen Montage durchgeführt wird, dauert bei einer typischen Schaltanlage mehrere Wochen und erfordert die Einbeziehung mehrerer erfahrener Leit- und Schutztechnikspezialisten.

Für die Systemprüfung im Werk sollte idealerweise das gesamte SAS mit einer Prozess- und Leitstellensimulation zur Verfügung stehen.

Meist sind aber nicht alle Komponenten des SAS im Werk verfügbar. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die IEDs als Teil der Schaltanlagenlieferung direkt an den Standort des Umspannwerks gesendet werden, ohne dass zuvor eine komplette Systemprüfung stattfindet.

Hier werden dann im Werk in der Regel nur die entsprechenden Typicals zusammen in einem reduzierten Systemaufbau geprüft, meist mit Einschränkungen im möglichem Funktionsumfang der Systemprüfung. In diesen Fällen muss die vollständige Prüfung vor Ort erfolgen, was sich auf den Aufwand und die Kosten auswirkt.

Erfahrungen aus der Praxis zeigen: Je vollständiger das System im Werk geprüft wird, desto weniger Probleme treten bei der Inbetriebnahme und bei der Abnahme auf und desto effizienter und reibungsloser läuft das Projekt.

Aber auch jede spätere Softwareaktualisierung und auch jede Änderung der Geräteeinstellungen machen zumindest eine erneute Prüfung der betroffenen Funktion und idealerweise sogar des gesamten Systems erforderlich. Erfolgt diese Prüfung manuell, ist der Prozess nicht effizient. Daher wird dringend eine stärker automatisierte und effizientere Systemprüfung gefordert. Eine solche Lösung, die auf dem SCD-Konzept basiert, das wiederum Teil der Norm IEC 61850 ist, ist heute bereits verfügbar.

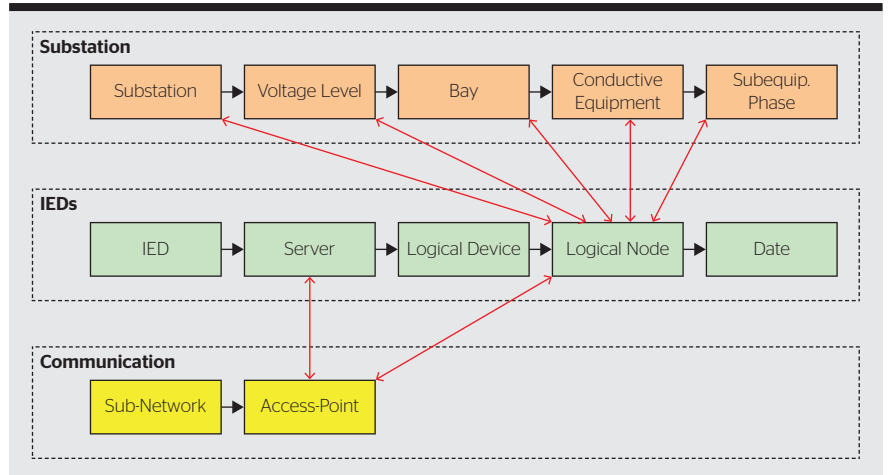


Bild 1 SCD-Inhalt.

### IEC 61850 und das SCD-Konzept

IEC 61850 ist die internationale Norm für die Automatisierung in der Energieversorgung und definiert neben Kommunikationsprotokollen auch die verwendeten Datenmodelle. [1] Zudem ist in der Norm auch ein allgemeines, herstellerunabhängiges Konfigurationskonzept definiert. In diesem Prozess werden maschinenlesbare Konfigurationsinformationen verwendet, die in einem XML-basierten standardisierten Format namens SCD (System Configuration Description) gespeichert sind.

### SCD-Inhalt

Die SCD in ihrer Gesamtheit ermöglicht die Beschreibung eines aus drei Grundbausteinen bestehenden Modells der Anlage:

- **Substation/Station:** Beschreibt das einpolige Schaltbild der Anlage, die

Primärtechnik und die Funktionen, d. h. wie ist z. B. der Leistungsschalter mit den virtuellen logischen Knoten im IED «verbunden».

- **IED:** Beschreibt alle Hardwaregeräte (IEDs), die im SAS verwendet werden. In diesem Teil wird das im IED implementierte Datenmodell einschließlich seiner logischen Geräte und logischen Knoten beschrieben.
- **Communication/Kommunikation:** Beschreibt die logisch möglichen Verbindungen zwischen den IEDs in Teilnetzwerken über Zugangspunkte (Kommunikationsports).

### Inhalt und Verwendung von SCD-Dateien

Die SCD-Datei ist das Resultat der Systemparametrierung gemäss IEC 61850. Sie wird nicht nur von Engineering-Werkzeugen und zu Dokumentations-

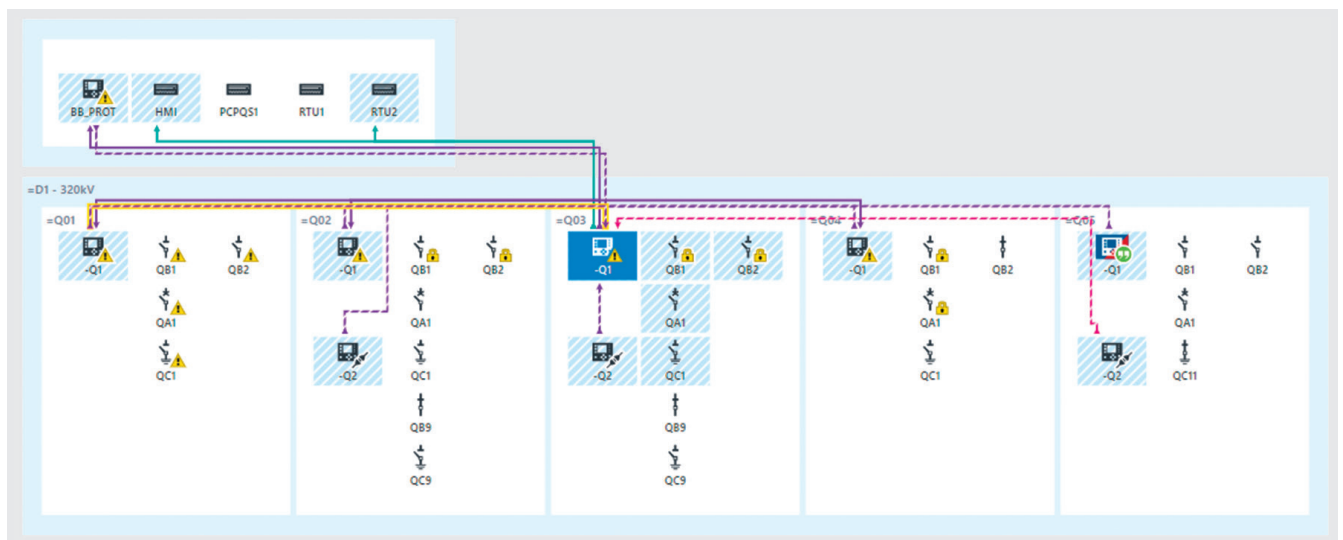
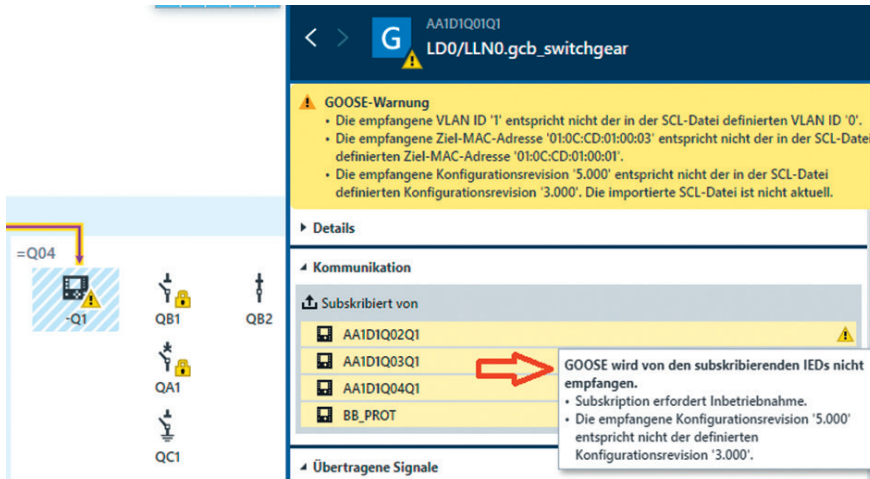


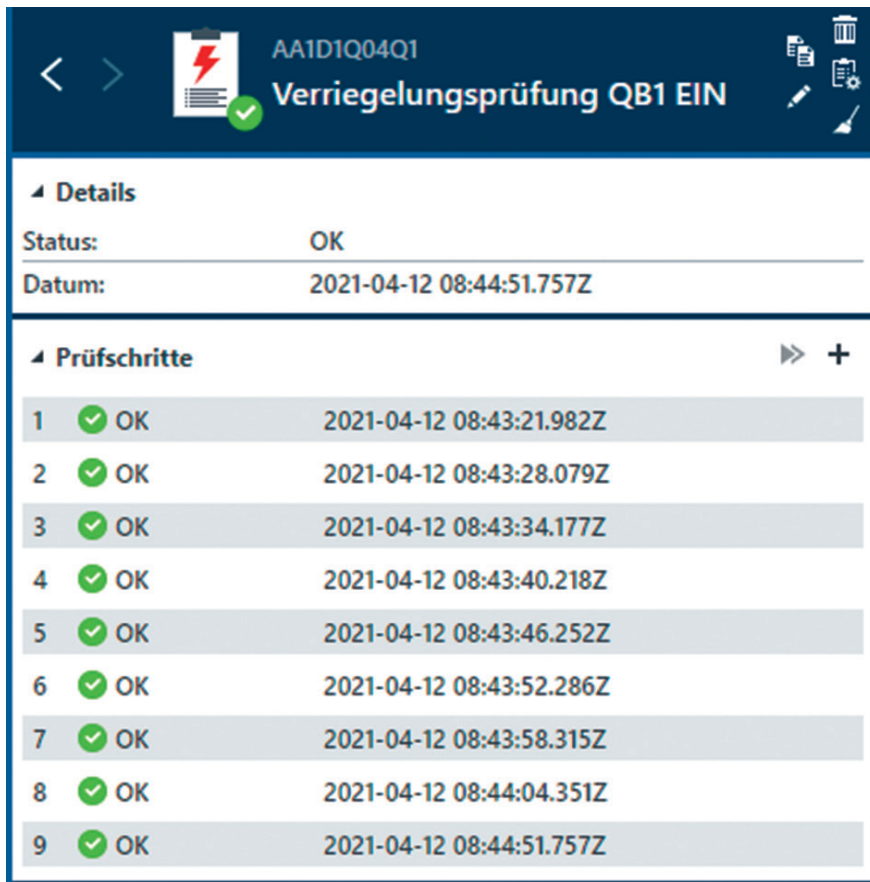
Bild 2 Beispiel SCD, in StationScout geladen.



**Bild 3** Prüfung von Goose-Publisher-Subscriber-Verbindungen.

Schalter	Stellung	Freigabe	Signal/Schritt	2	3	4	5	6	7	8	9
Q04 QA1	AUS	Q01.CILO.EnaCls	Q01.CILO.EnaCls	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH
Q04 QB2	AUS		Q04 QA1	EIN	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
Q05 QA1	EIN	Q05 QB1	Q05 QA1	AUS	AUS	AUS	EIN	AUS	EIN	EIN	AUS
Q05 QB1	EIN		Q05 QB2	AUS	AUS	AUS	EIN	EIN	AUS	EIN	AUS
Q05 QB2	EIN	Q05 QC11	Q05 QB2	AUS	AUS	AUS	EIN	EIN	EIN	AUS	AUS
Q05 QC11	AUS		Q05 QC11	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	EIN

**Bild 4** Verriegelungslogik und Definition der Prüfschritte in einer Tabelle.



**Bild 5** Ergebnisse der Verriegelungsprüfung nach automatischer Ausführung mit StationScout.

zwecken, sondern auch für die Anlagenprüfung verwendet. Prüfwerkzeuge helfen dabei, Prüfungen effizienter zu machen, indem sie die Informationen in der SCD-Datei für die Prüfung der Anlage verwenden.

Die Norm gibt zwar ein klares Konzept für den Engineeringprozess vor, sie enthält aber keinerlei Mindestanforderungen an den Inhalt der SCD-Datei. So ist beispielsweise die Bereitstellung von Topologieinformationen im Abschnitt «Substation» optional. Den Anlagenverantwortlichen wird daher dringend empfohlen, in die SAS-Spezifikationen, die für Projektausschreibungen und Serviceverträge verwendet werden, die Mindestanforderungen an die SCD-Datei aufzunehmen.

Je besser die Qualität und der Inhalt der SCD-Datei der Anlage ist, desto effizienter wird die Systemprüfung ablaufen. Eine vollständige SCD-Datei ist zudem bei späteren Erweiterungen der Anlage äusserst hilfreich.

### Prüfung eines SAS unter Verwendung der SCD-Datei

Die hier vorgestellte Methode erlaubt zusätzlich zum Prüfen und Simulieren einzelner IEDs die Prüfung des gesamten SAS. Die Prüfung basiert vollständig auf der SCD-Konfigurationsdatei. Durch Importieren der SCD-Datei kann das gesamte System visualisiert werden und alle in der SCD-Datei enthaltenen Informationen werden genutzt. Die Informationen im Abschnitt «Substation» werden verwendet, um die IEDs und die Schaltanlagenausrüstung in ihrer jeweiligen Spannungsebene grafisch zu visualisieren. Wie in Bild 2 zu sehen, wird das System in Anlehnung an das vertraute einpolige Schaltbild der Anlage dargestellt.

Das Werkzeug, das diese Methode verwendet, unterstützt sowohl die Überwachung und Fehlersuche als auch die Simulation des Systems. Während einer Prüfung hat das Prüfgerät Zugriff auf den Goose-Netzwerkverkehr und ist auch direkt mit den IEDs verbunden.

Einer der entscheidenden Faktoren für einen effizienten Ansatz ist die Möglichkeit, Prüfpläne zu erstellen. Es ist dadurch möglich, das Prüfverfahren zu dokumentieren und dieses während des gesamten Lebenszyklus des SAS wiederzuverwenden. Prüfsequenzen können automatisch ausgeführt und bewertet werden.

## SAS-Funktionsprüfung mit StationScout

StationScout ist eine innovative Prüflösung für alle auf IEC 61850 basierenden Anlagen, welche die oben beschriebenen erforderlichen Prüffunktionen bietet. Die Lösung vereinfacht Prüfungen des SAS und reduziert den Prüfaufwand erheblich. Es wird mit einer robusten und leistungsstarken Hardware geliefert, die es ermöglicht, viele IEDs mit IT-sicherer Verbindung zum SAS-Netzwerk gleichzeitig zu simulieren. Mit der Software wird die SCD-Datei der Anlage ohne zusätzlichen Konfigurationsaufwand visualisiert und einzelne Signale können dabei live verfolgt werden.

In den folgenden Abschnitten werden mehrere Anwendungsfälle aus der Praxis beschrieben, in denen die Prüflösung zur Fehlersuche und zur Prüfung des SAS eingesetzt wurde.

### Verifizierung der Kommunikationsverbindungen

Nachdem die SCD-Datei in die Prüflösung geladen wurde und Zugriff auf das Stationsnetzwerk besteht, können alle Kommunikationsverbindungen automatisch validiert werden.

Der Benutzer kann beispielsweise prüfen, welche Reports gerade aktiviert sind und ob die Report-Owner auch die in der SCD-Datei angegebenen Clients sind. Die Goose-Kommunikationsverbindungen werden automatisch nach verschiedenen Kriterien geprüft.

**Bild 3** zeigt ein Beispiel, bei dem die von einem IED publizierte Goose im Netzwerk geprüft wird und StationScout aufgrund einer Diskrepanz in der Konfigurationsrevision ein Problem bei einem der Empfänger feststellt. Das Problem wird dargestellt, indem die entsprechende Verbindung gelb hervorgehoben wird und Warnsymbole angezeigt werden.

## Prüfen von Verriegelungslogiken

Die meisten IEDs enthalten Steuerungs- und Automatisierungsfunktionen in Form von SPS-Logiken. Diese können automatisch geprüft werden, indem die Eingänge der Logikfunktionen entweder über IED-Simulation oder mittels Hardware-Simulator simuliert und die Ergebnisse der Logikberechnungen mit der Prüflösung ausgewertet werden. Ein Anwendungsbeispiel ist die Verwendung der Logiken für Verriegelungsschemas (**Bild 4**), um den ordnungsgemässen Betrieb von Trenn- und Erdungsschaltern sicherzustellen. Zur Darstellung des Ergebnisses von Verriegelungslogikbedingungen definiert die IEC 61850 den Status der Freigabe im logischen Knoten «CILO». Zu Prüfzwecken können einige oder idealerweise alle möglichen Eingabekombinationen vorgegeben werden, wobei zur Auswertung der Logik automatisch die CILO-Statuswerte eingelesen und verifiziert werden (**Bild 5**).

### Prüfen der Fernwirk-Gateways und der Nahbedienstation im UW

Fernwirk-Gateways und die lokale Nahbedienstation kommunizieren gewöhnlich mit fast allen IEDs im System – hauptsächlich über sog. Reports, aber auch über Goose und umfassen oft den gesamten Datenumfang an Signalen, der in der Schaltanlage erzeugt wird. In der Regel müssen daher pro Anlage mehrere Tausend Signale geprüft werden. Bei der Inbetriebnahme werden zumindest die wichtigsten Signale über die gesamte Übertragungsstrecke hinweg geprüft, wobei das Signal in der Schaltanlage so prozessnah wie möglich stimuliert wird. Alle anderen Signale können durch StationScout simuliert werden. Zur Beschleunigung der Prüfung bietet StationScout die Möglichkeit, einen Prüfplan zu erstellen, der die Simulation aller IEDs und Signale der

Anlage vorsieht. So wird überprüft, ob die Gateways korrekt konfiguriert sind.

Fernwirk-Gateways, HMIs und IEDs erhalten während ihrer Lebenszeit im Allgemeinen mehrere Firmwareaktualisierungen und Sicherheitspatches. Nach einer Aktualisierung können die Geräte ganz einfach neu geprüft werden («Sanity Check»), indem der für das betreffende Gerät bereits erstellte Prüfplan ausgeführt wird, bevor das Gerät wieder in Betrieb geht. Solche Prüfungen können in der Anlage stattfinden, wobei alle anderen IEDs durch die Prüflösung simuliert werden, ohne dass der Betrieb der Anlage beeinträchtigt wird.

Ein weiterer häufiger Anwendungsfall betrifft die Erweiterung einer vorhandenen Schaltanlage um zusätzliche Felder wie unter [2] beschrieben.

### Fazit

Im Artikel wurde ein innovativer Prüfansatz für das Prüfen eines Schaltanlagenautomatisierungssystems auf Grundlage der Informationen in der SCD-Datei vorgestellt. Es ist jetzt möglich, Prüfpläne zu erstellen, um die bisher zeitaufwendigen Prüf- und Dokumentationsabläufe zu automatisieren. Automatisierte Prüfpläne ermöglichen auch schnelle Wiederholungsprüfungen nach dem Installieren der heute recht häufigen Sicherheitspatches und Firmwareaktualisierungen. Das Prüfen wird damit zu einem integralen Bestandteil des Systems und unterstützt in Zukunft auch die permanente Funktionsüberwachung der Anlage im Betrieb.

### Referenzen

- [1] IEC 61850-1 Ed. 2: 2013 Communication networks and systems for power utility automation - Part 1: Introduction and overview.
- [2] Christian Brauner, «Stationsleittechnik im Betrieb erweitern», Bulletin SEV/VSE 5/2020, S. 50.

### Autor

**Christian Brauner** ist Mitarbeiter im Team Power Utility Communication von Omnicron Electronics GmbH.  
→ Omnicron Electronics GmbH, AT-6833 Klaus  
→ christian.brauner@omnicronenergy.com