
Flexible und sichere Integration von Smart Grid Use-Cases in einer serviceorientierten IKT-Architektur

René Blaschke^{a,b}, Dominik Engel^a

^a Fachhochschule Salzburg – Josef Ressel Center for User-Centric Smart Grid Privacy, Security and Control, Urstein Süd 1, A-5412, Puch/Urstein, AUSTRIA

^b Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation, Bayerhamerstraße 16, A-5020 Salzburg, AUSTRIA

KURZFASSUNG/ABSTRACT:

Aufgrund der Ressourcenknappheit ist eine Energiewende unumgänglich. Diese erfordert eine komplette Neugestaltung der bestehenden Systemlandschaften von Energieversorgungsunternehmen (EVU). Neue Akteure, hochauflösenden Zählerdaten, die dadurch entstehenden Datenmengen und deren Vorratshaltung, sowie zeitnahe Bereitstellung erfordern eine durchdachte IKT-Architektur. Eine große Herausforderung für eine Smart Grids IKT-Architektur ist die Kommunikation von unterschiedlichen Systemkomponente im Kontext von heterogenen Datenquellen, fehlenden Standards und komplexen Security-Anforderungen. Dieser Beitrag beschreibt die flexible Integration neuer Dienste in eine serviceorientierten IKT-Architektur am Beispiel einer österreichischen Smart Meter Verordnung. Durch den modularen Aufbau der IKT-Architektur reduziert sich der Aufwand für die Erweiterung auf andere Anwendungsfälle signifikant.

1 EINLEITUNG

Durch die bevorstehende Energiewende spielt die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) eine immer bedeutendere Rolle für die Energiewirtschaft. Um erneuerbare Energiequellen flächendeckend einzubinden, bedarf es intelligenter Stromnetze, sogenannter „Smart Grids“. Durch den Wandel zu intelligenten Stromnetzen steigt die Anzahl der Teilnehmer in der IKT-Systemlandschaft und es werden neue Möglichkeiten der Interaktion geschaffen. Für Energieversorger und Netzbetreiber hat dies eine Neugestaltung der IKT-Systemarchitektur und die Integration der bestehenden Anwendungen in diese zur Folge.

Eine der größten Herausforderungen für eine IKT-Architektur für Smart Grids sind heterogene Systemlandschaften, da Smart Grids Applikationen meist Daten aus unterschiedlichen Systemen, wie einem Abrechnungssystem oder einem Messdatenverarbeitungssystem, benötigen. Die IKT-Architektur muss die Datenbereitstellung in einer akzeptablen Zeit ermöglichen. Durch Smart Grids und Smart Meter steigt das Datenaufkommen in einer Systemlandschaft eines Energieversorgungsunternehmens (EVU). Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Systemen und die durch Smart Meter gewonnenen Messwerte stellen komplexe Anforderungen an eine IKT-Architektur für Smart Grids.

Am Beispiel der Salzburg AG wird dies deutlich: Zum aktuellen Zeitpunkt erfolgt die Nachrichtenvermittlung teilweise zentral über einen Enterprise Service Bus (ESB) und teilweise über proprietäre Punkt-zu-Punkt Verbindungen. Nachdem die Systeme zum einen direkt, zum anderen über einen ESB angesprochen werden, erfolgt kein einheitlicher Zugriff auf die Systeme und deren Dienste. Die proprietären Schnittstellen werden in der Regel von den Systemherstellern entwickelt. Die Realisierung der Datenbeschaffung für eine Energiefeedback Webseite fordert mehrere Schnittstellen. Jede proprietäre Schnittstelle muss für sich gewartet werden, es entstehen hohe Implementierungs- und Wartungskosten.

Im vorliegenden Beitrag wird eine moderne, serviceorientierte Architektur (SOA) für Smart Grids vorgestellt, welche die Probleme der aktuellen, heterogenen Systemlandschaft löst und gleichzeitig im Design Sicherheit und Privacy berücksichtigt. Anhand des in der DAVID-VO vor-

geschriebenen Use-Cases „Energy-Feedback“ wird die flexible Integration neuer Use-Cases demonstriert.

2 VERWANDTE ARBEITEN UND REGULATORISCHE BESTIMMUNGEN

In der Literatur finden sich unterschiedliche IKT-Architekturen, in die Smart Grid Use-Cases integriert werden. Ein dezentraler Ansatz einer Smart Grids IKT-Architektur wird von [1] vorgeschlagen. Es wird eine IP-basierende, datenzentrische Informationsinfrastruktur mit dem Fokus auf Zuverlässigkeit, Sicherheit und Kosteneffizienz beschrieben. Die Arbeit setzt das Hauptaugenmerk auf Applikationen für die Energiewirtschaft. Die Architektur beinhaltet eine Middleware-Schicht, von der unterschiedliche Daten bezogen werden können. Bei den Daten wird zwischen zeitkritisch, nicht- zeitkritisch und Steuerungsbefehle unterschieden. Im Zentrum des Smart Grids IKT-Architektur Vorschlags von [2] steht der Datenschutz. Hierbei wurde ein Leitfaden für den Datenschutz von Energiedaten entwickelt. Der Leitfaden wurde für die Sammlung von Stromverbrauchsdaten angewandt. In [3] wurden die Anforderung eines Kommunikationsprozesses zwischen einem lokalen IKT-Gateways eines Haushaltes und den Energiemarktplätzen erhoben. Auf Basis dieser Anforderungen wurden die Kommunikationskomponenten, deren Schnittstellen und Informationsflüsse beschrieben. Mithilfe der Anforderungen und mit dem Hauptaugenmerk auf Kommunikationstechnologien und -protokollen wurde ein konzeptioneller Entwurf einer High-Level Smart Grids IKT-Architektur erstellt. Von [4] wird eine auf Webservices basierende SOA für eine Smart Grids IKT-Architektur vorgeschlagen. In der Arbeit liegt der Fokus auf Zugriffskontrollmechanismen. Es wurde ein Sicherheitsframework entwickelt, das für jede Dienstnutzung eine zweistufige Überprüfung fordert. Ein Teilnehmer, der beispielsweise Daten abfragen möchte, muss sich gegen das Framework im ersten Schritt authentifizieren und im zweiten Schritt autorisieren. Die Arbeit beschäftigt sich außerdem mit der Erstellung von geeigneten Zugriffsrichtlinien und letztlich mit der Integration von Smart Grids Beispielanwendungen in die IKT-Architektur.

Der in diesem Beitrag präsentierte Ansatz für eine Smart Grids IKT-Architektur unterscheidet sich von den anderen vorgestellten Beiträgen unter anderem durch den modularen Aufbau, der einen Einsatz für andere Anwendungsdomänen rasch ermöglicht, die Integration eines Enterprise Service Bus, die Orientierung am Reverse Proxy Pattern und den erfolgreichen Einsatz als Prototyp.

Die Datenformat- und Verbrauchsinformationsdarstellungs-Verordnung, kurz DAVID-Verordnung, bestimmt im Wesentlichen das Datenübergabeformat vom Netzbetreiber zum Energielieferanten und die Visualisierung der Verbrauchswerte beim Endkunden. Dieser Beitrag beschränkt sich auf die Anforderungen des letzteren Punktes. Laut DAVID-Verordnung [5] muss der Netzbetreiber dem Endkunden seine Verbrauchswerte über eine Website zur Verfügung stellen. Es sind nur jene Kunden betroffen, die über ein intelligentes Messgerät (Smart Meter) verfügen. Als Mindestanforderungen wird verlangt, dass die Webseite jedem Endverbraucher zur Verfügung gestellt wird und dass in Bezug auf Sicherheit und Datenschutz dem Stand der Technik und den einschlägigen Bestimmungen entspricht. Außerdem sind folgende Daten für die Webseite zwingend erforderlich: Verbrauchsdaten in Kilowattstunden (kWh), Lastkurven in Kilowatt (kW), Verbrauchsdaten und Lastkurven ab dem Zeitpunkt der Verfügbarkeit, Vergleichswerte zum Verbrauch und Energiespartipps.

3 IMPLEMENTIERUNG

Bei der überführten IKT-Architektur handelt es sich um eine *Serviceorientierte Architektur* (SOA). Eine SOA lässt sich als eine dynamische, heterogene, offene Architektur für die Nutzung von Diensten mit wechselnden Partnern definieren. Wesentlicher Bestandteil einer SOA sind Webservices und ein Enterprise Service Bus (ESB). Die verwendete IKT-Architektur bedient sich zweier bewährter Design Patterns, dem Policy Enforcement Point (PEP) und dem Reverse Proxy Pattern. Die Idee hinter dem PEP Pattern ist, dass beim Dienstaufwurf eine Autorisierungsanfrage an einen Policy Decision Point (PDP) gestellt wird und dieser mit einer Zugriffs-

entscheidung antwortet. Erst wenn der PDP den Anfragenden autorisiert, wird die Dienstanfrage weitergeleitet. Der Reverse Proxy bezieht Daten aus unterschiedlichen Back-End Systemen und stellt diese gesammelt bereit. Die identifizierten Herausforderungen konnten durch den Einsatz dieser Design Patterns und etablierter Standards bewältigt werden.

Um eine modulare und erweiterbare Architektur in der Implementierung umzusetzen, wurden *SOA Maps* zur Erstellung der Prozessübersicht eingesetzt. In einer SOA Map erfolgt die Gruppierung der Dienste mit dem Ziel, eine Übersicht der Systemarchitektur trotz hoher Komplexität zu gewinnen. Das Architekturmodell unterteilt sich im Wesentlichen in die vier SOA Schichten *Frontends*, *Process Services*, *Orchestration Services* und *Basic Services*. Jede SOA Schicht, inklusive ihrer beinhalteten Komponenten, ist komplett technologieunabhängig und von jeder Komponente ist nur die Schnittstelle ersichtlich [6].

Im vorliegenden Anwendungsfall des Energiefeedbacks wird als Frontend eine Webseite realisiert. Die Komponenten und Dienste aus der Prozess Services Schicht regeln den Prozessablauf. Der Anwender kann die meisten Process Services mithilfe des Frontends aufrufen [6]. Für die Energiefeedback Webseite wurden zur Erfüllung der DAVID-VO Datenanforderung die vier Prozesskomponenten „Energiespartipps beziehen“, „Kundendaten beziehen“, „Verbrauchsdaten beziehen“ und „Lastkurven beziehen“ entworfen. Ein weiteres Process Service, die Autorisierungskomponente, dient der Sicherheitsanforderung der Architektur. Diese Komponente wird nicht direkt vom User aufgerufen, sondern von den anderen erwähnten Prozesskomponenten. Wenn der User zum Beispiel seine Verbrauchsdaten beziehen möchte, wird die Anfrage an den Autorisierungsdienst weitergeleitet. Erst nach erfolgreicher Autorisierung wird der weitere Prozessablauf fortgeführt.

Ein *Orchestration Service* kann eine Kombination aus mehreren *Basic Services* sein oder es handelt sich um einen Dienst, der ein Integrationsproblem löst. In einer SOA mit mehreren *Basic Services* entscheidet der *Orchestration Service*, welche Daten im Prozessablauf verwendet werden. Diese Schicht kümmert sich nur um die technische Transformation der Daten und beinhaltet keine fachliche Logik [6]. Die erstellte SOA Map beinhaltet die Komponenten, welche für die Aufbereitung der jeweiligen, von den Basic Service bereitgestellten Daten, zuständig sind. Die PEP Komponente stellt die Autorisierungsanfragen zu den jeweiligen Process Service.

Bei den Basic Services handelt es sich meist um datenzentrische Dienste. Eine Eigenschaft eines Basic Service ist, dass er sich in der Regel nicht ändert [6]. Für die Umsetzung der Energiefeedback Webseite und die Erfüllung der Datenanforderungen lt. DAVID-VO sind im Wesentlichen folgende Basic Services notwendig:

- **Content Repository:** Die Energiespartipps lassen sich aus dem Content Repository des Portals beziehen und dieser Dienst stellt die Daten bereit.
- **SAP Kundendatenbaustein:** Im SAP sind sämtliche kaufmännischen Daten zu einem Kunden gespeichert. Dieser Dienst ermöglicht die Abfrage der Kundendaten.
- **MDM Datenbank:** Alle technischen Daten zu den intelligenten Messgeräten stellt der MDM Datenbank Dienst bereit.
- **User Store:** Für den Autorisierungsprozess sind Policies notwendig. Diese Zugriffsrichtlinien lassen sich vom User Store Dienst beziehen.

4 EVALUIERUNG

Die Evaluierung der IKT-Architektur erfolgt anhand dreier, in der DAVID-VO vorgegebenen Szenarien „Energiespartipps“, „Kundendaten“ und „Messdaten“. Die Performancemessung wird mit JMeter, einer freien Software der Apache Software Foundation, durchgeführt. Für die Evaluierung wird die Latenzzeiten zwischen einem HTTP-Request und dessen Response herangezogen.

4.1 Messungen

Energiespartipps: Beim Evaluierungsszenario für den Bezug von Energiespartipps wird eine Anfrage gegen eine Microsoft SQL Datenbank gestellt. Als Antwort wird eine XML-Nachricht mit zehn Energiespartipps zurückgegeben. Der Test wurde mit einem, zehn, zwanzig und fünfzig parallelen Requests durchgeführt. Die durchschnittliche Größe der Antwortnachricht betrug 1196 Bytes.

Kundendaten: Bei der Messung der Ausführungszeit des Kundendaten-Dienstes wird ein SAP Funktionsbaustein aufgerufen, der 58 Felder aus vier unterschiedlichen Tabellen (Partner, Tarif, Vertrag, Zähler) bezieht. Die Antwortnachricht basiert auf XML. Der Test wurde mit einem, zehn, zwanzig und fünfzig parallelen Requests durchgeführt. Die durchschnittliche Größe der Antwortnachricht betrug 2418 Bytes.

Messdaten: Im Vergleich zu den Testszenarien Energiespartipps und Kundendaten wird beim Messdaten-Dienst der Request geteilt. Dadurch werden zwei Anfragen parallel an eine Microsoft SQL Datenbank gestellt. Die erste Abfrage bezieht 96 Zählerstände, die zweite 96 Lastprofileinträge. Die beiden Datenbankantworten werden zu einer Antwortnachricht im XML-Format verschmolzen. Der Test wurde mit einem, zehn, zwanzig und fünfzig parallelen Requests durchgeführt. Die durchschnittliche Größe der Antwortnachricht betrug 85692 Bytes.

4.2 Ergebnis

Performance spielt für die Evaluierung einer IKT-Architektur eine wichtige Rolle. Die Ergebnisse geben Rückschluss, ob die Dienste in der konzeptionierten Form implementiert und verwendet werden können. Die Salzburg AG hat rund 260 000 Stromkunden, 50 000 davon nutzen das derzeitige Onlineportal.

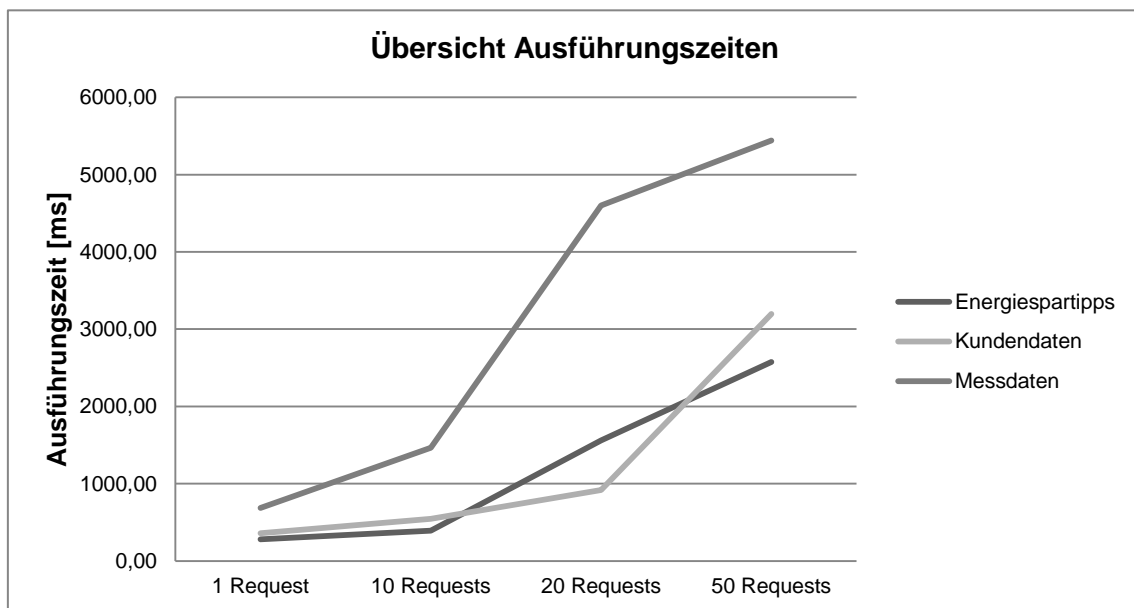


Abbildung 1. Übersicht Ausführungszeiten

Die Ergebnisse der Messungen zeigten, dass bei allen Testszenarien (Energiespartipps, Kundendaten, Messdaten) die Ausführungszeiten durchaus akzeptabel sind. Alle Komponenten weisen sehr gute Verarbeitungszeiten der Anfragen auf.

Die Aufbereitung einer XML-Nachricht benötigt durchschnittlich 166 Millisekunden. Die Antwortzeit des Autorisierungs-Dienstes beträgt durchschnittlich 378 Millisekunden. Der Datenbank-Konnektor hat eine durchschnittliche Ausführungszeit von 212 Millisekunden und der SAP-Konnektor eine von 225 Millisekunden. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass es sich bei

den für die Messungen verwendeten ESB Systeme um sparsam dimensionierte, virtualisierte Server handelt. Dementsprechend kann das Laufzeitverhalten mit stärkerer Hardware verbessert werden.

Abbildung 1 zeigt, dass sich die gesamte Ausführungszeit je Szenario proportional zur Anzahl der gleichzeitigen Dienstanfragen verhält. Außerdem kann der Abbildung entnommen werden, dass die Menge der abgefragten Daten die Größe der Antwortnachricht und die Ausführungszeit deutlich erhöhen. Abschließend kann gesagt werden, dass die Ausführungszeiten der Komponenten in der heterogenen Systemlandschaft bei bis zu zehn parallelen Requests sehr gut sind, es jedoch für den Einsatz mit über 50 000 Kunden noch Optimierungsbedarf gibt. Der erste Optimierungsschritt könnte der Einsatz von stärkerer Hardware für die ESB-Systeme sein.

5 FAZIT UND AUSBLICK

Die in diesem Beitrag angewandte IKT-Architektur bewältigt die Anforderungen der DAVID-Verordnung. Diese IKT-Architektur ist so modular aufgebaut, dass eine Erweiterung auf andere Anwendungsfälle mühelos möglich ist. Für die Erfüllung der Anforderungen laut DAVID-VO wurden als Basis der serviceorientierten Architektur drei Workflows entwickelt: Authentifizierung, Autorisierung und Datenbezugs. Ein Workflow dient der Lösung einer Aufgabe und kann aus mehreren Diensten bestehen. Die Konzeption dieser Workflows erfolgte mithilfe einer SOA Map. Die Service-Implementierung bestätigte die Heterogenität der Systemlandschaft in einem EVU, konkret am Beispiel der Salzburg AG. Die vorgeschlagene Methode ermöglichte eine rasche und stringente Integration von unterschiedlichen Back-End Systemen, wie einem Security-Core, Microsoft SQL Datenbanken und einem SAP System in die sichere Smart Grid Architektur.

Für diesen Beitrag wurden bereits prototypische Dienste entwickelt. Das nächste Ziel ist die Entwicklung von generischen Diensten, wie zum Beispiel ein allgemeiner Kundendaten-Dienst. Hierzu wird im ersten Schritt eine Anforderungsanalyse an generischen Diensten stattfinden. Sobald die ersten produktiven Anwendungen in die IKT-Architektur integriert sind, werden Auswertungen über die Dienste, wie Nutzung und Ausführungszeiten, erfolgen. Für eine Optimierung der Performance wird auf Basis dieser Auswertungen das Thema rund um Caching diskutiert. Falls für den Produktivbetrieb eine Leistungssteigerung notwendig ist, wird die Skalierung der ESB-Systeme optimiert. Aktuell werden in der Salzburg AG die ESB-Systeme auf virtuellen Servern betrieben. Ein Leistungsvergleich zu physikalischen Server ist geplant.

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, der Nationalstiftung für Forschung, Technologie und Entwicklung, sowie der DKE, die die Masterarbeit von R. Blaschke im Rahmen des „Science to Standards“ Programm gefördert hat.

LITERATURVERWEISE

- [1] Y.-J. Kim, M. Thottan, V. Kolesnikov und W. Lee, „A secure decentralized data-centric information infrastructure for smart grid“, *IEEE Communications Magazine*, Bd. 48, Nr. 11, S. 58-65, 2010.
- [2] S. Wicker und R. Thomas, „A Privacy-Aware Architecture for Demand Response Systems“, *44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 2011.
- [3] C. Wietfeld, C. Müller und J. Schmutzler, „IKT-Referenzarchitektur: Anforderungen und Entwurf,“ *Fachtagung Smart Energy 2010 der Alcatel-Lucent Stiftung für Kommunikationsforschung*, Dortmund, Germany, 2010.
- [4] M. Jung, T. Hofer, S. Dobelt, G. Kienesberger, F. Judex und W. Kastner, „Access control for a Smart Grid SOA,“ *7th IEEE Conference for Internet Technology and Secured Transactions*, London, UK, 2012.
- [5] W. Boltz und M. Graf, *Datenformat- und Verbrauchsinformationsdarstellungsverordnung 2012 (DAVID-VO 2012)*, 2012.
- [6] R. Nelius, D. Breitzkreuz und D. Slama, *Enterprise BPM*, Dpunkt.Verlag GmbH, 2010.