

# Standards zur Gerätevernetzung

Andy Großmann

Betreuer: Andreas Müller, Corinna Schmitt

Seminar Future Internet SS2011

Lehrstuhl Netzarchitekturen und Netzdienste

Fakultät für Informatik, Technische Universität München

Email: andy.grossmann@mytum.de

## KURZFASSUNG

Offene Standards zur Gerätevernetzung stellen den Schlüssel für zukünftige Geräte dar, die untereinander kommunizieren können, um uns ein neues Maß an Komfort und Effizienz zur Verfügung zu stellen.

Die heute etablierten kabel- und funkgebundenen Standards zur Gerätevernetzung bauen auf Standards wie Ethernet, WLAN und Bluetooth auf. Darüber können z.B. die Protokollfamilie TCP/IP oder Standards wie UDP betrieben werden. Besonders zu betrachten sind jedoch die Standards ab OSI Layer 5 aufwärts, da hier auch Informationen zur Geräte- und Funktionsbeschreibung übertragen werden können. Unter anderem werden Standards wie UPnP, Jini, SNMP usw. betrachtet. In der Heimautomatisierung kommen KNX, ZigBee und Z-Wave hinzu.

Zukunftsweisend zeigt sich hier der neue hardwareunabhängige Standard OSGi. Seine Architektur ist modular, skalierbar und besitzt einen dynamischen Aufbau. Das zugrundeliegende Programmiermodell basiert auf einer Java Virtual Machine (JVM). OSGi kann Schwächen anderer Standards beseitigt und ist in der Lage andere Standards auf eine sehr transparente Art und Weise zu integrieren [1, 2].

Doch die Gerätevernetzung von Morgen kann neben dem Komfortgewinn auch einen wesentlichen Beitrag im Rahmen der Energiesicherheit bieten. Die Übertragung von Information unterstützt Strom- und Kosteneinsparungen und ermöglichen eine ganz neue Qualität des Leistungsmanagement von Stromnetzen. Benötigt werden dazu Informationen wie Energieverbrauch und Betriebszeitpunkt auf Verbraucherseite und Informationen zur Einspeisung alternativer Energiequellen wie Solar- und Windkraftanlagen auf Produzentenseite.

Zur Umsetzung intelligenter Stromnetze (engl. Smart Grid) wird der auf OSGi aufbauende OGEMA Standard und der EEBus Standard betrachtet. Beide unterstützen gängige Standards zur Gerätevernetzung und entstammen dem Förderprojekt E-Energy des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)[3].

## Schlüsselworte

Gerätevernetzung, Heimvernetzung, intelligente Netze, Smart House, Residential Gateway, OSGi, UPnP, Jini, SNMP, EIB/KNX, ZigBee, Z-Wave, LCN, intelligentes Stromnetz, Smart Grid, Smart Energy, EEBus, E-Energy, OGEMA, BEMI

## 1. EINLEITUNG

Die Idee der Gerätevernetzung ist nicht neu, das intelligente Haus soll eine höhere Lebensqualität ermöglichen, indem Geräte miteinander kommunizieren können, von der Ferne aus gewartet und gesteuert werden. Auch das Energiesparen soll durch die Gerätevernetzung unterstützt werden. Jedoch soll trotz der ständig zunehmenden Technik im intelligenten Haus auch die Bedienung einfacher und intuitiver werden.

Die Attraktivität dieser Technologie wird deutlich wenn man sich einige Anwendungsbeispiele betrachtet.

Die Vernetzung von TV-Gerät, HiFi-Anlagen, Laptop, Lichttechnik, Heizungs- und Klimaanlage, sowie der Internetanbindung vereinfacht beispielsweise die Bedienung dieser Geräte, sie können nun zentral über ein Smartphone gesteuert werden und sich auch untereinander steuern. Beim Start eines Films, könnte das Abspielgerät ja nach Tageszeit das Raumlicht dimmen oder die Jalousie absenken, einen Beamer aktivieren und die Leinwand herunterfahren, sowie das Soundsystem aktivieren.

Im Urlaub sorgen automatische Fensteröffner für die Belüftung der Wohnung und die Lichttechnik simuliert ein bewohntes Heim. Vor Antritt der Heimreise wird die Heizungs- und Klimaanlage per Smartphone auf die gewünschte Temperatur reguliert. Das Auto ermittelt bei Bedarf automatisch die günstigste Tankstelle auf dem Heimweg und das moderne Verkehrsleitsystem lenkt Fahrzeuge an Staus vorbei und zeigt den nächsten freien Parkplatz am Ziel an.

Doch neben diesen Beispielen zum Komfortgewinn im privaten Bereich gibt es auch jede Menge Anwendungsbeispiele im öffentlichen Bereich und in der Wirtschaft. Dabei stellen

Energiesicherheit und die Kosten für Energie wichtige Faktoren dar.

Mit dem Trend hin zu alternativen Energien, wie Solar- und Windkraftanlagen steigt auch das Risiko, dass die Netzstabilität durch Über- oder Unterspannung des Stromnetzes gefährdet ist.

Die Netzstabilität kann sichergestellt werden, indem eine moderne Lastregelung der Stromnetze realisiert wird. Diese benötigt zeitnahe Informationen zum Verbrauch und zur Produktion von Strom und kann sogar regulierend eingreifen, indem variable Strompreise das Konsumverhalten der Nutzer beeinflussen.

Mit Hilfe neuer Standards zur Gerätevernetzung können Informationen zum Strombedarf und Betriebszeitpunkt von Geräten verwendet werden, um den Strombedarf genau zu ermitteln oder Lastverschiebungen für Geräte mit variablen Betriebszeitpunkten zu ermöglichen. Strompreise könnten an die Verfügbarkeit gekoppelt werden und der Nutzer kann seinen Verbrauch Preisabhängig konfigurieren. Auch das Einbeziehen neuer Stromspeicher, wie die Akkumulatoren der Elektro- und Hybridfahrzeuge ist denkbar.

Den Schlüssel zum Durchbruch all dieser Technologien stellen Standards zur Gerätevernetzung dar. Doch der Erfolg eines solchen Standards hängt auch vom Erreichen einer Kritischen Masse ab, erst so wird es sich auch für die Wirtschaft lohnen auf spezielle Standards zu setzen.

Wichtige Eigenschaften für den Erfolg eines Standards zur Gerätevernetzung sind ein offenes, serviceorientiertes und herstellerübergreifendes Modell, mit klar definierten Schnittstellen und der Möglichkeit eine Geräte- und Funktionsbeschreibung zu übertragen.

Diese Arbeit behandelt bestehende Standards der Gerätevernetzung und geht dabei insbesondere auf das OSGi Framework ein. In einem zweiten Teil werden Standards vorgestellt, die um die Smart Grid Funktionalität (intelligentes Stromnetz) erweitert wurden [1, 3].

## 2. STANDARDS ZUR GERÄTEVERNETZUNG

„Ein Standard ist ein öffentlich zugängliches technisches Dokument, das unter Beteiligung aller interessierter Parteien entwickelt wird und deren Zustimmung findet. Der Standard beruht auf Ergebnissen aus Wissenschaft und Technik und zielt darauf ab, das Gemeinwohl zu fördern.“ [4]

Unter diesem Gesichtspunkt soll die Thematik Standards zur Gerätevernetzung in dieser Arbeit betrachtet werden.

### 2.1 Etablierte Standards zur Gerätevernetzung

Schon heute gibt es eine Vielzahl von Standards im Bereich der Gerätevernetzung, dabei sind Ethernet, WLAN und Bluetooth im ISO/OSI Modell den Layern 1 und 2 zugeordnet. Gebräuchliche Standards zur Gebäudeautomation sind EIB/KNX, ZigBee, Z-Wave und der LCN-Bus, sie werden ab Layer 3 aufwärts zugeordnet. Die Standards UPnP, Jini und SNMP werden den anwendungsorientierten Layern 5 bis 7 zugeordnet.

Die hier vorgestellten Standards sollen lediglich einen Einblick in verwendete Standards auf dem Weg zur Gerätevernetzung geben und haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

**Tabelle 1. ISO/OSI 7 Schichtenmodell**

Layer	Einordnung	Protokolle
7 Anwendung	Anwendungsorientiert	HTTP, FDP, XML, SOAP, UPnP, Jini, SNMP, ZigBee, KNX
6 Darstellung		
5 Kommunikation		
4 Transport	Transportorientiert	TCP, UDP, ZigBee, KNX
3 Vermittlung		IP, IPsec, ZigBee
2 Sicherung		Ethernet, WLAN, Bluetooth
1 Übertragung		

#### 2.1.1 Der IEEE 802.3 Standard (Ethernet)

Das Ethernet ist ein kabelgebundener Standard im Bereich der LAN-Verbindungen. Auf ihn kann die Protokollfamilie TCP/IP und UDP betrieben werden. Dieser Standard stellt die meist verwendete Grundlage für standardisierte Technologien wie HTTP, XML und SOAP dar.

Die Bandbreite im Gigabit-Ethernet ist zur Zeit auf bis 100 Gigabit/s spezifiziert [2].

#### 2.1.2 Der IEEE-802.11 Standard (WLAN)

Das Wireless Local Area Network (WLAN), ist ein funkbasierter Standard, genau wie im Ethernet laufen auf ihm Technologien wie TCP/IP und UDP und somit die darauf aufbauenden Standards. In der Praxis verfügt WLAN über eine Bandbreiten von 100 bis 120 Mbit/s und kann dabei handelsübliche Endgeräte auf einer Reichweite von bis zu 100 Meter auf freier Fläche erreichen. Ebenso ist es möglich über WLAN Ad-hoc-Netze aufzubauen, hier sind alle Geräte im Netz gleichwertig [2].

#### 2.1.3 Der IEEE 802.15.1 Standard (Bluetooth)

Wie WLAN ist auch Bluetooth ein funkbasierter Standard, der eine Datenübertragung zwischen den Geräten über kurze Distanzen ermöglicht. Bluetooth baut dabei kleine Ad-hoc-Netze auf. Hauptzweck ist die kabellose Verbindung von mobilen Kleingeräte und ihren Peripheriegeräten [2].

#### 2.1.4 IEEE 802.15.4 Standard (ZigBee)

ZigBee ist ein funkbasierter Standard für die Vernetzung von Haushaltsgeräten, Sensoren und verschiedensten aktiven Komponenten in Gebäuden auf Entfernungen von bis zu 100 Meter. Dabei nehmen die Geräte eine der folgenden Rollen ein: Endgerät, Router oder Koordinator [2, 5].

#### 2.1.5 Z-Wave Standard

Z-Wave ist wie ZigBee ein funkbasierter Standard für die Heimautomatisierung des dänischen Unternehmen Zensys. Eine Besonderheit bei Z-Wave ist, dass es ein vermaschtes Netz aufbaut und jedes Gerät im Netz die Reichweite des Netzes erhöhen kann und Informationen redundante Wege gehen können [6].

### 2.1.6 Der EN 50090 Standard (EIB/KNX)

Die Standards Europäische Installationsbus (EIB) und KNX beschreiben wie in einem Gebäude Sensoren und Aktoren miteinander kommunizieren. Ziel ist ein höherer Komfort und große Flexibilität durch Gebäudeautomation. Die Steuerung erfolgt dabei über einen Computer. Das KNX-Protokoll arbeitet via IP-Multicast (Vermittlungsschicht). Der KNX+ Standard ist sowohl für Funkt als auch Kabel gebundene Kommunikation definiert [7].

### 2.1.7 Der LCN-Bus

Der Local Control Network Bus (LCN-Bus) ist ein kabelgebundener Standard, der über das Stromnetz betrieben wird. Da jedoch eine zusätzliche Drahtleitung benötigt wird, sollte die Nutzung dieses Standards bereits beim Neubau von Gebäuden berücksichtigt werden. Der Standard stammt von dem Unternehmen Issendorff Mikroelektronik GmbH. Die Steuerung erfolgt über eine passende Software am Computer [8].

### 2.1.8 Der UPnP Standard

Universal Plug and Play (UPnP) ist auf Microsoft zurückzuführen und wird heute von dem UPnP-Forum spezifiziert. UPnP dient zur herstellerübergreifenden Ansteuerung von Endgeräten und läuft auf allen IP basierten Netzwerken wie Ethernet, WLAN, Bluetooth und FireWire. UPnP unterstützt standardisierte Technologien wie TCP, UDP, HTTP, XML, Multicast und SOAP. Die zentrale Kontrolle durch einen Residential Gateway ist bei UPnP optional. Die Besonderheit von UPnP ist, dass jedes Kontrollgerät in der Lage ist, vollautomatisch weitere UPnP fähige Endgeräte zu erkennen und in Betrieb zu nehmen [2, 9].

### 2.1.9 Der Jini Standard

Jini ist ein auf Java basiertes Framework des Unternehmens Sun Microsystems. Dabei setzt es ein existierendes Netzwerk zwischen den einzelnen Geräten voraus. Mit dem Jini Framework soll es ermöglicht werden verteilter Anwendungen derart zu programmieren, dass möglichst flexibel Dienste im Netzwerk bereitgestellt werden können [10].

### 2.1.10 Der SNMP Standard

Das Simple Network Management Protocol (SNMP) dient der zentralen Überwachung und Steuerung von Geräten im Netzwerk. Dabei wird lediglich der Aufbau der Datenpakete und der Kommunikationsablauf geregelt. Als Besonderheit kann SNMP nicht nur in IP basierten Netzwerken eingesetzt werden, sondern arbeitet auch mit den Standards SPX/IPX und AppleTalk. Entwickelt wurde SNMP von der Internet Engineering Task Force (IETF) [11].

### 2.1.11 Zwischenbetrachtung

Für eine weitgehende kommunikative Vernetzung von Geräten der verschiedensten Hersteller existieren bereits viele Standards. Jedoch fehlte den hier vorgestellten Standards eine einheitliche Schnittstelle. Solch eine Schnittstelle sollte hardwareunabhängig, offen, dynamisches, skalierbar und serviceorientiert sein.

## 2.2 Der OSGi Standard

Die OSGi Plattform stellt einen solchen Standard dar. Urheber ist die OSGi-Alliance (Open Services Gateway Initiative), ein Industriekonsortium bestehend aus Großunternehmen wie der IBM Corporation, Siemens AG, SAP AG, Oracle Corporation, der Deutsche Telekom und vielen weiteren großen und kleineren Unternehmen, unter anderem aus dem Open Source Software-Bereich [1].

Die OSGi Plattform ist ein offener Standard der lediglich Programmierschnittstellen (APIs) und Testfälle definiert und eine Referenzimplementierung zur Verfügung stellt. Die OSGi Plattform bietet ein OSGi Programmiergerüst (aktuell Version 4.1), das als übergeordnete Schicht auf eine Java Virtual Machine (JVM) aufbaut [1, 12].

### 2.2.1 Wesentliche Eigenschaften von OSGi

Nach Heiko Seeberger (Technical Director Weigle Wilczek GmbH) zählt zu den drei wesentlichsten Eigenschaften, die die OSGi-Plattform bietet, zum einen die Modularisierung. OSGi bietet oberhalb der Package-Ebene in Java klar definierten öffentlichen Schnittstellen und Abhängigkeiten für seine Bundles (Module). Eine zweite, wesentliche Eigenschaft ist, dass Bundles zur Laufzeit eingespielt, aktualisiert und wieder entfernt werden können, also dynamisch sind. Die dritte wesentliche Eigenschaft von OSGi ist das serviceorientierte Programmiermodell. Bundles können, nach der Registrierung in der OSGi Service Registry, ihre Objekte als Service bereitstellen, welche wiederum von anderen Bundles verwendet werden können [13].

Besonders aus Sicht der Hersteller von Servicelösungen und Geräten für das Smart Home stellt die Kombination dieser drei Eigenschaften deutliche Vorteile dar.

Die Entwicklungskosten können durch ein breites Angebot an Standardservices und die lose Kopplung der Bundles, sowie der guten Testbarkeit und Wiederverwendung eingespart werden. Die klare Trennung von API und Implementierung erhöht die Flexibilität und das standardisierte Lifecycle-Management spart Betriebskosten [13].

### 2.2.2 Die OSGi Gesamtarchitektur

Die OSGi Spezifikation liegt in Form einer Core Specification und eines Service Compendium vor, es definiert das OSGi Framework sowie die OSGi Standard Services [14].

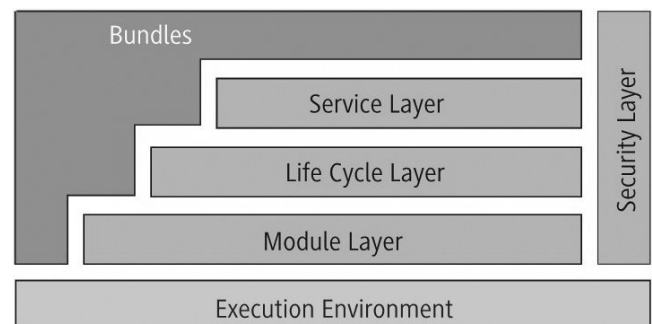


Abbildung 1: Die OSGi Architektur [11]

Die Abbildung 1 zeigt das OSGi-Framework, bestehend aus einer Reihe von Schichten, die aufeinander aufbauen. Sie erweitern das durch Java und der JVM vorgegebene Modell um die bereits beschriebenen drei Eigenschaften Dynamik, Modularisierbarkeit und Serviceorientierung.

Die Ausführungsumgebung ist auf verschiedenen Java fähigen Hardware-Plattformen lauffähig und spezifiziert lediglich welche Klassen, Interfaces und Methoden vorhanden sein müssen, damit ist OSGi hardwareunabhängig.

Die unterste logische Schicht definiert als kleinste Einheit im OSGi-Framework das Bundle (Modul). Bundles können eigenständig installiert und genutzt werden. Jedes Bundle muss seine Abhängigkeiten in einer standardisierten Form innerhalb der Datei MANIFEST.MF hinterlegen.

Die Life Cycle Layer definiert den Managementagenten, der ein Interface zum OSGi Framework implementiert, von dem die Bundle-Zustände gesteuert werden können.

Damit ein Bundle genutzt werden kann und auch von anderen Bundles gefunden wird, muss es sich über die Service Registry im OSGi-Framework registrieren. Die Registrierung ist dabei nur während der Laufzeit aktiv [14].

Die Standardservices nehmen im OSGi-Framework eine wichtige Rolle ein. Sie implementieren verschiedenste Lösungen und können von anderen Bundles genutzt werden. Unter anderem gehören dazu ein standardisierter Log-Service, ein HTTP-Service, ein UPnP-Service, ein XML-Parser-Service und viele weitere Services. Dadurch garantiert das OSGi-Framework, auf einer sehr transparenten Art und Weise, andere Standards zu integrieren [1].

Die Security Layer bietet Mechanismen die auf dem Java-Sicherheitsmodell basieren, daher können Ausführungsrechte einzelner Bundles gezielt eingeschränkt werden [14].

### 2.2.3 Fazit zum OSGi-Framework

Die OSGi-Plattform bietet für die Vernetzung von intelligenten Endgeräten, die Möglichkeit der klassischen Fernsteuerung, des Fernmanagement, sowie der Installation neuer Service-Komponenten im laufendem Betrieb. Dabei kann OSGi verschiedene Standards wie Ethernet, WLAN, EIB/KNX, UPnP, und viele weitere nutzen und stellt den bisher aussichtsreichsten Standard im Bereich der Gerätevernetzung dar.

Bereits heute existieren neben der Referenzimplementierung eine Vielzahl an kommerziellen und freien (Open Source) Implementierungen [1].

Doch wie zu Beginn dieser Arbeit beschrieben, liegen noch weitere Potentiale in der Gerätevernetzung. Zu ihr gehört die intelligente Vernetzung des Stromnetzes. Standards die diese Smart Grid Funktionalität unterstützen wollen, müssen über eine erweiterte standardisierte Geräte- und Funktionsbeschreibung verfügen und spezifische Funktionen bereitstellen.

## 3. DAS INTELLIGENTE STROMNETZ

Betrachtet man nun die Möglichkeit in der Gerätevernetzung auch die Stromnutzung intelligent zu steuern, bieten sich weitere Möglichkeiten, die über den Ansatz des Smart Home weit hinaus

reichen. Das intelligente Stromnetz (engl. Smart Grid) ist eine großflächige kommunikative Vernetzung von Stromerzeugern, elektrischen Verbrauchern, Speicherquellen und deren Netzinfrastruktur zur Steuerung und Überwachung des Strombedarfs [15].

### 3.1 Das aktuelle Stromnetz in Europa

Der heutige Strommarkt in Europa zeichnet sich durch die zentralisierte Bereitstellung von Strom über ein weit vernetztes Stromnetz aus. Doch schon heute ist ein deutlicher Trend zu dezentralen Stromerzeugungsanlagen zu erkennen. Betrachtet man die Zunahme von kleinen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Windkraftanlagen, Solarthermische- und Photovoltaikanlagen, sowie Biogasanlagen im Bereich des Kleingewerbes und der Ein- und Mehrfamilienhäuser in den letzten Jahren [16, 17].

Die Folge ist eine deutlich komplexere Struktur des Stromnetzes, besonders im Bereich der Lastregelung, was zu zunehmenden Risiken im Bereich der Netzstabilität führen kann. Besonders die Einspeisung von Strom aus Wind- und Solarkraftwerken unterliegt einer stark schwankenden Stromproduktion und führt somit zu unvorhersehbaren Schwankungen in der Netzeinspeisung. Zusammen mit unvorhersehbarer Spitzenlast stellt dies eine zunehmende Gefahr für das Stromnetz dar. Wie anfällig unser weit verzweigtes Stromnetz ist, zeigte am 6. November 2006 ein großflächiger Stromausfall in vielen Teilen Europas. Ursache war die Abschaltung einer Starkstromleitung für die Durchfahrt eines Kreuzfahrtschiffes, welche erst eine Überlastung im nordwestdeutschen Netz zufolge hatte und danach eine Kettenreaktion auslöste, die sich auf große Teile Europas fortsetzte [18].

### 3.2 Die Idee des intelligenten Stromnetzes

Die Möglichkeiten, die eine kommunikative Vernetzung vom Stromerzeuger bis hin zum elektrischen Verbraucher bietet sind vielseitig, dabei soll das intelligente Stromnetz nicht nur die Netzstabilität der Zukunft sicherstellen, sondern auch zum Energiesparen beitragen.

Um Unterspannung zu verhindern werden Energieversorgungsnetze auf die mögliche Höchstbelastung ausgelegt, dabei gibt es vorhersehbare und unvorhersehbare Spitzenlast. Besonders letztere stellt eine Gefahr für die Netzstabilität dar und kann durch intelligente Stromnetze deutlich reduziert werden.

Da viele elektrische Verbraucher eine Flexibilität in ihren Betriebszeitpunkten besitzen, ohne dabei in ihrer Funktionalität beeinträchtigt zu werden, ist es im intelligenten Stromnetz möglich, die Spitzenlast deutlich zu reduzieren, indem Lastverschiebungen durchgeführt werden [19].

Gemäß dem Fraunhofer Institut entsteht über 40% des Energieverbrauchs in Deutschland in und an Gebäuden [19]. Dabei entfallen wiederum 80% dieses Stromverbrauchs auf elektrische Verbraucher, die ihrem Betriebszeitpunkt variieren können [18]. Doch auch in Industrie und Wirtschaft ist eine zeitliche Verlagerung des Stromverbrauchs möglich. Dabei ist eine solche Verlagerung je nach Anforderung des elektrischen Verbrauchers von wenigen Minuten bis hin zu vielen Stunden möglich.

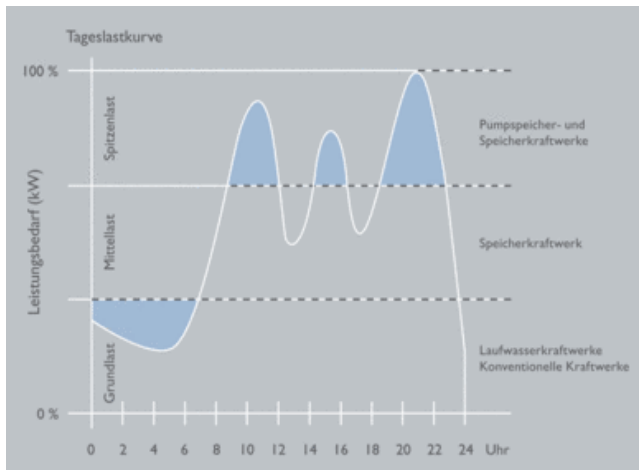


Abbildung 2: Beispiel des Stromlastverlauf eines Tages [29]

Doch auch die Speicherung von Energie spielt im intelligenten Stromnetz eine wichtige Rolle, beispielsweise kann in der Nacht kostengünstig Energie in Pumpspeicherwerken oder auch in den Batterien von Elektro- und Hybridautos gespeichert werden. Dazu müssten Fahrzeuge und Parkplätze dafür ausgelegt werden, Strom auch wieder in das Netz zurückzuspeisen. Die Regulierungsleistung, könnte sehr groß sein, besonders unter dem Gesichtspunkt, dass Autos im Durchschnitt 95% der Zeit nicht betrieben werden.

Die dezentralisierte Stromerzeugung wird durch virtuelle Kraftwerke ermöglicht, welche aus einem Verband mehreren kleiner kommunikativer Vernetzter Stromerzeuger besteht, die dabei ihren Strom auch direkt in das Niederspannungsnetz oder das Mittelspannungsnetz einspeisen [21].

Erst das Zusammenspiel von Stromerzeugung, Speicherung, Netzmanagement und Verbrauch, in einem Smart Grid System, ermöglicht es den Stromverbrauch deutlich zu reduzieren. Die Kostenreduzierung wird durch zwei Faktoren erreicht. Zum einen wird nur der Strom produziert, der auch nachgefragt wird und zum anderen kann man durch Lastverlagerung die Produktion der kostenintensiven Spitzenlast vermeiden (vgl. Abbildung 2). Als Nebeneffekt der besseren Vorhersagbarkeit von Strombedarf und Stromproduktion entsteht eine neue Qualität der Netzstabilität.

In Deutschland wird das intelligente Stromnetz durch das E-Energy Projekt des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert. Dabei wird die Auswirkung dieser Technologie in sechs Modellregionen untersucht [3].

Im Folgenden werden zwei Standards, die aus dem E-Energy Projekt stammen, vorgestellt. Das OGEMA-Framework und der EEBus.

### 3.3 Der OGEMA Standard

Die Open Gateway Energy Management Alliance (OGEMA) ist ein Konsortium aus Forschung und Industrie. Federführend ist das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES). Das IWES arbeitet dabei mit Partnern des E-Energy-Projekt Modellstadt Mannheim

zusammen. Darunter zählen Unternehmen wie MVV Energie, IBM Deutschland und der Solargroßhändler Entrason [19].

Ziel der OGEMA ist es, eine offene Software-Plattform für Energiemanagement anzubieten, mit der beteiligte Unternehmen und Entwickler Ideen zur Nutzung von Smart Grid, effizient umsetzen können. Das OGEMA Framework soll dabei ähnlich wie im Smartphonebereich ein breites Angebot an Applikationen entstehen lassen. Somit soll den Bedürfnissen von Privathaushalten über öffentlichen Einrichtungen bis hin zum Gewerbe und der Industrie entsprochen werden.

#### 3.3.1 Die OGEMA Architektur

Einen interessanten Weg hat man mit der OGEMA Architektur genommen, indem das OGEMA Framework auf den vielversprechenden OSGi Standard aufbaut, wie in Abbildung 3 zu sehen.

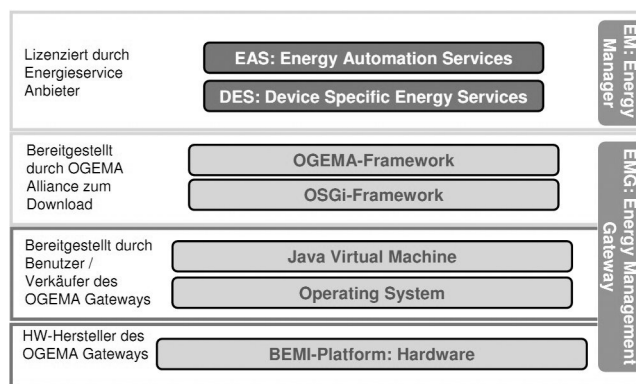


Abbildung 3: Die OGEMA Architektur [22]

Basis für das OGEMA Framework bildet das Bidirektionale Energiemanagement Interface (BEMI), ebenfalls eine Lösung des Fraunhofer IWES aus dem Jahre 2007. Besonderheit hier ist die dezentrale Steuerung im Smart Grid.

Die Abbildung 3 zeigt das Zusammenspiel von „Energy Manager“ und „Energy Management Gateway“ auf Basis der BEMI Hardware [22].

#### 3.3.2 Das OGEMA Framework

Das OGEMA Framework ist in vier Schichten gegliedert (vgl. Abbildung 4).

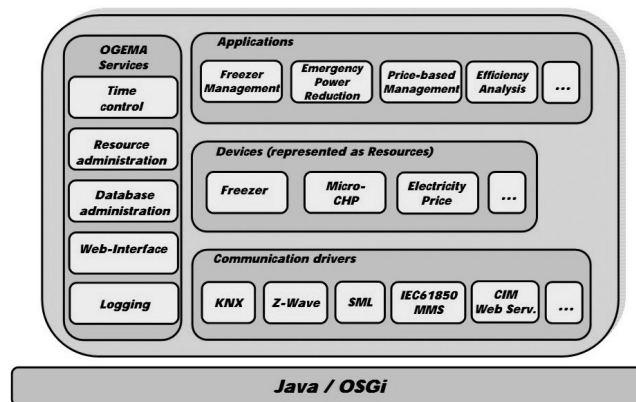


Abbildung 4: Das OGEMA Framework [22]

Die OGEMA Services Schicht stellt die Standardservices wie Zeitkontrolle, Administration, Log Service, sowie ein Web Interface Service zur Verfügung.

Für die Kommunikation stehen Standards für die Heimautomatisierung wie die KNX und Z-Wave, der Common Information Model Standard (CIM), der für das Management von IT-Systemen ausgelegt ist [24], sowie viele weitere Standards zur Gerätekommunikation bereit.

Die Geräteschicht bildet die am OGEMA Gateway registrierten Sensoren und Aktoren ab, wie kleine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Lichttechnik und andere Endgeräte. Die Registrierung der Endgeräte erfolgt vollautomatisch (Plug & Play) [22, 23].

Die Applikationsschicht definiert konkrete Applikation auf die ein Nutzer Zugriff hat. Anbieter von Software können ihre Produkte ohne das Offenlegen des Sourcecode in OGEMA einbinden [23].

### 3.3.3 Das Zusammenspiel im OGEMA Ansatz

Einen Überblick über das Zusammenspiel im OGEMA-Ansatz liefert die Abbildung 5. Die Nutzerinteraktion erfolgt über ein Terminal (User display). Endkunden sollen damit ihren Energieverbrauch steuern können. Die Konfiguration der Energieverbraucher versetzt den Nutzer in die Lage automatisch Strom zu verwenden, wenn dieser kostengünstig ist. Auf diese Weise entsteht eine Selbstregulierung des Energieverbrauchs entsprechend des Preises und Angebots. Sicherheit vor Manipulation und Datenschutz soll die Firewall Funktionalität des OGEMA Gateway bieten, da das Gateway zwischen dem privaten Bereich des Kunden und dem öffentlich zugänglichen Bereich der Dienstanbieter und Energieversorgungsnetze liegt. Den Serviceanbietern und Leitstellen der Energieversorger stehen ebenfalls offene Schnittstellen zur Integration in das OGEMA Smart Grid zur Verfügung [23].

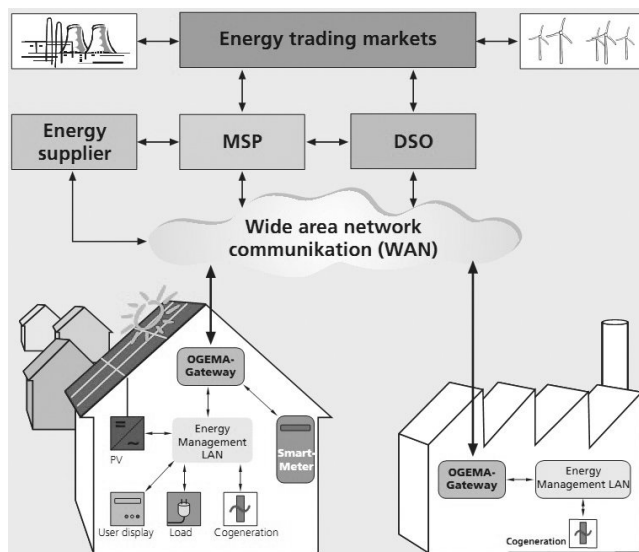


Abbildung 5: Das Zusammenspiel im OGEMA Ansatz [22]

## 3.4 Der EEBus Standard

Genau wie der OGEMA Standard stammt auch der EEBus Standard aus dem Förderprogramm E-Energy des BMWi und BMU und gehört dort zum Subprojekt Smart Watts [3, 27].

Gemäß [26] „beschreibt der EEBus die Nutzung bestehender Kommunikationsstandards, und -normen mit dem Ziel, Energieversorgern und Haushalten den Austausch von Anwendungen und Diensten zur Erhöhung von Komfort und Effizienz zu ermöglichen.

Zu diesem Zweck stellt der EEBus eine anwendungsneutrale, genormte Schnittstelle bereit.“

### 3.4.1 Architektur des EEBus

Der EEBus definiert lediglich die Schnittstelle zwischen allen Geräten im Gebäude und den Energieversorgern. Die Kommunikation zum Energieversorger über die Netzinfrastruktur definiert der EEBus nicht, um mehrere Lösungen zu ermöglichen [27].

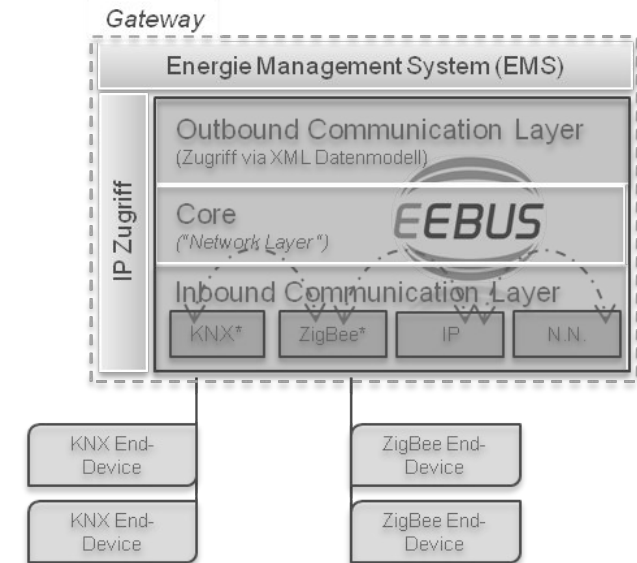


Abbildung 6: Die EEBus Architektur [26]

Wie in Abbildung 6 zu sehen unterscheidet der EEBus die Kommunikation in einer internen (Inbound Communication Layer) und einer externen (Outbound Communication Layer) Kommunikation.

Die Gebäudeinterne Kommunikation erfolgt über die bereits integrierten Standards KNX, ZigBee und TCP/IP. Gemäß [29] sind die Standards UPnP und LoWPAN in Vorbereitung. KNX kann im Bereich der kabelgebundenen Datenübertragung per Stromleitung (KNX Powerline) und per Funk (KNX RF) genutzt werden. Alternativ steht mit ZigBee eine weiterer funkgebundener Standard verwendbar, was die Wahl möglicher Endgeräte erhöht. Über die Protokollfamilie TCP/IP kann eine Verbindung zum Ethernet hergestellt werden.

Interessant ist, dass der EEBus sowohl auf Softwareebene, als auch auf Hardwareebene über einen Modulare Aufbau verfügt.

Dadurch wird es ermöglicht in bestehender Hardware neue Standards zu integrieren.

Die externe Kommunikation des EEBus erfolgt über standardisierte XML-Dateien.

Kern der EEBus Architektur ist die Network Layer, sie vermittelt zwischen den im Gebäude installierten Geräten und ermöglicht deren Kommunikation untereinander und interpretiert die XML-Daten der externen Kommunikationspartnern für die jeweiligen Endgeräte im Gebäude [27].

### 3.4.2 Die Erweiterungen bestehender Standards

Das Problem der teilweise fehlenden Möglichkeit bestehender Standards einer Smart Grid spezifischen Geräte- und Funktionsbeschreibung entgegnet EEBus indem diese Informationen zum Energiemanagement ergänzt werden.

Unter anderem gibt es auch eine direkte Zusammenarbeit mit der KNX-Association, aus der der Standard KNX PL+ stammt. KNX PL+ besitzt eine um 15-fach höhere Bandbreite [26, 7].

### 3.4.3 Der EEBus im Projekt Smart Watts

Wie beschrieben stellt der EEBus im Projekt Smart Watts die Schnittstelle zwischen hausinterner Kommunikation und den Energieversorgern dar. Die Kommunikation zwischen den Energieversorgern und der Stromnetzinfrastuktur bis zum Gebäude wird separat erarbeitet. Im Smart Watts Projekt ist ein eigenes Netzwerkadresssystem für die Kommunikation vorgesehen. Eine Datenzentrale soll Daten sammeln und aufbereiten um einen Mehrwert für den Endnutzer zu generieren [28].

## 4. AUSSICHTEN UND FAZIT

Im Bereich der allgemeinen Gerätevernetzung stellt OSGi einen zukunftsweisenden und vielversprechenden Standard dar. Seine offene, hardwareunabhängige, skalierbare und dynamische Struktur, sowie das serviceorientierte Programmiermodell ermöglicht es beispielsweise jedem Unternehmen und Softwareentwickler sehr flexibel weitere Kommunikationsstandards in das OSGi zu integrieren. Einer großflächigen Geräteintegration stehen damit weniger Steine im Weg.

Vor dem Hintergrund immer knapperer Energieressourcen und der aktuellen Diskussion um die Kernkraft, wird die Entwicklung der intelligenten Stromnetze von besonderem Interesse sein. Grundlage könnte einer der vorgestellten Standards mit Smart Grid Funktionalität sein. Denkbar ist, dass auch der EEBus OSGi unterstützt oder OSGi selbst um Standardservices mit Smart Grid Funktionalität ergänzt wird.

Letztlich wird der Erfolg von OSGi, OGEMA und EEBus vom Erreichen der Kritischen Masse abhängen, so dass Produkte und Servicelösungen wirtschaftlich hergestellt werden können. Und wie bei anderen modernen Technologien werden auch hier staatliche Subventionen einen entscheidenden Beitrag leisten können. Für Prognosen ist es jedoch noch zu früh.

## 5. LITERATUR

- [1] OSGi Alliance, Zugriff April 2011, <http://www.osgi.org/About/Mission>, <http://www.osgi.org/About/Technology>, <http://www.osgi.org/About/Members>
- [2] Internetauftritt der IEEE, Zugriff April 2011, <http://www.ieee802.org/11/index.shtml>, <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/index.html>, <http://grouper.ieee.org/groups/802/15/index.html>
- [3] E-Energy Smart Grids made in Germany, Zugriff April 2011, [http://www.e-energy.de/de/auf\\_einen\\_blick.php](http://www.e-energy.de/de/auf_einen_blick.php)
- [4] British Standards Institute, Zugriff April 2011, <http://www.bsigroup.com>
- [5] ZigBee Alliance, Zugriff April 2011, <http://www.zigbee.org/Specifications/ZigBee/Overview.aspx>
- [6] Z-Wave Alliance, Zugriff April 2011, <http://www.z-wavealliance.org/modules/AboutUs/>
- [7] KNX-Association, Zugriff April 2011, <http://www.knx.org/knx-standard/knx-specifications/>
- [8] Issendorff Mikroelektronik GmbH, Zugriff April 2011, <http://www.lcn.de/einleitung1.htm>
- [9] UPnP-Forum, Zugriff April 2011, <http://upnp.org/sdcpis-and-certification/resources/whitepapers/>
- [10] Sun Microsystems Jini, Zugriff April 2011, <http://sunsite.uakom.sk/sunworldonline/swol-08-1998/swol-08-jini.html>
- [11] SNMP, Zugriff April 2011, <http://www.snmp.com/products/technology.shtml>
- [12] Dr. Susan Schwarze, Was sind die Vorteile einer OSGi-Lösung für Hersteller und Service Provider?, <http://test.osgi.org/wiki/uploads/News/ArtikelVorteileOSG-EmbeddedWorld03.doc>
- [13] IT-Republik, Erste Schritte mit OSGi, Zugriff April 2011, <http://it-republik.de/jaxenter/artikel/Erste-Schritte-mit-OSGi-2077.html>
- [14] IT-Republik, Das OSGi Framework, Zugriff April 2011, <http://it-republik.de/jaxenter/artikel/Das-OSGi-Framework-2221.html>
- [15] Normungsroadmap E-Energy / Smart Grid Deutschland, [http://www.smartgrid.ch/images/normungsroadmap\\_smart\\_grid.pdf](http://www.smartgrid.ch/images/normungsroadmap_smart_grid.pdf)
- [16] Arnold Picot, Karl-heinz Neumann, E-Energy: Wandel und Chance durch das Internet der Energie, 2009 ISBN 978-3-642-02932-5
- [17] European SmartGrids Technology Platform, [http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf)
- [18] Die Zeit, Stromausfall in Europa am 6. November 2006, <http://www.zeit.de/online/2006/45/Stromausfall>
- [19] Start des ersten Home-Automation-Betriebssystems für intelligente Netze, Pressemeldung Fraunhofer, 2009,

[http://www.iset.uni-kassel.de/public/IWES\\_PM\\_OGEMA\\_2009-11-25.pdf](http://www.iset.uni-kassel.de/public/IWES_PM_OGEMA_2009-11-25.pdf)

- [20] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Zugriff April 2011, [http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE\\_BDEW-Jahresstatistik](http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_BDEW-Jahresstatistik)
- [21] Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., Zugriff April 2011, <http://www.ffe.de/taetigkeitsfelder/technikanalysen-und-energiemanagement/156>
- [22] Open Gateway Energy Management Alliance Concept, Zugriff April 2011, [http://www.ogemalliance.org/downloads/ogemalliance\\_20100119.pdf](http://www.ogemalliance.org/downloads/ogemalliance_20100119.pdf)
- [23] OGEMA Technology-brief, Zugriff April 2011, [http://www.ogemalliance.org/downloads/ogema\\_technology-brief.pdf](http://www.ogemalliance.org/downloads/ogema_technology-brief.pdf)
- [24] The Common Information Model (CIM), Zugriff April 2011, <http://www.dmtf.org/standards/cim>
- [25] E-Energy-Projekt Modellstadt Mannheim, OGEMA-Alliance, <http://www.modellstadt-mannheim.de>
- [26] Der EEbus, Zugriff April 2011, <http://www.eebus.de/eebus-die-technologien.html>, <http://www.eebus.de/smart-energy.html>
- [27] Kellerdonk, Zugriff April 2011, <http://www.kellendonk.de/eebus>
- [28] Projekt Smart Watts, Zugriff April 2011, <http://www.smartwatts.de>
- [29] Grafik Lastverlagerung, Zugriff April 2011, <http://www.hydros.bz.it/index.php?id=666>