

# Funktionale Prüfung der Stationsleittechnik

Autor(en): **Brauner, Christian**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **112 (2021)**

Heft 5

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-977567>

## **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.



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.

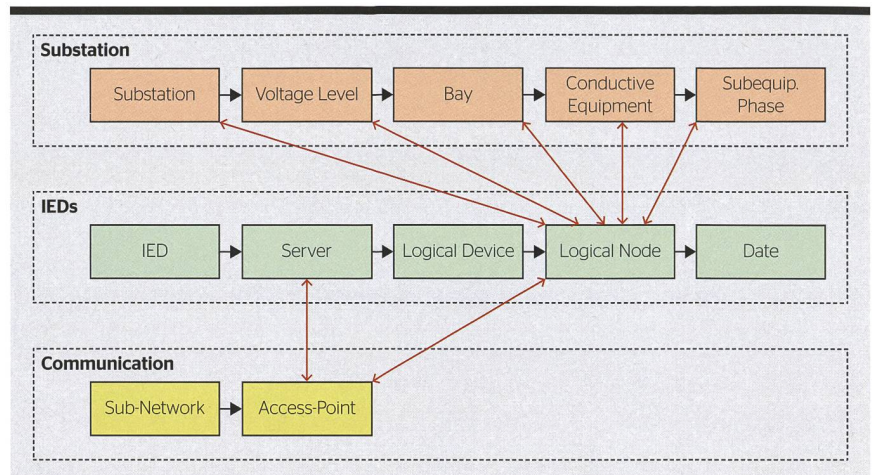


Bild 1 SCD-Inhalt.

### 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-

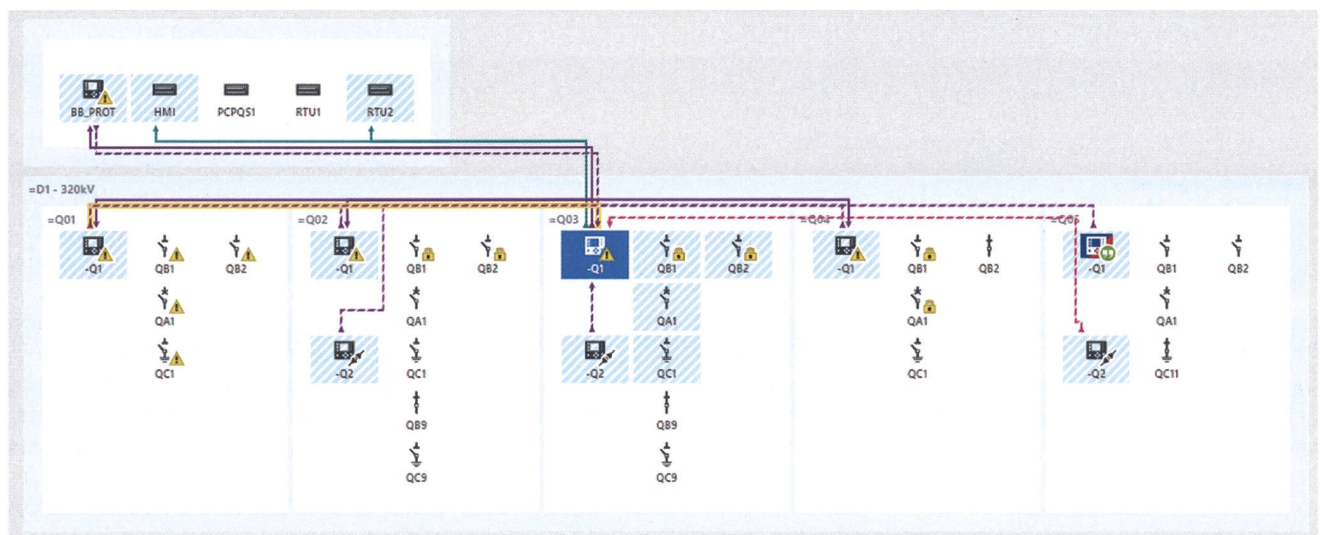
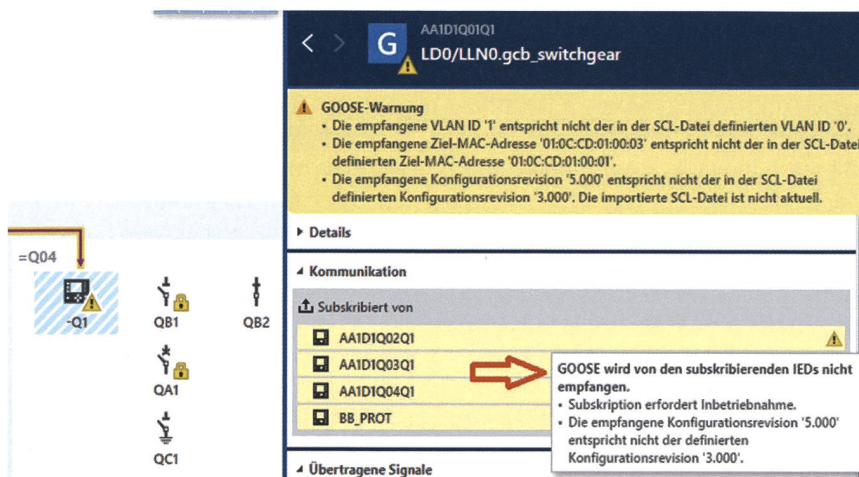


Bild 2 Beispiel SCD, in StationScout geladen.

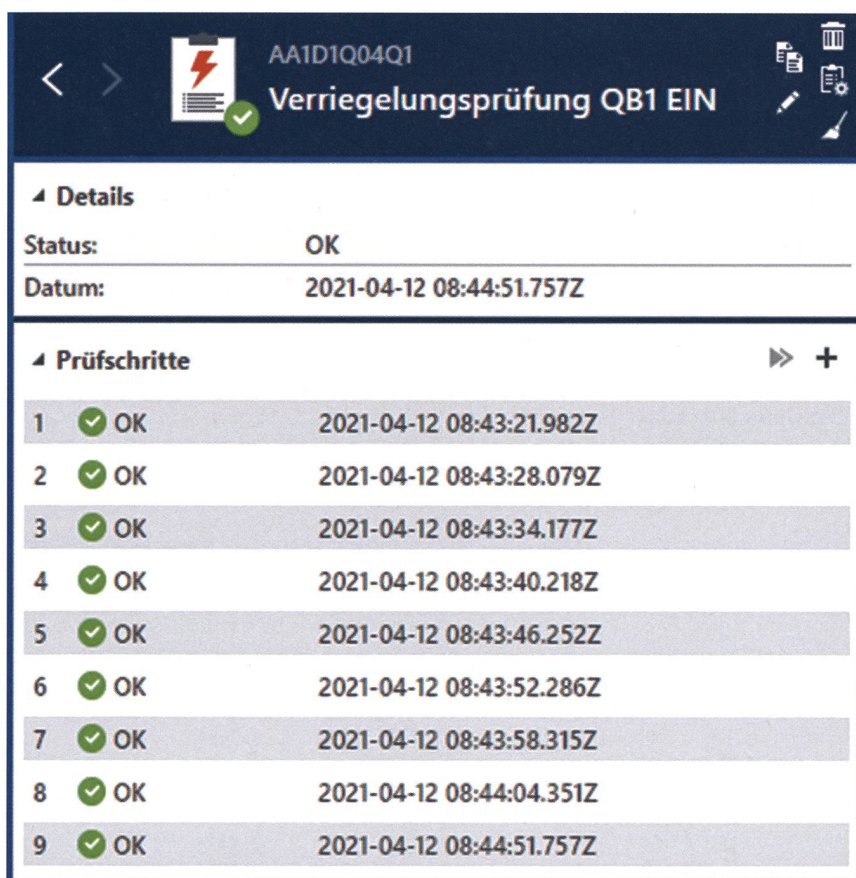




**Bild 3** Prüfung von Goose-Publisher-Subscriber-Verbindungen.

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

**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 Schaltanlagenausstattung 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 Nahbedienung 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 Omicron Electronics GmbH.  
→ Omicron Electronics GmbH, AT-6833 Klaus  
→ christian.brauner@omicronenergy.com



Arbeitssicherheit und  
Gesundheitsschutz

# Sicherheits- handbuch

Version 2021 – umfassend über-  
arbeitet und erweitert.  
Seit 20 Jahren DAS Nachschlage-  
werk der Branche.

**Jetzt bestellen**  
[strom.ch/sihabu](http://strom.ch/sihabu)

LEITTECHNIK  
GOOSE  
IEDs  
CYBER SECURITY  
INBETRIEBNAHME  
IEC 61850  
DIGITALE  
SCHALTANLAGE  
PRÜFBERICHTE  
FAT / SAT

Fred Steinhauser  
IEC-61850-Experte

## Was passiert in meiner Stationsleittechnik?

Als Experte in der IEC-61850-Welt  
weiß ich, wie wichtig die  
Prüfung von Stationsautoma-  
tisierungssystemen (SAS) ist.  
**StationScout** bietet einen  
wirklich einfachen und klaren  
Überblick in die Kommunika-  
tion. Sowohl das Verhalten von  
IEDs als auch die übertragenen  
Signale werden transparent  
gemacht. Prüffälle können  
definiert und wiederholt  
werden. Das zugehörige  
leistungsstarke Prüfgerät stellt  
einen cyber-sicheren Anschluss  
an das Stationsnetzwerk her.

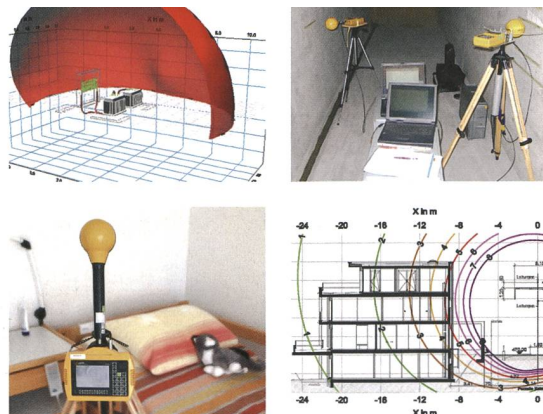
StationScout ist das ideale  
Werkzeug im gesamten  
Lebenszyklus einer Stations-  
leittechnik mit IEC 61850.

[www.stationscout.com](http://www.stationscout.com)

OMICRON

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen  
Association des entreprises électriques suisses  
Associazione delle aziende elettriche svizzere

VSE  
AES



messen  
analysieren

## NIS - Nichtionisierende Strahlung

beraten  
simulieren

### Beispiele aus unserer Dienstleistung

- ~ Lückenlose Messung von Bahnmagnetfeldern mit hoher zeitlicher Auflösung
- ~ Messung von Magnetfeldern bei zeitgleicher Erfassung der Ströme mit Hilfe von Netzanalysatoren
- ~ Frequenzselektive Messungen
- ~ Selektive Messungen von Funkdiensten
- ~ Isotrope Messungen hoch- und niederfrequenter Felder
- ~ Magnetfeldsimulation von Starkstromanlagen
- ~ Berechnung von Strahlungswerten für OMEN im Bereich von Mobilfunkanlagen
- ~ NISV-Beratung

**ARNOLD**

ENGINEERING UND BERATUNG  
AG für EMV und Blitzschutz

CH-8152 Opfikon / Glattbrugg  
Wallisellerstrasse 75

Telefon 044 828 15 51

[info@arnoldeub.ch](mailto:info@arnoldeub.ch), [www.arnoldeub.ch](http://www.arnoldeub.ch)