

# iSAS – die Integration von Engineering, Inbetriebnahme und Wartung

Dr. Thomas Dreyer, Aucotec AG, Production CAE  
Andrea Schröder, FGH e.V., Abt. Anlagentechnik

## ***iSAS – Integration of Engineering, Initial Operation and Maintenance***

At present, the fields of application of engineering, initial operation and maintenance in the domain of electrical engineering are dominated by a lack of information integration: Especially, for initial operation and maintenance, most actual experiences are lost or are inadequately documented. The aim of the EU project S-TEN is to use the 'Semantic Web' for scientific and technical applications, and to provide integration missing today. The technology developed within the project is evaluated for its practical relevance, and will be tested against the prototypal implementation of an intelligent Service Assist System (iSAS) designed to assist persons in charge.

*Keynotes: Semantic Web, best practise advice, preventive maintenance*

## **1 Problemstellung**

Die gegenwärtige Situation im Bereich Inbetriebnahme und Wartung in der Elektrotechnik ist durch einen weitgehenden Mangel an Informationsintegration innerhalb und zwischen den Bereichen Projektierung, Betriebsführung und Service gekennzeichnet. Neben diesem Mangel an Informationsintegration gehen insbesondere in Inbetriebnahme und Wartung aktuelle Erfahrungen de facto meist verloren, finden nicht oder nur in geringem Umfang Eingang in die Gesamtdokumentation und sind meist in ihrem Kontext nicht oder nur schwer zugänglich.

Eine möglichst vollständige Integration aller verfügbaren Daten, der Kontext in dem sie anfallen und die Möglichkeit, sie in ihrer Semantik zu interpretieren sind aber gerade Voraussetzungen für eine Unterstützung weitergehender Ansätze wie etwa der kontextsensibler Entscheidungshilfen oder automatisierter Verfahren zur Unterstützung von Fehlervorhersage und präventiver Wartung.

Zur Schaffung technologischer Grundlagen, die geeignet wären, den dargelegten Einschränkungen und Defiziten entgegenzuwirken, wurde 2006 das EU-Projekt S-TEN (FP6-IST-2005-027683, [www.s-ten.eu](http://www.s-ten.eu)) initiiert, mit dem Ziel, das „Semantische Web“ für naturwissenschaftliche und technische Applikationen zu nutzen und Entscheidungsträger in einem derartigen Umfeld zu unterstützen.

In diesem Beitrag werden das Projekt S-TEN und in diesem Zusammenhang der Prototyp eines intelligenten Service-Assistenz-Systems (iSAS) vorgestellt, das Inbetriebnahme und Wartung durch einen integrierten Zugriff auf Projektierungsinformation, Produktdaten, Betriebsanleitungen, Wartungsleitfäden, aktuelle und historische Systemzustände unterstützt.

## **2 Stand der Technik**

Die gegenwärtige Situation im Bereich elektrotechnischer Applikationen ist, wie gesagt, durch einen weitgehenden Mangel an Informationsintegration innerhalb und vor allem zwischen den Bereichen Projektierung, Betriebsführung und Service gekennzeichnet.

Zwar gibt es im Bereich Projektierung („ECAD-Welt“) den Trend, Web-Integration und die Durchgängigkeit der Dokumentation voranzutreiben, fertigungsgerechte Unterlagen bereitzustellen und die vorhandene Dokumentation für Inbetriebnahme und Wartung aufzubereiten, aber eine echte Verzahnung mit Betriebsführung und Wartung ist bisher nicht gegeben. Vielmehr gilt, dass die traditionelle Trennung dieser Bereiche auch heute noch weitgehend gegeben ist, weshalb man zu Recht noch immer von „getrennten Welten“ sprechen kann.

Im Bereich Betriebsführung beruht der Datenzugriff und die zugehörige Messdatenhistorie meist auf auf OPC aufsetzenden proprietären Lösungen. Ansatzweise stehen automatische Entscheidungshilfen im Sinne von 'best practise advice' zur Verfügung, die meist auf proprietären Lösungen basieren. Ähnliche Systeme zur Unterstützung von Inbetriebnahme und Wartung, speziell auch unter dem Gesichtspunkt einer Integration von Projektierungs-, Design- und Betriebsinformationen, sind bisher nicht verfügbar. Ansätze zu einer präventiven Wartung stecken noch in den Kinderschuhen.

Insbesondere für Inbetriebnahme und Wartung gilt, dass aktuelle Erfahrungen de facto meist verloren gehen, nur in geringem Umfang Eingang in die Gesamtdokumentation finden und dass vergleichbare Situationen in ihrem Kontext nicht oder nur schwer zugänglich sind. Eine echte Integration und semantische Interpretierbarkeit aller verfügbaren Informationen zur Unterstützung von Inbetriebnahme und Wartung, wie sie Voraussetzung für präventive Wartungsansätze ist, fehlt bislang fast vollständig.

## **3 Das EU-Projekt S-TEN**

S-TEN zielt darauf ab, sich ständig ändernde Netzwerke von Datenquellen selbst beschreibend zu machen, indem die Einzelkomponenten des Netzes eine individuelle Präsenz im 'Web' oder im Intranet erhalten und in ihrer Semantik interpretierbare Daten veröffentlichen. Hierzu gehören technische und administrative Daten, z.B neben Informationen über die angebotenen Messdaten auch die Zugriffspfade zu den angebotenen Diensten und ihrer Spezifikation. Auf Grund der möglichen großen strukturellen Komplexität der Datenquellen – im Prinzip kann sich

hinter einer Datenquelle eine komplette Anlage verbergen – kann dies auch den Zugriff auf umfangreiche Projektierungsinformationen bedeuten. Um auch dies in einer semantisch interpretierbaren Form zu ermöglichen, gehört auch die Schaffung einer Brücke zwischen den zwei bislang getrennten Welten, OWL (Web Ontology Language) und STEP (STandard for the Exchange of Product data, ISO-10303), zum Projektumfang.

Durch Anwendung formaler Regeln und von Prozesswissen auf die publizierten semantischen Daten, können Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt und 'best practise support' und präventive Wartung ohne Rückgriff auf zentrale, proprietäre Datenbanken unterstützt werden. Durch Bereitstellung dieser Technologien werden von S-TEN (FP6-IST-2005-027683, Laufzeit: 1. April 2006 bis 30. September 2008) Grundlagen für Anwendungen aus den Bereichen Technik und Umwelt geschaffen, die geeignet scheinen, den zuvor dargelegten Einschränkungen und Defiziten entgegen zu wirken.

Zur Überprüfung der Tragfähigkeit der theoretischen Ergebnisse von S-TEN werden der Showcase „Demand Side Bidding“ sowie vier Prototyp-Anwendungen aus folgenden Bereichen entwickelt:

- Umwelt-Monitoring,
- Steuerung von verteilten Ressourcen in Elektrischen Netzen,
- Sekundärregelung von Elektrischen Netzen
- Inbetriebnahme und präventive Wartung in elektrotechnischen Systemen.

#### **4 Angestrebte Ergebnisse**

Nachfolgend sollen die wichtigsten im S-TEN Projekt erreichten bzw. noch angestrebten Ergebnisse dargestellt und insbesondere auf den geplanten Prototypen aus dem Bereich Inbetriebnahme und präventive Wartung - „iSAS“ („intelligentes Service-Assistenz-System“) – eingegangen werden.

##### **4.1 Kurzbeschreibung der angestrebten Ergebnisse von S-TEN**

Ziel des S-TEN Projektes ist es, das Semantische Web für naturwissenschaftliche und technische Applikationen zu nutzen und in Entscheidungssituationen den jeweils Verantwortlichen zu unterstützen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der jeweils Verantwortliche mit einem komplexen und potentiell sich ständig ändernden Netzwerk von Messstellen und komplexen anderen Komponenten konfrontiert ist.

Strukturen für die formale Beschreibung von Informationen werden im Semantischen Web in so genannten Ontologien beschrieben. Als Sprache wird OWL (Ontologie Web Language) eingesetzt. S-TEN erweitert verbreitete internationale Standard-Ontologien für eine Verwendung im Kontext von sich selbst beschreibenden, intelligenten Netzwerken für naturwissenschaftliche und technische Applikationen.

Im Rahmen von S-TEN werden auf Basis von neu zu schaffenden Ontologien die Voraussetzungen zur Definition von formalen Regeln zur Unterstützung von

Systemoperationen entwickelt. Auf dieser Basis können dann Problem bezogen Regeln formuliert und auf die im Web verfügbaren Informationen (Messdaten, menschlichen Beobachtungen und Designinformationen) angewendet werden.

Dabei ist entscheidend, dass sich die verfügbaren Informationen nicht in einer zentralen Datenbank befinden müssen, sondern dass jeder Knoten eine eigene Intelligenz besitzt, sich eigenständig im Netzwerk anmeldet und seine Informationen, mögliche Funktionen und Daten publiziert. Notwendige Informationen stehen dann in ihrem Kontext zur Verfügung und können bei Bedarf von einem Suchprogramm abgerufen werden.

Beim Eintritt eines bestimmten Ereignisses können dann z.B. mit Hilfe von konfigurierbaren Regelsystemen automatisch Alarm ausgelöst und im jeweiligen Kontext relevante Information zur Verfügung gestellt werden, um eine möglichst fundierte Entscheidung zu ermöglichen. Dabei wird der aktuell gültige Zustand des Netzwerks in den Entscheidungsprozess einbezogen.

#### 4.1.1 Erweiterung für AIDC Geräte

Die S-TEN Ontologien eignen sich zudem für die Speicherung von Daten auf AIDC (*Automated Identification and Data Capture*) Geräten (Barcodes, Smartcards, RFID, etc.). So können z.B. Information über die Rolle eines Gerätes innerhalb eines Netzwerks und historische Daten auf einem AIDC Gerät gespeichert werden und die im Web verfügbaren Daten durch die Daten auf dem AIDC Gerät upgedatet werden.

#### 4.1.2 Verbindung von OWL mit STEP

Ein wichtiger Bestandteil von S-TEN ist die Verbindung der bisher getrennten Welten OWL und STEP. Hier liegt ein besonderes Augenmerk auf "Life Cycle Support", Assembly-Strukturen und elektrischer Konnektivität. Dabei ist zu bedenken, dass allein schon der Zugriff auf das in den STEP-Anwendungsprotokollen niedergelegte Domain-Wissen von großer Bedeutung ist. Speziell für den angesprochenen Prototypen „iSAS“ sollte sich die in AP239 konzentrierte Datenmodellierungs- und Anwendungserfahrung im Bereich "Life Cycle Support" (AP239) als nutzbringend erweisen.

#### 4.1.3 Innovationen

Die angestrebten und teilweise schon erreichten Innovationen von S-TEN können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Definition einer Ontologie, mit der eine beliebig komplexe Datenquelle ihre Existenz, ihre Rolle und Position innerhalb eines Netzwerks derartiger Datenquellen und die von ihr bereitgestellten Funktionen bekannt macht.
- Definition einer Ontologie, mit deren Hilfe menschliche Beobachtungen festgehalten und als semantisch interpretierbare Informationen verfügbar gemacht und in automatische Verfahren einbezogen werden können.

- Entwicklung und Anwendung von Regeln zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen und anderen Systemoperationen (Prozessüberwachung, Präventive Wartung, Entscheidungshilfe etc.).
- Brückenschlag zwischen STEP und OWL und Nutzung von STEP-Domain-Wissen in den geplanten prototypischen Implementierungen.

## 4.2 Beschreibung des Prototypen

Der hier vorgestellte Prototyp, soll dem Inbetriebnahme- und Wartungsingenieur einen standortunabhängigen Zugang zu aktuellen und historischen Messdaten und zur Gesamtheit einer Maschinen- oder Anlagendokumentation ermöglichen. Das Ziel verbesserter Inbetriebnahme- und Systemlaufzeiten soll durch Nutzung dieser integrierten Informationsbasis und nicht zuletzt durch Wiedererkennung vergleichbarer Situationen aus der Vergangenheit erreicht werden, die ihrerseits in Entscheidungshilfen einfließen, die auf der Basis von semantisch interpretierbarer Information und regelbasierter Diagnose oder Prognose bereitgestellt werden.

### 4.2.1 Überblick

iSAS implementiert im Kern, als wichtigste Komponente, ein „S-TEN-Netzwerk“, dessen Kernfunktionalität in dem nachfolgenden Use-Case-Diagramm dargestellt ist:

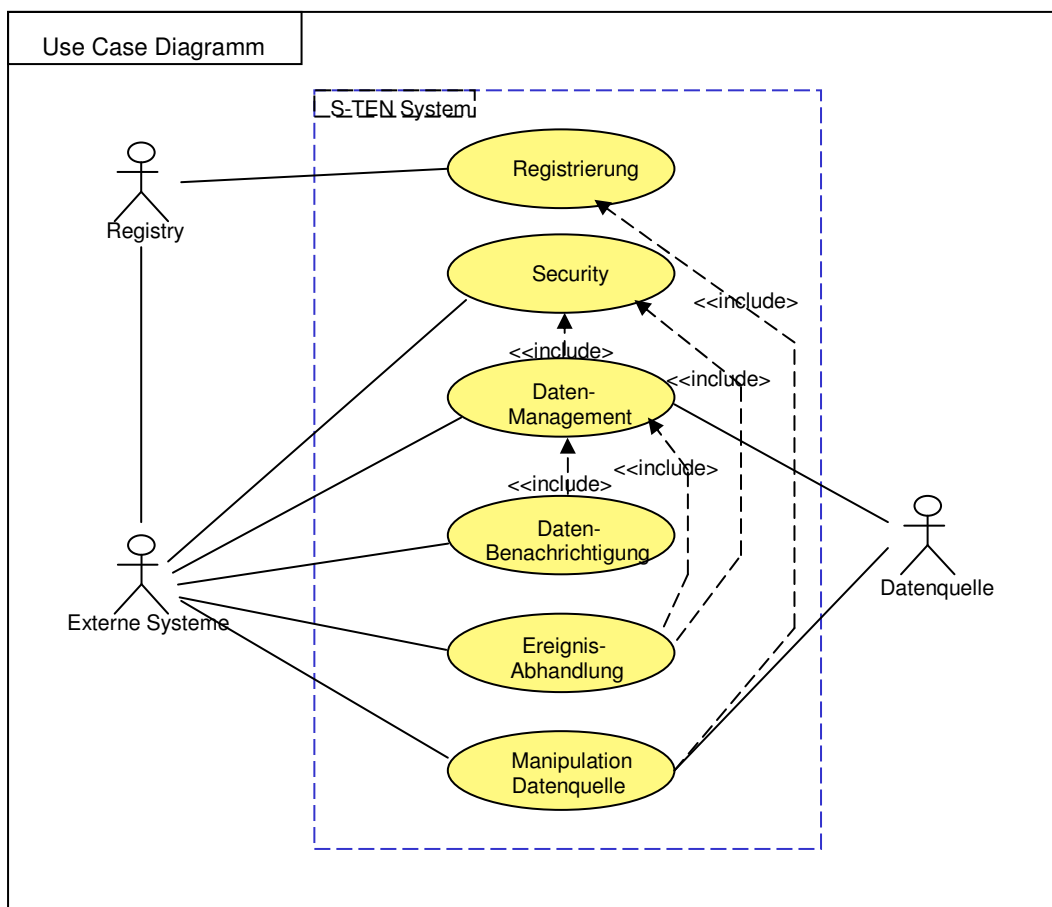


Abbildung 1 Use-Case-Diagramm S-TEN-Netzwerk

Der Grundgedanke hinter einem S-TEN-Netzwerk ist, dass sich alle Datenquellen – z.B. nach dem Anschalten – in der S-TEN Registration anmelden, worauf sie von externen System gefunden und, im Rahmen des zur Verfügung gestellten Leistungsumfanges, von diesen genutzt werden können.

Die folgenden Akteure interagieren mit einem S-TEN-System:

- Registry: Die Registry hält die, für eine Nutzung der von den S-TEN-System-Komponenten angebotenen Dienste, erforderlichen Informationen und überprüft in regelmäßigen Abständen, ob die registrierten Datenquellen noch aktiv sind. Nicht mehr aktive Quellen werden aus dem Verzeichnis der aktiven Quellen gestrichen. Die Registry selbst setzt auf einem semantisch annotierten Web Service und einem semantisch annotierten XML-Schema auf, gegen welches zu registrierende Informationen geprüft werden.
- Externe Systeme: Als externes System gelten alle Applikationen, die in der Lage sind, die Informationen der Registry zu nutzen und nachfolgend mit einem S-TEN-System zu interagieren.
- Datenquellen: Jede beliebige Datenquelle, die Teil eines S-TEN-Systems ist und über die in der Registry angeboten Dienste zur Verfügung steht. Eine Datenquelle kann auch Kontrollfunktionalität zur Verfügung stellen, kann aber nicht die von einem S-TEN-System zur Verfügung gestellten Dienste selbst nutzen.

Das S-TEN-System selbst ist vor diesem Hintergrund eine Art Schnittstelle zwischen externen Systemen und Datenquellen, die auch zu Kontrolloperationen fähig sein können.

#### 4.2.2 Technologische Aspekte

Technologisch betrachtet, besteht iSAS aus drei Hauptkomponenten:

1. Client-Applikation: Die Client-Applikation ist ein Eclipse-Rich-Client und enthält, in Form von Plug-ins, all die Komponenten, die erforderlich sind um
  - auf die Registry zuzugreifen, ihren Inhalt zu browsen und den letztlich selektierten Inhalt korrekt zu interpretieren und
  - auf die Server-Installation und all ihre Module zuzugreifen, die angebotenen Daten korrekt zu interpretieren, soweit erforderlich darzustellen und die gezogenen Informationen zur Unterstützung des Anwenders geeignet zu verknüpfen.
2. Server-Installation: Die verschiedenen Module der Server-Installation, im Kern das oben skizzierte S-TEN-System, werden teils, wie im Fall der Datenquellendienste, über semantisch annotierte Standard-Web-Services, d.h. basierend auf SOAP und SAWSDL (<http://www.w3.org/TR/2007/REC-sawSDL-20070828/>), teils über Standard-HTTP angesprochen. Die Standard-HTTP-Kanäle

dienen dem Transfer von STEP-Daten, SVG-Dateien (Schema-Pläne) und Produkt und Wartungsinformationen, soweit sie nicht in der STEP-Datenbank abgelegt sind, in verschiedenen gängigen Formaten wie etwa pdf. Als „middleware“ für Standard-Web-Services findet Axis2 Verwendung. Das Sicherheitkonzept beruht auf WS-Security, so wie es in Axis2 implementiert wurde.

3. Registrierung-Applikation: Die Registrierung-Applikation nutzt ebenfalls semantisch annotierte Standard-Web-Services. Das Datenmodell der in der Registrierung abgelegten S-TEN-Systemdaten beruht auf einem ebenfalls semantisch annotierten XML-Schema, was es erlaubt, semantische Interpretierbarkeit, Konformitätsprüfung und Flexibilität auf einfache Art und Weise zu verbinden. Als „middleware“ für Standard-Web-Services findet auch hier Axis2 Verwendung und das Sicherheitkonzept beruht ebenfalls auf WS-Security. Als Datenbank ist jedes System, das XML-Datentypen unterstützt, geeignet.

#### 4.2.3 Module

Die Server-Installation, die nicht notwendig nur auf einem physikalischen Server beruht, besteht aus folgenden Modulen:

- Datenquellen-Service-Modul: Erlaubt den Zugriff auf aktuelle und historische Daten mittels semantisch annotierter Standard-Web-Services. Dies schließt auch Kontrolldatenflüsse ein. Der Zugriff nach „Innen“, z.B. auf SPS- und Sensordaten, erfolgt mit der jeweils lokal verfügbaren Software, z.B. über OPC.
- Life-Cycle-Support-Modul: Operiert auf einer STEP-Datenbank und erlaubt den Zugriff, die Ablage und Verknüpfung von Life-Cycle-Support- und Designinformationen, wie etwa Verbindungs- und Produktstrukturdaten, soweit sie STEP-seitig verfügbar sind.
- 3D-Model-Modul: Operiert ebenfalls auf der STEP-Datenbank und erlaubt den Zugriff auf, die Ablage und die Verknüpfung von 3D-Designdaten mit Daten aus dem Life-Cycle-Support-Modul. Auch eine Verknüpfung mit Unterlagen auf dem Unterlagen-Server-Modul ist mit Hilfe von Annotationen möglich. Im Falle von SVG-Unterlagen wird auch ein Navigieren über editierbare Links und, soweit vorhanden, gemeinsame Identifikationen möglich.
- Unterlagen-Server-Modul: Das Unterlagen-Server-Modul dient der Bereitstellung und dem Transfer von Dokumentation in verschiedenen gängigen Formaten. Soweit es sich um Unterlagen entsprechend der SVG-Spezifikation handelt, wird die Navigation in diesen Unterlagen und die Verknüpfung mit Produktdaten unterstützt. Soweit entsprechende Mappingtabellen vorliegen, können in diesen Unterlagen an den jeweiligen Betriebsmitteln aktuelle und historische Messdaten und Systemzustände angezeigt werden.

## 5 Schlussfolgerungen

### 5.1 S-TEN

Das Vorgängerprojekt von S-TEN, ScadaOnWeb hat durch Input zur OWL-Version ISO 15926-2 und durch die Definition von Ontologien für den Bereich der Engineering-Daten einen Beitrag zur Entwicklung des Semantic Web geleistet. In S-TEN werden darüber hinaus Grundlagen für selbstbeschreibende Systeme und die Bereitstellung von Entscheidungshilfen geschaffen. Zusätzlich wird die Lücke zwischen STEP und OWL geschlossen, was das in STEP konzentrierte Domain-Wissen in integrierten Web-Anwendungen verfügbar macht.

Die von S-TEN geschaffenen technologischen Grundlagen sollen nachfolgend auf ihre Tragfähigkeit an Hand von vier verschiedenen Szenarien überprüft und die Machbarkeit von sachbezogenen Entscheidungshilfen im Umfeld komplexer und sich ständig verändernder (Sensor)Netzwerke belegt werden.

### 5.2 „Integration von Engineering, Inbetriebnahme und Wartung“

Die in diesem Beitrag vorgestellten Pläne und ersten Schritte hin zu einem Prototypen eines intelligenten Service-Assistenz-Systems (iSAS), der auf der von S-TEN geschaffenen oder erst noch zu schaffenden Technologie aufsetzt, bedeuten einerseits einen weiteren Schritt hin zu einer echten Integrationsplattform für alle verfügbaren Informationen über eine Maschine oder Anlage – von der Projektierung über die Ausführung bis hin zur Wartung und andererseits einen ersten Versuch, Entscheidungshilfen auf der Basis von Erfahrungen in vergleichbaren Situationen und von in ihrer Semantik interpretierbaren Informationen und regelbasierter Diagnose und Prognose bereitzustellen.

Das S-TEN Projekt wird von der Europäischen Gemeinschaft Bereich „Information Society Technologies“ (IST) *FP6-IST-2005-027683* finanziell unterstützt.