

Intelligente sich selbst beschreibende dezentrale Erzeuger

Intelligent self-describing distributed energy resources

Andrea Schröder, FGH e.V., Hallenweg 40, 68219 Mannheim, Deutschland

Bernhard Schowe-von der Brelie, FGH e.V., Hallenweg 40, 68219 Mannheim, Deutschland

Prof. Armin Schnettler, FGH e.V., Hallenweg 40, 68219 Mannheim, Deutschland

Kurzfassung

Die EU hat das Ziel gesetzt, im Jahr 2010 22% der Stromerzeugung durch erneuerbare Energiequellen und 18% durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)-Anlagen abzudecken. Damit wird der Anteil dezentraler Erzeuger mit unterschiedlichen Charakteristiken, der in das Mittel- und Niederspannungsnetz zu integrieren ist, signifikant ansteigen und neue Anforderungen an den Netzbetrieb stellen.

Das EU-Projekt S-TEN (Intelligent Self-describing Technical and Environmental Networks) verfolgt das Ziel, das Semantische Web für technische Applikationen zu nutzen und Entscheidungsträger in einem sich ändernden Netzwerk von Messstellen zu unterstützen. Im Rahmen des Projekts wird u.a. eine Prototyp-Applikation zur Überwachung von verteilten Ressourcen in Elektrischen Verteilnetzen erstellt. Diese Überwachung unter Verwendung der S-TEN Technologie umfasst ein kontinuierliches Monitoring von dezentralen Erzeugern (z.B. Windenergieanlagen, Photovoltaik (PV)-Anlagen und Blockheizkraftwerke) und weiteren Komponenten (z.B. Energiespeicher, Kurzschlussstromanzeiger und Trenner), sowie die Ausgabe von Warnungen und Alarmmeldungen bei Überschreitung vorgegebener Grenzwerte bzw. Verletzung von zuvor definierten Regeln. Parallel dazu werden Grundlagen erarbeitet, die einen Ausbau der Applikation zu einem Steuerungsmodul unter Berücksichtigung öko-effizienter Aspekte ermöglichen. Diese Funktionen sollen softwaretechnisch in einer späteren Applikation, die auf dem o.g. Prototypen basiert, implementiert werden.

Der Beitrag stellt die S-TEN Technologie vor und beschreibt ihre Anwendung in der oben dargestellten Applikation. Des Weiteren werden die Vorteile der auf S-TEN Technologie basierenden Anwendungen gegenüber herkömmlichen Systemen sowie die Innovationen des S-TEN Ansatzes dargestellt.

Abstract in English

In 2010 the EC aims to cover 22% of power generation with renewable energy resources and 18% with combined heat and power plants. This implies a significant increase of distributed energy resources with different characteristics to be integrated in the medium-voltage and low-voltage system posing new requirements to network operation.

The EC-project S-TEN (Intelligent Self-describing Technical and Environmental Networks) uses Semantic Web technology for applications in the technical domain supporting decision makers in a changing network. Within the S-TEN project a prototype application is developed which monitors distributed resources in electrical distribution systems. S-TEN technology will be used for monitoring distributed energy generators (e.g. wind power plants, photovoltaic units, combined heat and power plants) and further components (e.g. energy storage devices, short-circuit displays and disconnectors) and raising warnings and alarms when upper and lower limits or rules that have been defined in advance are violated. In future, the prototype application will be enhanced with control mechanisms taking into account ecologic and economic parameters.

The paper presents the S-TEN technology and describes its application to the above mentioned prototype. Furthermore, the advantages of applications based on S-TEN technology in contrast to conventional applications are described and the innovations of the S-TEN technology are highlighted.

1 Einleitung

Die Zukunft des Webs sieht das W3C (World Wide Web Consortium) im Semantischen Web (**Bild 1**). Dies ist eine Erweiterung des World Wide Web um maschinenlesbare Daten, die die Bedeutung, also die Semantik, der Inhalte formal definieren [1]. Der Vorteil von maschinenlesbaren Daten ist, dass ergänzende Programme, insbesondere Steuerungsalgorithmen, auf diesen Daten operieren können. So ist es beispielsweise möglich, Anfragen aufgrund ihrer Bedeutung statt ihrer Schreibweise zu bearbeiten. Der Computer versteht die Informationen zwar nicht wie ein Mensch, kann aber auf Basis der vorhandenen Informationen logische Verbindungen herstellen und Entscheidungen treffen, was eine Voraussetzung für automatisierte Web Services ist.

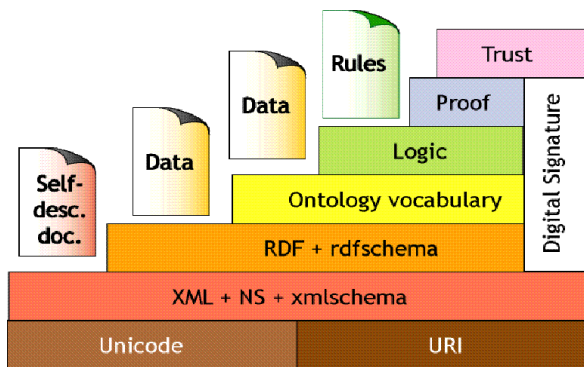


Bild 1: Architektur des Semantischen Webs

Im EU Projekt S-TEN (Intelligent Self-describing Technical and Enviromental Networks) werden die durch das Semantische Web eröffneten Möglichkeiten für Applikationen im technischen Umfeld genutzt. Im Zusammenhang mit Web Services eröffnen sich damit gerade in sich ändernden Netzen mit einem hohen Anteil verteilter Messstellen ganz neue Möglichkeiten zur Überwachung und Steuerung. Verifiziert wird die S-TEN Technologie anhand eines Showcases zum Demand Side Management und den folgenden vier Prototypen:

- Umwelt Monitoring
- Überwachung verteilter Ressourcen in Elektrischen Netzen
- Sekundärregelung in Elektrischen Netzen
- Inbetriebnahme und präventive Instandhaltung in Elektrischen Netzen.

Beispielhaft vorgestellt wird in diesem Beitrag die Prototyp-Anwendung zur Überwachung verteilter Ressourcen in elektrischen Netzen. Zuvor erfolgt eine Beschreibung des Forschungsprojektes S-TEN, in der das S-TEN System, seine Architektur und mögliche Implementierungen [2] beleuchtet werden.

2 Das Forschungsprojekt S-TEN

2.1 Kurzbeschreibung

Das S-TEN Projekt ist ein von der EU innerhalb des 6. Rahmenprogramms gefördertes Forschungsprojekt, das im April 2006 begann und im September 2008 abgeschlossen wird. Ziel des S-TEN Projektes ist es, das Semantische Web für naturwissenschaftliche und technische Applikationen zu nutzen und in Entscheidungssituationen den Entscheidungsträger zu unterstützen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der jeweils Verantwortliche mit einem komplexen und potentiell sich ständig ändernden Netzwerk von Messstellen und anderen Komponenten konfrontiert ist.

Strukturen für die formale Beschreibung von Informationen werden im Semantischen Web in so genannten Ontologien beschrieben. Der Begriff Ontologie hat sich in der Informatik für die Repräsentation von komplexen Wissensbeziehungen im Zusammenhang mit dem Semantischen Web etabliert. Ontologien bestehen aus Klassen, Relationen und Instanzen. Eine Ontologie beinhaltet damit sowohl die Definition von Eigenschaften für Klassen wie auch die Beschreibung von logischen Relationen. Relationen und Eigenschaften der Klassen können vererbt und Axiome definiert werden. Als Sprache wird OWL (Ontologie Web Language) [3] eingesetzt. Im S-TEN Projekt werden unter Berücksichtigung bestehender internationaler Standards im technischen Bereich Ontologien für eine Verwendung im Kontext von sich selbstbeschreibenden, intelligenten Netzwerken für naturwissenschaftliche und technische Applikationen definiert [4].

Im Rahmen von S-TEN werden die Voraussetzungen zur Definition von formalen Regeln zur Unterstützung von Systemoperationen entwickelt. Auf dieser Basis können sodann Problem bezogene Regeln formuliert und auf die im Web verfügbaren Informationen (Messdaten, menschliche 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 bereitstellt, sich eigenständig im Netzwerk anmeldet und seine Informationen, mögliche Funktionen, Dienstleistungen und Daten publiziert. Diese Beschreibungen stehen somit in ihrem Kontext für weiterführende Applikationen zur Verfügung und können bei Bedarf von einem Suchprogramm abgerufen werden.

Beim Eintritt eines bestimmten Ereignisses können weiterhin mit Hilfe von konfigurierbaren Regelsystemen automatisch Meldungen ausgegeben und zusätzliche, 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. Je nach Verantwortlichem sind unterschiedliche Sichten auf gemeinsame Daten möglich. So werden z.B. die Flussparameter eines Flusses von der Feuerwehr und einem Forschungsinstitut von unterschiedlichen Gesichtspunkten aus betrachtet und bewertet.

2.2 Das S-TEN System

Das S-TEN Netzwerk besteht aus verschiedenen Komponenten, die von sehr einfachen, wenig intelligenten Komponenten, wie z.B. Sensoren oder Aktoren, bis hin zu sehr komplexen Systemen reichen, wie z.B. Optimierungsalgorithmen, User Interfaces, Datenbanken und weitere Systeme.

Um die ganze Bandbreite von möglichen Komponenten abzudecken, muss die Architektur flexibel und skalierbar sein sowie eine Selbst-Konfiguration des Netzwerks ermöglichen, d.h. wenn Komponenten dem Netzwerk hinzugefügt oder entfernt werden, muss deren Status im Netzwerk entsprechend nachgeführt werden. Darüber hinaus müssen solche Systeme in der Lage sein, Informationen und Steuerbefehle untereinander auszutauschen, um die für sie implementierten Funktionen auszuführen.

Das folgende Use-Case Diagramm (**Bild 2**) zeigt die Kernfunktionen eines S-TEN Systems:

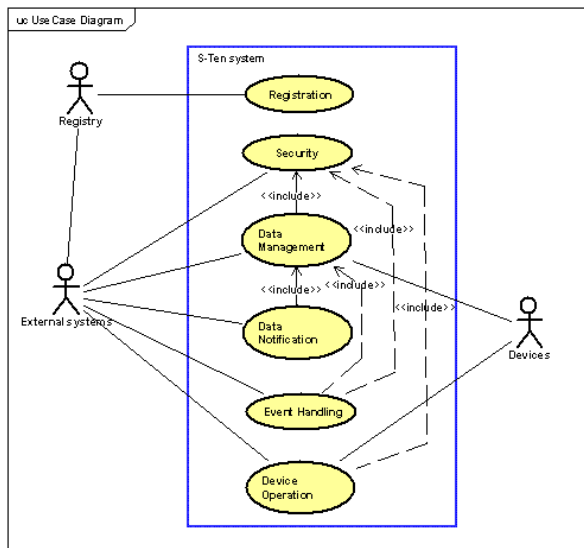


Bild 2: Use Cases des S-TEN Systems

Dabei sind folgende Aktoren als Teil des S-TEN Systems definiert:

- **Registry:**
Die Registry enthält Informationen über die im S-TEN System registrierten Geräte und den von

ihnen zur Verfügung gestellten Services und Beschreibungen. Sie ermöglicht damit das Auffinden dieser Informationen, so dass externe Systeme nach bereitgestellten Diensten im Netzwerk suchen können.

- **Externe Systeme:**
Mit externen Systemen sind Systeme gemeint, die mit dem S-TEN System interagieren können, wie z.B. andere S-TEN Systeme, GUIs (Graphical User Interfaces) oder andere Applikationen, die von den Services des S-TEN Systems Gebrauch machen können.
- **Geräte:**
Ein Gerät kann eine Datenquelle oder ein steuerbares Gerät sein, das sich in einem S-TEN System befindet.

Man kann das S-TEN System somit als Gateway zwischen externen Systemen und Geräten sehen. Das S-TEN System stellt komplexe Funktionen zur Verfügung, um mit den Geräten zu interagieren.

Die nachfolgend beschriebenen Use Cases erläutern die Kernfunktionen, die das S-TEN System bereitstellt:

- **Registrierung**
Die Registrierung ermöglicht S-TEN Systemen, sich bei der Registry anzumelden und eine Beschreibung der von ihnen zur Verfügung gestellten Dienste zu hinterlegen.
- **Sicherheit**
Alle externen Systeme, die auf die S-TEN Systemdienste zugreifen möchten, müssen sich authentifizieren und autorisieren, bevor sie auf einen solchen Service zugreifen können. Das System stellt verschiedene Zugangsberechtigungen für die verschiedenen externen Systeme zur Verfügung mit dem Ziel, sowohl Angriffe auf das System als auch versehentliche Manipulationen des Systems zu vermeiden. Das S-TEN System muss die Applikation, die auf bestimmte Dienste zugreifen will, identifizieren können und die Ausführung eines angefragten Dienstes in Abhängigkeit der Autorisierungsparameter annehmen oder ablehnen können.
Alle nachfolgend beschriebenen Use Cases benötigen Sicherheitsdienste, weil sie sich autorisieren müssen bevor sie ihre eigenen Dienste ausführen.
- **Datenmanagement**
Das Datenmanagement ist für die persistente Speicherung der Daten von den an das S-TEN System angebotenen Geräten zuständig sowie für die Bereitstellung der Daten für externe Systeme.

Browsen und Updaten der Daten gehören ebenfalls zum Funktionsumfang des Datenmanagements.

- **Benachrichtigung über Datenänderungen**
Externe Systeme erhalten mit diesem Service die Möglichkeit, sich für Datenänderungen registrieren zu lassen und sich bei sich ändernden Daten benachrichtigen zu lassen.
- **Event Handling**
Mit dem Event Handling werden alle Daten der Geräte analysiert und anschliessend Schlussfolgerungen aus diesen Daten gezogen. Ergebnis einer solchen Schlussfolgerung könnte die Feststellung eines Ereignisses sein, für das sich zuvor externe Systeme haben registrieren lassen. In einem solchen Fall würden die registrierten externen Systeme eine Benachrichtigung erhalten. In der Folge könnte eine Aktion ausgeführt werden, die das externe System für das Eintreten des Ereignisses definiert hat.
- **Ansteuerung der Geräte**
Damit können Steuerbefehle an die Geräte gesendet und ausgeführt werden. Die Komplexität der Steuerbefehle richtet sich nach den Fähigkeiten der Geräte diese umzusetzen.

Applikationsspezifische Dienste können zusätzlich implementiert werden und dabei die oben aufgeführten Dienste gegebenenfalls einbinden.

2.3 Die Architektur des S-TEN Systems

2.3.1 Generische Architektur

Bild 3 zeigt die generische Architektur des S-TEN Systems.

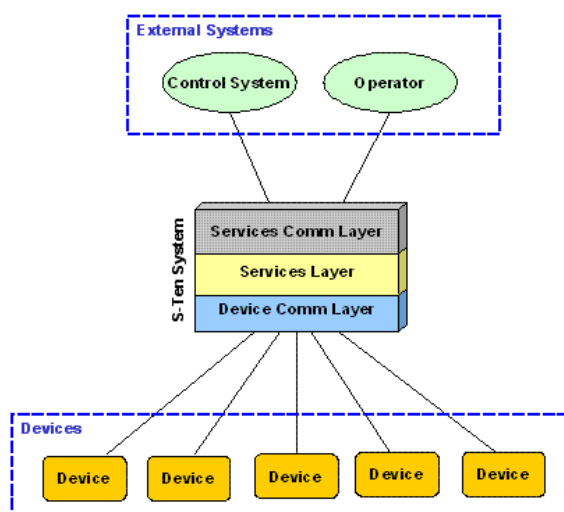


Bild 3: Generische Architektur des S-TEN Systems

Der Begriff generisch wird hier verwendet, um hervorzuheben, dass die Architektur unabhängig von der Implementierung (Programmiersprache, Kommunikationsprotokolle, Software Tools) ist. Ihr Fokus liegt auf der Funktionalität des Services Layer. Device Layer und der Services Communication Layer sind implementierungsabhängig.

Die Architektur basiert somit auf drei Schichten:

- **Services Communication Layer:**
Diese Schicht der Architektur ist verantwortlich für die Kommunikation mit externen Steuerungssystemen, HMI (Human Machine Interface) Systemen und anderen Anwendungen, die die Dienste, die vom S-TEN System bereitgestellt werden, nutzen.
Die Kommunikationsschicht bietet Zugang zu den vom S-TEN System bereitgestellten Services für entfernte Anwendungen. Sie kann zum Beispiel HTTP Server, XML-RPC Server oder OPC Server enthalten. Der Zugangspunkt zum Server und dem Interface, das definiert, wie der bereitgestellte Service angesprochen wird, muss dem externen System bekannt sein. Die erforderliche Information erhalten externe Systeme durch die in der Registry hinterlegte Beschreibung der Dienste.
- **Services Layer:**
Diese Schicht enthält die Programmlogik, um die durch die Dienste bereitgestellten Funktionen auszuführen. Die abstrakte Architektur definiert die verschiedenen Dienste, indem sie deren Funktionalität beschreibt und Aufrufe mit ihren jeweiligen Rückgabeparametern definiert, die verwendet werden müssen, um die Dienste ansprechen zu können.
- **Device Communication Layer:**
Diese Schicht stellt die Verbindung zwischen den Diensten und den Geräten her. So ist sie beispielsweise zuständig für die Übersetzung des gerätespezifischen Kommunikationsprotokolls (Modbus over RS-232, XML-RPC, etc.) für den Services Layer als auch für die Umsetzung der von den Diensten generierten Steuerungsbefehle auf das gerätespezifische Protokoll.

Das S-TEN System muss ausreichend flexibel sein, um verschiedene Systemkonfigurationen zu unterstützen, wie z.B.:

- ein System, das nur ein Gerät steuert,
- ein System, das mehrere Geräte steuert und
- ein hierarchisches System mit mehr als einer Ebene und in dem mehrere S-TEN Systeme als Proxies für andere fungieren (**Bild 4**).

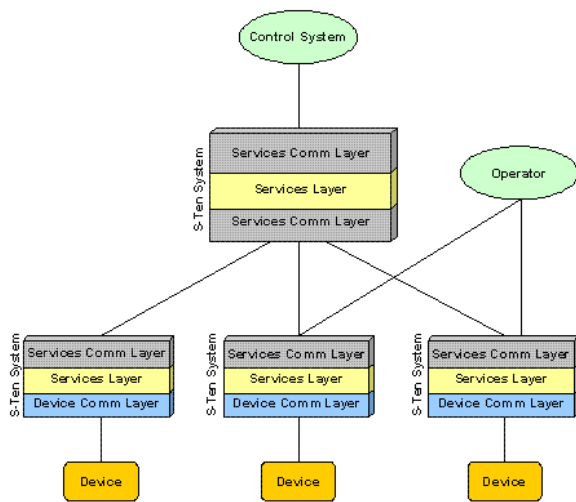


Bild 4: Hierarchische S-TEN Architektur

Ein S-TEN System muss nicht notwendigerweise alle Funktionen implementieren, die zuvor beschrieben wurden. Es können sehr einfache S-TEN Systeme existieren mit einer Teilmenge der oben dargestellten Services, aber auch komplexere Systeme, die außer den Kernfunktionen weitere umfangreiche Funktionen benötigen. Folglich ist eine beliebige Kombination von eingesetzten System und implementierten Services zulässig. Dadurch kann die S-TEN Architektur in einer Vielzahl von denkbar möglichen Systemen eingesetzt werden.

2.3.2 Implementierung der Architektur

Im S-TEN Projekt werden die folgenden zwei Ansätze zur Implementierung der Architektur verfolgt, nämlich Web Services und Agenten. Beide sind geeignet, die generische Architektur, wie sie im vorangegangenen Kapitel beschrieben wurde, zu implementieren. Im Folgenden wird der Fokus auf den Web Services liegen, weil diese als Implementierung für die unter Abschnitt 2.4 vorgestellte Applikation angedacht ist. Web Services haben dem gegenwärtigen Web eine neue Dimension gegeben, indem sie einen ersten Schritt hin zu einer nahtlosen Integration verteilter Softwarekomponenten gemacht haben, die Web-Standards verwenden.

Aktuelle Standard Web Service Technologien wie SOAP, WSDL und Registry-Services (**Bild 5**) operieren auf einer syntaktischen Ebene und benötigen immer noch die Interaktion mit dem Menschen. Semantische Information ist entweder nicht oder in einer nur für den Menschen verständlichen Form verfügbar. Es ist daher nicht möglich, die Bedeutung beispielsweise der Web Service Parameter und der Web Service Funktionalität aus der WSDL Beschreibung abzuleiten. So können beispielsweise zwei Web Services dieselbe syntaktische Definition haben und trotzdem eine unterschiedliche Funktionalität aufweisen. Der Programmierer muss

„zu Fuß“ nach geeigneten Web Services suchen, um sie sinnvoll anwenden und kombinieren zu können. Er muss ferner die Semantik der Daten verstehen, die der ausgewählte Service mitliefert. Das schränkt den „Added Value“ dieses neuen technologischen Ansatzes ein.

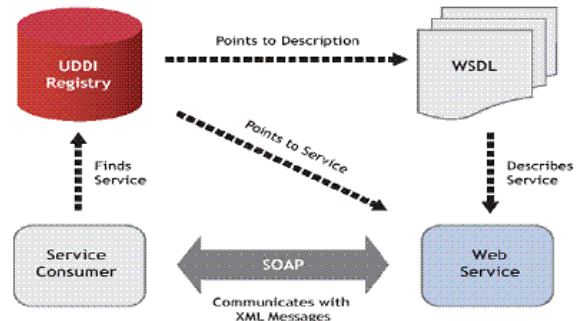


Bild 5: Standard Web Services Modell

Ein neuer Forschungsansatz geht daher in die Richtung, Web Inhalte maschinenverständlicher zu machen, insbesondere im Hinblick auf Web Services. Realisiert wird dies durch die Verwendung von Semantik, die das Auffinden von Web Services, deren Zusammensetzung und deren Aufruf automatisiert. Damit wird eine nahtlose Interoperation ermöglicht und die Interaktion mit dem Menschen auf ein Minimum beschränkt.

Die Beschreibung von Web Services in semantischer, und damit maschinenverständlicher Form wird voraussichtlich großen Einfluss auf die Bereiche e-Commerce und die Integration von Unternehmensapplikationen haben, da sie eine dynamische und skalierbare Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Systemen und Organisationen ermöglichen wird.

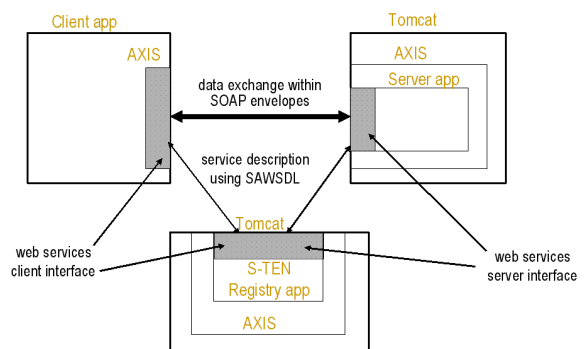


Bild 6: Zugriff auf Semantische Web Services im S-TEN System

Momentan gibt es drei Ansätze für Semantik Web Services: SAWSDL [5], OWL-S [6] und WSMO [7]. Innerhalb des S-TEN Projekts wurde SAWSDL gewählt. Der Ansatz von SAWSDL ist es, die Funktionen eines Web Services und die von ihm gelieferten Daten semantisch zu annotieren. Als

Middleware für die Web Services kommt AXIS 2 zum Einsatz. **Bild 6** zeigt, wie der Zugang zu Semantischen Web Services im S-TEN System über die Registry erfolgt.

2.4 Die Applikation zur Überwachung von verteilten Ressourcen im Verteilnetz

2.4.1 Einleitung

Die verstärkte Einbindung von dezentralen Erzeugereinheiten wird die Struktur des zukünftigen Stromnetzes maßgeblich beeinflussen. Die Stromerzeugung wird nicht nur in einigen wenigen zentralen Kraftwerken stattfinden sondern auch in einer ständig zunehmenden Anzahl von verteilten Erzeugereinheiten (Wind, PV, KWK) im Mittel- und Niederspannungsnetz.

Gemäss der VDE Studie zur Versorgungsqualität [8] wird sich bis 2020 die Situation der Verteilungsnetze grundlegend ändern, weil eine teilweise Umkehr des bisherigen Leistungsfluss vom Übertragungs- zum Verteilungsnetz erwartet wird, da immer mehr Kleinerzeuger in die Verteilnetzebene einspeisen. Um dieser neuen Herausforderung zu begegnen ist es wichtig, geeignete Kommunikationstechnologien zu haben, um eine erhöhte Systembeobachtbarkeit für Überwachungs- und Steuerungsprozesse nutzen zu können.

2.4.2 Kurzbeschreibung

Die Prototyp Applikation "Überwachung verteilter Ressourcen in Elektrischen Netzen" wird ein Monitoring von verteilten Erzeugereinheiten, wie Windenergieanlagen und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, ermöglichen mit dem Ziel, das Management des Verteilnetzes durch Überwachung und Steuerung dezentraler Energieversorgungseinheiten zu verbessern. Am Institut für Hochspannungstechnik (IFHT) der RWTH Aachen werden z.Zt. Einflussgrößen und Regelparameter für die Steuerung dezentraler Energieversorgungseinheiten untersucht. Diese Ergebnisse sollen ihre programmtechnische Umsetzung in der aus der Prototyp Applikation entwickelten Anwendung finden.

Neben dezentralen Erzeugern werden auch Kurzschlussanzeiger und Trenner in das Monitoring einbezogen, mit dem Ziel durch Fernsteuerung der Trenner in den Ortsnetzstationen die Dauer von Versorgungsunterbrechungen nach einem Kurzschluss von bislang ein bis zwei Stunden auf wenige Minuten zu reduzieren. Angesichts der Tatsache, dass 98% aller Versorgungsunterbrechungen ihre Ursache in den Verteilnetzen haben, kann mit der Überwachung und

Steuerung der Kurzschlussanzeiger bzw. Trenner die Versorgungszuverlässigkeit signifikant erhöht werden [9].

2.4.3 Architektur

Bild 7 zeigt die geplante Architektur für die Prototyp Applikation:

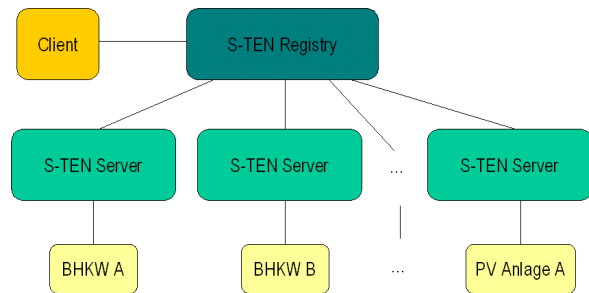


Bild 7: Architektur der S-TEN Prototyp Applikation

Jeder Ressource im Netzwerk, wie z.B. einem Blockheizkraftwerk, einer PV Anlage oder einem Kurzschlussanzeiger, wird ein S-TEN Server vorgeschaltet. Der S-TEN Server registriert die von ihm überwachten Ressourcen in der Registry sobald diese in Betrieb genommen wurden. Bei der Registrierung wird sowohl die URL der Ressource in der Registry hinterlegt als auch Informationen über verfügbare Dienste.

Jede Ressource sendet ihre Daten über eine Kommunikationsschnittstelle zum S-TEN Server, wo die Daten in einer Datenbank gespeichert werden. Nach erfolgreichem Einloggen, d.h. nach vorangegangener Autorisierung und Authentifizierung, in der Client Applikation, kann ein Anwender die Registry auf die in ihr hinterlegten Netzwerkressourcen abfragen und erhält als Ergebnis eine Liste aller angemeldeten und den Suchkriterien entsprechenden Ressourcen. Bei Auswahl einer Ressource wird deren Service Beschreibung vom S-TEN Server angefordert und an die Client Applikation geschickt. Der Anwender erhält dann eine Aufstellung aller verfügbaren Dienste, aus der er den für ihn relevanten Dienst auswählen kann, wie z.B. das Datenmonitoring. Nach Auswahl eines Dienstes erhält der Anwender eine SOAP Anfrage, in die er die ihn interessierenden Daten, wie z.B. die aktuelle Wirkleistung, eintragen kann. Die SOAP-Anfrage wird an den S-TEN Server geschickt, der dann die angefragten Daten an den Client zurückschickt oder eine Statusmeldung des ausgeführten Dienstes sendet.

2.4.4 Funktionalität

Die Prototyp Applikation wird folgende Funktionalität bieten [10, 11]:

- **Registrierung der Netzwerkressourcen**

Netzwerkressourcen melden sich bei ihrer Inbetriebnahme in der Registry an. Wenn die Ressource außer Betrieb genommen wird (kontrolliertes Herunterfahren der Anlage) oder aber nach wiederholter Anfrage keine Antwort gibt, wird sie in der Registry abgemeldet.

- **Anwenderverwaltung**

Der Administrator kann neue Anwender hinzufügen, existierende Anwender löschen oder Anwender- und Anwenderprofildaten editieren.

- **Projektauswahl**

Eintrittspunkt in die Applikation ist die Registry. Der Anwender bekommt alle dort angemeldeten und seinen Suchkriterien entsprechenden Ressourcen gelistet und kann sich daraus die ihn interessierenden auswählen.

- **Datenbezogene Funktionen**

Die Daten der registrierten Ressourcen werden periodisch abgerufen und in der Datenbank gespeichert. Dort stehen sie für Datenmonitoring und das Browsen der Daten zur Verfügung.

- **Datenmonitoring**

Online-Datenmonitoring erlaubt es dem Anwender, aktuelle Online-Informationen wie Messwerte oder Statusmeldungen auszuwählen und anzuzeigen.

- **Datenbrowsing**

Das „Browsen“ von Daten bezieht sich sowohl auf Messdaten als auch auf projektspezifische oder projektübergreifende Dokumentation.

So können sowohl aktuelle wie auch historische Daten, wie z.B. alle gemessenen Temperaturen (Minimum/Maximum./Durchschnitt) eines bestimmten Tages zwischen 8:00 und 11:00 Uhr, in einheitlicher Form abgefragt werden als auch Produktdaten oder grafische Unterlagen beispielsweise eines Blockheizkraftwerks angezeigt werden.

- **Vorgabe von Sollwerten**

Sollwerte für Daten einer Ressource können vorgegeben werden, um z.B. den Schaltzustand eines Trenners nach Auslösen eines Kurzschlussanzeigers zu ändern. Die Vorgabe des Sollwertes kann manuell oder automatisch erfolgen.

- **Editieren von Daten**

Autorisierte Anwender können in eingeschränktem Umfang Daten editieren. So können beispielsweise Alarmempfänger und Medien, mit deren Hilfe Benachrichtigungen empfangen werden, eingetragen werden.

- **Ereignispaket**

- **Ereigniskonfiguration**

Der Systemadministrator definiert Ereignisse, z.B. durch Setzen oberer und unterer Grenzen für bestimmte Größen, und die zugehörigen Warnungen und Alarmmeldungen.

- **Registrierung für Ereignisse**

Der autorisierte Anwender kann sich für konfigurierte Ereignisse registrieren und Medien der Ereignisbenachrichtigung (z.B. SMS, PC, Email, etc.) definieren.

- **Ereignisbenachrichtigung**

Falls ein Ereignis eintritt, für das sich ein autorisierter Anwender hat registrieren lassen, wird er oder der entsprechende „Alarmempfänger“ benachrichtigt. Warnungen, Alarmmeldungen und Grenzwertüberschreitungen bei Messwerten werden aufgezeichnet und archiviert und stehen somit bei Bedarf jederzeit zur Verfügung.

- **Ereignisbestätigung**

Optional können entsprechend autorisierte Anwender Warnungen und Alarmmeldungen bestätigen. Entsprechende Aktionen werden aufgezeichnet.

- **Regelpaket**

Auf der Basis von semantisch interpretierbaren Informationen können Regeln definiert werden, die automatische Ableitungen und nachfolgend angestoßene Aktionen ermöglichen, wie z.B. das Ein- oder Ausschalten eines Trenners im Ring, in dem ein Kurzschluss aufgetreten ist.

- **Regeln browsen**

Das „Browsen“ von Regeln bezieht sich sowohl auf die Gesamtheit der bereits definierten Regeln, als auch auf den Kontext und Status ihrer Aktivierung.

- **Regeln editieren**

Neue und bereits existierende Regeln und Regelsysteme können syntaxüberwacht editiert werden. Dies wird durch ein im S-TEN Projekt entwickeltes graphisches User Interface (GUI) unterstützt.

- **Regeln aktivieren/deaktivieren**

Bereits vorhandene korrekte Regeln können kontextbezogen aktiviert und deaktiviert werden.

- **Entscheidungshilfe**

Eine der wesentlichen Innovationen von S-TEN besteht in der Möglichkeit, allgemeine Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen durch Definition einer geeigneten Ontologie für automatisierte Verfahren zugänglich zu machen. Durch die semantische Annotation können Beobachtungen mit Hilfe von formalen Regeln verknüpft und aktiviert werden, um den

Anwender im Entscheidungsprozess zu unterstützen. Um Beobachtungen bearbeiten zu können, steht dem Anwender folgende Funktionalität zur Verfügung.

- Beobachtungen browsen
Das „Browsen“ von Beobachtungen bezieht sich auf die Gesamtheit aller allgemeinen Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen und ihre kontextuellen Verknüpfungen und Aktivierungen.
- Beobachtungen editieren
Neue und bereits vorhandene allgemeinen Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen können „Ontologie geleitet“ editiert werden.
- Beobachtungen verknüpfen
Die Gesamtheit der allgemeinen Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen kann mit den gewünschten Projektierungskontexten verknüpft werden.

3 Ausblick

Das Web eröffnet die Möglichkeit, Daten verteilter Netzwerkressourcen unabhängig von ihrem Ort und zu niedrigen Kosten verfügbar zu machen. In der Semantik liegt der Schlüssel zu einer intelligenteren Form der Zusammenarbeit und Prozesskontrolle.

In der Elektrizitätswirtschaft haben Sicherheitsbedenken und Echtzeitanforderungen den Einsatz von Web Technologien zum Netzmanagement bislang verzögert. Da bei den Netzen der Zukunft mit hohem Anteil dezentraler Energieerzeugung ein intelligentes Netzmanagement vonnöten ist, wird erwartet, dass der S-TEN Ansatz maßgeblichen Einfluss darauf haben wird. Die Innovationen des S-TEN Ansatzes sind wie folgt:

- Intelligente sich-selbst beschreibende Netzwerke: Ein Gerät verwendet eine Ontologie zur Bekanntmachung seiner Existenz, seiner Position innerhalb des Netzwerks, und der von ihm bereitgestellten Services.
- Menschliche Beobachtungen werden festgehalten und im Web als formale Ontologie publiziert.
- Regeln zur Unterstützung von Systemoperationen werden entwickelt und können auf beliebige technische Daten im Web angewendet werden.

Ein Einsatz der S-TEN Technologie bei einem Netz mit einer stetig steigenden Anzahl von dezentralen Erzeugern wie privaten und kommerziellen Blockheizkraftwerken und PV-Anlagen würde einen entscheidenden und kostengünstigen Beitrag zu einem effizienten Netzmanagement leisten.

4 Literatur

- [1] Berners-Lee, Tim; Handler, James; Lassila, Ora: The Semantic Web, Scientific American Magazine, 2001
- [2] S-TEN consortium: Draft Architecture Specification (D1.3), 2007
- [3] OWL „Web Ontology Language“, <http://www.w3.org/2004/owl#specs>
- [4] S-TEN consortium: Ontology for self-describing networks (D2.1), 2007
- [5] <http://www.w3.org/2002/ws/sawsdl/>
- [6] <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>
- [7] <http://www.w3.org/Submission/WSMO/>
- [8] Studie zur Versorgungsqualität, <http://www.vde.com/VDE/Fachgesellschaften/ETG/Aktuelles/2006-oeffentlich/2006-23.htm>
- [9] Buchholz, B.M.; Palensky, P.: Kommunikation als Schlüssel für künftige Effizienz der Netzführung, Tagungsband des Elften Kasseler Symposiums Energie-Systemtechnik „Informations- und Kommunikationstechnologien für die Energieversorgung von morgen“, 2006
- [10] S-TEN consortium: Application Requirements (D1.2), 2007
- [11] Dreyer, T.; Schröder, A.: Intelligente, selbstbeschreibende Sensornetzwerke mit regelbasierter Unterstützung für Inbetriebnahme und präventive Wartung, SPS/IPC/Drives Konferenz, 2006