

Wege zur Integration von Intelligenten Messsystemen in  
eine ERP Branchenlösung für Energieversorger

## **Master-Thesis**

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Master of Engineering (M.Eng)



eingereicht von: Patrick Marquardt  
geboren am: 24.02.1983  
Matrikelnummer: 16966

Erstbetreuer: Prof. Dr. rer. nat. Uwe Heuert  
Zweitbetreuer: Dipl. Inf. Mathias Meissner

Merseburg, den 6. Februar 2015

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Vorwort . . . . .	1
1.2	Abstract . . . . .	2
1.3	Motivation . . . . .	2
1.4	Aufgabenstellung und Ist-Situation . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Energiewende</b>	<b>4</b>
2.1	Motivation Energiewende . . . . .	4
2.2	Der Weg für die Basis Intelligenter Messsysteme . . . . .	4
2.2.1	Begriffserklärung und Historie . . . . .	4
2.2.2	Geschichte der Energiewende in Deutschland . . . . .	5
2.2.3	Gesetze als Grundlage für Intelligente Messsysteme . . . . .	8
2.3	Auswirkungen in Deutschland und Betrachtung in anderen Ländern . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>15</b>
3.1	Basistechnologien dieser Arbeit . . . . .	15
3.1.1	Anwendungssysteme für Energieversorgungsunternehmen . . . . .	15
3.1.2	Enterprise-Resource-Planning-System . . . . .	17
3.1.3	Microsoft Dynamics NAV . . . . .	21
3.1.4	Technische Richtlinie BSI TR 03109 . . . . .	23
3.2	Intelligente Messsysteme . . . . .	27
3.2.1	Motivation . . . . .	27
3.2.2	Differenzierung der Begriffe . . . . .	27
3.3	Web Service . . . . .	29
3.3.1	Begriffsdefinition . . . . .	29
3.3.2	Architektur . . . . .	30
3.3.3	Web Service Protokollstapel . . . . .	34
3.3.4	Web Service Dienstkommunikation . . . . .	35
3.3.5	Web Service Dienstbeschreibung . . . . .	40
3.3.6	Dienstverzeichnis . . . . .	46
<b>4</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>48</b>
4.1	Vorüberlegungen . . . . .	48
4.1.1	Analyse der Architektur und Technologie . . . . .	48
4.1.2	Zielsetzung und konzeptionelle Ansätze . . . . .	50

4.2	Mockup MS Dynamics NAV als Web Service Client . . . . .	54
4.3	Realisierung . . . . .	59
4.3.1	Modellbildung - MS Dynamics NAV als Web Service Server . . . . .	59
4.3.2	Rechnungsdaten im MS Dynamics NAV . . . . .	60
4.3.3	Programmierung - MS Dynamics NAV als Web Service Server . . . . .	62
4.3.4	Sicherheit Web Service Schnittstelle . . . . .	64
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>68</b>
5.1	Aktuelle Betrachtung der Energiewende . . . . .	68
5.2	Fazit der Arbeit und Ausblick . . . . .	71
	<b>Anhänge</b>	<b>73</b>
	<b>Verzeichnisse</b>	<b>75</b>
	<b>CD-ROM</b>	<b>83</b>
	<b>Selbständigkeitserklärung</b>	<b>84</b>
	<b>Einverständniserklärung</b>	<b>84</b>

# Nomenklatur

<b>BDEW</b>	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
<b>BfDI</b>	Bundesbeauftragter für den Datenschutz und die Informationsfreiheit
<b>BNetzA</b>	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
<b>BSI</b>	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>CLS</b>	Controllable Local System
<b>CMS</b>	Cryptographic Message Syntax
<b>COSEM</b>	Companion Specification for Energy Metering
<b>dena</b>	Deutsche Energie-Agentur
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung
<b>DKE</b>	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
<b>EDIFACT</b>	United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EnWG</b>	Energiewirtschaftsgesetz
<b>ERP</b>	Enterprise-Resource-Planning
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EVU</b>	Energieversorgungsunternehmen
<b>FNN</b>	Forum zur Weiterentwicklung von Netztechnik und Netzbetrieb
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol

<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>MaBiS</b>	Marktregeln für die Durchführung der Bilanzkreisabrechnung Strom
<b>MessZV</b>	Messzugangsverordnung
<b>MS NAV</b>	Microsoft Dynamics NAV
<b>OASIS</b>	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
<b>OBIS</b>	Object Identification System
<b>PKI</b>	Public-Key-Infrastruktur
<b>PTB</b>	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
<b>REST</b>	Representational State Transfer
<b>RPC</b>	Remote Procedure Call
<b>SSL</b>	Secure Socket Layer
<b>SSL/TLS</b>	Secure Socket Layer/Transport Layer Security
<b>SMGW</b>	Smart Meter Gateway
<b>SMTP</b>	Simple Mail Transfer Protocol
<b>SOA</b>	Serviceorientierte Architektur
<b>SOAP</b>	Simple Object Access Protocol
<b>TCP/IP</b>	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier
<b>VDE</b>	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
<b>WSDL</b>	Web Service Description Language
<b>W3C</b>	World Wide Web Consortium
<b>XML</b>	Extensible Markup Language

# 1 Einleitung

## 1.1 Vorwort

Im Zuge der Energiewende hat sich die Bundesrepublik Deutschland zum Ziel gesetzt, den Anteil an Erneuerbaren Energien (EE) bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 50 Prozent und bis 2035 auf über 55 Prozent zu steigern [Ene14]. Das führt zwangsläufig zu einer höheren Komplexität in Bezug auf Verwaltung und Steuerung der Netze. Diese entsteht, weil mehrere kleine Kraftwerke asynchron Energie einspeisen und zudem dezentral verteilt sind. Bedingt durch die Dezentralisierung der Energiesysteme ist es für den Ausbau der EE notwendig, wettbewerbsfähige virtuelle Kraftwerke<sup>1</sup> zu etablieren. Des Weiteren werden hohe Ansprüche an die Interoperabilität der Systemarchitektur zwischen Marktteilnehmern, Zählern für Stoff- und Energiemengen sowie Controllable Local Systems (CLS) gestellt.

Die Firma msu solutions GmbH<sup>2</sup> aus Halle (Saale) entwickelt als Microsoft Gold Certified Partner<sup>3</sup> integrierte Business-Lösungen für Ver- und Entsorgungssysteme. Die Hauptaufgabenfelder liegen dabei in Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Systemen für die Energie- und Wasserwirtschaft. Im Fokus dieser Abschlussarbeit liegt die Analyse und Implementierung einer Kommunikationsstrecke. Der Kontext bezieht sich hierbei auf die Integration von Schnittstellen für Smart-Metering-Infrastrukturen<sup>4</sup> in eine Branchenlösung für Energieversorgungsunternehmen.

---

<sup>1</sup>Kraftwerke verschiedener Art sind an unterschiedlichen Standorten durch eine zentrale Steuerung zusammengefasst. Auf der Nachfrageseite verhält sich dies wie ein einzelnes Kraftwerk. [Pas14a]

<sup>2</sup>Die Webseite befindet sich unter <http://www.msu-solutions.de>

<sup>3</sup>Die Webseite befindet sich unter <https://mspartner.microsoft.com/de/de/pages/membership/enterprise-resource-planning-competency.aspx>

<sup>4</sup>Intelligenter Zähler gemäß Definition §21d EnWG(Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung)

## 1.2 Abstract

Die Europäische Union hat Vorgaben erlassen, wie mit Hilfe von Intelligenten Netzen, den sogenannten Smart Grids, eine flexiblere und gleichzeitig sichere Energieversorgung ermöglicht werden kann. Eine zentrale Stellung nehmen hierbei die Intelligenten Messsysteme ein.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit wird zunächst auf die aktuelle Gesetzeslage und deren damit verbundenen Anforderungen eingegangen. Speziell werden die Gesetze und deren Auswirkungen auf den Energiemarkt beleuchtet. Im Kontext der Technischen Richtlinien vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) werden ausgewählte Anwendungsfälle betrachtet und deren theoretische Umsetzungen erörtert. Der praktische Teil befasst sich vorwiegend mit der prototypischen Umsetzung zur Integration einer Schnittstelle für Smart-Metering-Infrastrukturen in eine ERP Branchenlösung.

## 1.3 Motivation

Bedingt durch die Energiewende und den damit verbundenen Gesetzen werden große Anforderungen an so genannte Intelligente Messsysteme und Netze gestellt. Im Zusammenhang mit dieser Entwicklung entstehen neue Geschäftsprozesse für Energieunternehmen. Diese sind gefordert, mit geeigneten IT-Systemen die Richtlinien und Gesetze der Energiewende zu erfüllen. In Bezug auf die Intelligenten Messsysteme bedeutet dies, dass die Übermittlung und Verarbeitung von Daten für Energie- und Stoffmengen sowie die Steuerung für Anlagen, insbesondere Anlagen für EE, innerhalb der Intelligenten Netze den Vorgaben an Interoperabilität, Datenschutz und Datensicherheit genügen müssen. Alle Unternehmen, welche im Rahmen ihrer Geschäftsfelder mit der Verarbeitung von Daten für Energie- und Stoffmengen arbeiten oder Software dieser Geschäftsfelder entwickeln, sind daher auf lange Sicht in der Pflicht, Schnittstellen für die oben genannten Anforderungen zu schaffen. Im Umfang dieser Arbeit wird auf die Datenübermittlung eingegangen, indem ein bestehendes Softwaresystem<sup>5</sup> dahin gehend erweitert werden soll, um über entsprechende Schnittstellen mit Intelligenten Messsystemen<sup>6</sup> kommunizieren zu können.

---

<sup>5</sup>ERP-System für Energieunternehmen der Firma msu solutions

<sup>6</sup>es: Crypto Gateway Service der Firma exceeding-solutions als Modul zur Interoperabilität mit Intelligenten Messsystemen

## 1.4 Aufgabenstellung und Ist-Situation

Ziel der Arbeit ist es die bestehende ERP-Lösung<sup>7</sup> msu.energie<sup>2013</sup> zu analysieren und dahin gehend zu erweitern, um zukünftig mit Smart-Meter-Systemen kommunizieren zu können. Kernpunkt der Kommunikation soll eine Web Service-Schnittstelle<sup>8</sup> zum Empfang abrechnungsrelevanter Messwerte sein. Perspektivisch sollen über diese Schnittstelle automatisiert Daten der Smart-Meter-Geräte empfangen werden, um daraus Abrechnungen für Energiemengen zu erstellen.

Das System soll die derzeitige Vorgehensweise der zum Teil manuellen und nicht automatisierten Erfassung und Integration von Zählerwerten ablösen. Die Beschaffung dieser Werte ist derzeit nicht überall standardisiert und unterschiedlich gelöst. Je nach Endkunde werden die Daten auf verschiedene Wege in das System integriert. Als einziges Standardverfahren erfolgt die Integration üblicherweise durch AS1<sup>9</sup> Kommunikation. Die Erfassung, Übermittlung und Weiterverarbeitung der Messwerte soll zukünftig über einheitlich gültige Verfahren und Schnittstellen erfolgen. Die Richtlinie TR-03109 vom BSI gibt die Prozessabläufe im Allgemeinen vor.

Eine weitere Aufgabe der Arbeit besteht darin, zu analysieren, welche Technologien zur Umsetzung der Kommunikation eines Smart-Metering-Systems unter Nutzung der Software der Firma msu solutions notwendig sind. Es wird untersucht, welche Schnittstellen in der Software msu.energie<sup>2013</sup> bereits implementiert sind. Dahingehend erfolgt auch eine Beurteilung der Fähigkeiten von Microsoft Dynamics NAV<sup>10</sup>, ob die Vorgaben für Schnittstellen nach BSI TR-03109 softwareseitig erfüllt werden und zusätzliche Komponenten auf Basis anderer Technologien notwendig sind.

In Kooperation mit der Firma exceeding solutions UG<sup>11</sup> aus Merseburg ist die Anbindung zwischen dem ERP-System der Firma msu solutions und einer Softwarekomponente, dem so genannten es:Crypt Gateway Service, der Firma exceeding solutions, zu entwickeln. Zudem sollen Analysen zur Entwicklung der Komponentenschnittstelle als Teil einer Gesamtstruktur durchgeführt werden. Die grundlegende End-to-End Kommunikation hat zwischen einem Smart-Meter-Prototypen der Firma Dr. Neuhaus Telekommunikation GmbH und der hauseigenen ERP-Lösung der Firma msu solutions GmbH stattzufinden.

---

<sup>7</sup>Branchenlösung für die Energiewirtschaft auf Basis von Microsoft Dynamics NAV

<sup>8</sup>Anwendung, welche über ein Netzwerk (zumeist per Hypertext Transfer Protocol (HTTP)-Protokoll) eine Maschine-zu-Maschine-Interaktion bereitstellt

<sup>9</sup>Der gesicherte Datentransport per E-Mail.

<sup>10</sup>Eine Standardsoftware für ERP-Systeme von Microsoft.

<sup>11</sup>Die Webpräsenz befindet sich unter <http://www.exceeding-solutions.de>

## 2 Energiewende

### 2.1 Motivation Energiewende

Aufgrund des zunehmenden Ausbaus der EE, werden in Zukunft hohe Anforderungen an die Überwachung und Steuerung von Energieversorgungssystemen gestellt. Große Probleme entstehen dabei durch arbiträre und fluktuierende Einspeisung von EE-Anlagen, im Kontext Wind- und Solarenergie, begründet durch regional nicht detailliert vorhersagbare Wetterereignisse. Weiterhin entsteht Komplexität durch die daraus resultierend zunehmende Umverteilung der Grundlast<sup>12</sup> weg von klassischen Grundlastkraftwerken<sup>13</sup> hin zur Abdeckung durch EE.

Auf Basis vieler geschichtlicher Ereignisse beschreibt sich die Energiewende heutzutage als Umbruch in der Beschaffung, Verteilung und Nutzung von Energie. Durch technischen Fortschritt und Sensibilisierung der Verbraucher soll ein effektiverer und sparsamer Umgang und auch im Zusammenhang mit der Umwelt schonendere Energiegewinnung erreicht werden. Der folgende Abschnitt befasst sich mit der historischen Entwicklung der Energiewende bis hin zu aktuellen Gesetzen und Anforderungen zur Umsetzung dieser.

### 2.2 Der Weg für die Basis Intelligenter Messsysteme

#### 2.2.1 Begriffserklärung und Historie

Um zu verstehen was die Energiewende ist, muss zuerst die Herkunft des Begriffes erörtert werden. Der Begriff oder das Wort wurde bereits 1976 durch Amory Lovins in den USA geprägt. Hier verwendete er den Ausdruck Soft Energy Path. Er beschreibt dabei einen Weg wie das Energieversorgungssystem, welches auf fossilen und nuklearen Brennstoffen basiert, nach und nach durch Energieeffizienz und EE zu ersetzen ist.

In Deutschland erregte das Aufmerksamkeit einiger Kernkraftgegner. Hier wurde versucht, diese theoretischen Ideen auf deutsche Verhältnisse zu übertragen. Das Resultat war die Studie „Energiewende - Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und

---

<sup>12</sup>Ist die Abdeckung des Strombedarfs bzw. Belastung eines Stromnetzes. Sie herrscht ununterbrochen und wird nicht unterschritten. Die Ermittlung der Grundlast richtet sich regional an dem Grundbedarf und kann zeitlich variieren.

<sup>13</sup>Sind Kraftwerke, welche die Grundlast stellen. Generell gibt es keine Einstufung, welche Kraftwerke dazu verwendet werden. Da die Entscheidung aber auf Basis betriebswirtschaftlicher Betrachtung geschieht, werden meist Kern- und Braunkohlekraftwerke verwendet.

Uran“ welche 1980 als ein Bericht des Freiburger Öko-Instituts vorgelegt wurde. In diesem waren alternative Szenarien beschrieben, welche in einer nichtnuklearen Zukunft, auf begrenztem Wirtschaftswachstum, Energieeinsparung und der Nutzung der Sonnenenergie beruhten.

Das Wort Energiewende versprach den Deutschen mehr Wohlstand mit weniger Energie durch Strukturwandel und technologischem Fortschritt. Damit stellten die Autoren den bis dahin geltenden Grundsatz, dass das Wirtschaftswachstum und der Energieverbrauch gekoppelt seien, erstmals in Frage. In den USA wurde in Folge der Ölkrise die technische Entwicklung der EE, insbesondere der Photovoltaik-Technologie, vorangetrieben, aber mit der Regierung Reagan im Jahre 1980 wieder gestoppt. In Deutschland wurde diese Innovation jedoch dankbar aufgegriffen und weiter verfolgt.

Im Laufe der 80er-Jahre wurde der Begriff Energiewende von der Partei der Grünen, verschiedenen Graswurzelbewegungen<sup>14</sup> und der alternativen Presse aufgegriffen. Das Wort stand zu der Zeit dafür, die Kernenergie zu beenden und die Stromversorgung auf EE umzustellen. [Adr14]

In den folgenden Jahren wurde der Begriff immer weiter ausgedehnt. In seiner heutigen Form geht er mindestens auf das Jahr 2002 zurück. Damals fand am 16. Februar die Fachtagung „Energiewende - Atomausstieg und Klimaschutz“ in Berlin statt.

Heute wird der Begriff geprägt durch den Wechsel weg von einer nachfrageorientierten hin zu einer angebotsorientierten Energiepolitik. Weiterhin steht der Ausstieg aus der Kernenergie, der zunehmende Einsatz und Ausbau der EE und der damit verbundene Umstieg von zentraler zu dezentraler Energieerzeugung im Mittelpunkt. Ziel ist zudem eine höhere Energieeffizienz.

### **2.2.2 Geschichte der Energiewende in Deutschland**

Die Kleinstadt namens Wyhl am Kaiserstuhl gilt als Ausgangsort der Energiewende in Deutschland. Diese Stadt liegt am Rhein an der Grenze zu Frankreich. In den 70er-Jahren sollte dort ein Kernkraftwerk durch den Energieversorger Badenwerk gebaut werden. 1977 wurde das Projekt zunächst gerichtlich gestoppt und später komplett eingestellt. Nach dem Fall des Projektes gründete eine kleine Gruppe Menschen, welche das Projekt im Speziellen ablehnten, einen Verein mit dem Namen „Institut für angewandte Ökologie“ kurz „Öko-Institut“. Über die nächsten Jahrzehnte sollte dieser Verein mehrfach auf sich aufmerksam machen. Seinen Sitz hat dieser in Freiburg im Breisgau, später kamen neue Standorte in Darmstadt und Berlin hinzu. Eine

---

<sup>14</sup>Politische Initiative die aus der Basis heraus, also von unten, entsteht.

Hauptveröffentlichung des Instituts ist die bereits erwähnte Studie „Energiewende - Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“.

In Deutschland begann der Widerstand gegen die Kernenergie in Baden-Württemberg. Durch die Gründung des Öko-Institutes und deren Arbeit formierte sich eine immer größer werdende Umweltbewegung. Zunehmend mehr Menschen zeigten Interesse und Engagement zu diesem Thema. Der „Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland“ (BUND) wurde 1975 gegründet. Im Jahre 1980 haben sich „Die Grünen“ als bundesweite Partei etabliert. Die Energiewende wird damit mehr und mehr Teil eines gesellschaftlichen Prozesses. Damit kann gesagt werden, dass die Wurzeln der Energiewende bereits über 30 Jahre zurückliegen.

In der Studie zur Energiewende des Öko-Institutes von 1980 analysieren die Autoren ein Szenario in dem von 1973 bis 2030 eine Umstellung der Energieversorgung vollzogen wird. Im Ergebnis soll sofort auf Kernenergie und bis 2030 vollständig auf Erdöl verzichtet werden. Diese Studie sollte als Fundament für alternative Energien und Umweltpolitiker in den nächsten Jahren dienen. Sie forderten eine Energieversorgung, welche heute mit den Begriffen der Nachhaltigkeit, Dezentralität und Ressourcenschonung beschrieben werden kann.

Die Energiewende auf Bundesebene begann 1990. Ein entscheidender Schub trat nach 1998 mit dem Koalitionsvertrag zwischen der SPD und Bündnis 90/Grüne in Kraft<sup>15</sup>. Das der Weg der Energiewende dabei nicht immer geradlinig war, zeigen zwei Beispiele von Gesetzestexten, welche im Folgenden kurz verglichen werden. Der erste Text aus dem am 11. April 1998 in Kraft getretenen Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)<sup>16</sup> beginnt wie folgt:

#### „A. Zielsetzung

Im internationalen Vergleich leidet der Wirtschaftsstandort Deutschland unter zu hohen Strom- und Gaspreisen ...“

---

<sup>15</sup>[https://www.gruene.de/fileadmin/user\\_upload/Bilder/Redaktion/30\\_Jahre\\_-\\_Serie/Teil\\_21\\_Joschka\\_Fischer/Rot-Gruener\\_Koalitionsvertrag1998.pdf](https://www.gruene.de/fileadmin/user_upload/Bilder/Redaktion/30_Jahre_-_Serie/Teil_21_Joschka_Fischer/Rot-Gruener_Koalitionsvertrag1998.pdf) (Stand 10.10.2014)

<sup>16</sup>[http://www.gesmat.bundesgerichtshof.de/gesetzesmaterialien/15\\_wp/EnergiewirtschaftG/BBD806\\_96\\_0N\\_1-62\\_o.pdf](http://www.gesmat.bundesgerichtshof.de/gesetzesmaterialien/15_wp/EnergiewirtschaftG/BBD806_96_0N_1-62_o.pdf) (Stand 08.10.2014)

Zweiter Textauszug aus dem Stromsteuergesetz<sup>17</sup> vom 01.01.1999 beginnt mit:

„A. Problem

Energie ist ein knappes und endliches Gut. Die Preise für seine Nutzung sind in Deutschland zu niedrig ...“

Dies ist nur ein Beispiel von vielen, wo sich Widersprüche in der deutschen Energiepolitik finden. Das fördert eine zunehmende ineffiziente und teurere Energiepolitik und verunsichert zunehmend Energiekunden und Unternehmen.

Jedes einzelne Gesetz macht für sich Sinn und liefert auch den politisch gewünschten Effekt. Im April 1998 trat das EnWG in Kraft. Unter einer CDU/CSU-FDP-Regierung entsteht dieses Gesetz auf Basis einer europäischen Richtlinie<sup>18</sup>, welche damit in deutsches Recht umgesetzt wurde. Diese Richtlinie sieht zudem vor, Strommärkte europaweit zu liberalisieren. Im Jahre 1998 erlies die Europäische Kommission eine entsprechende Richtlinie zur Öffnung der Gasmärkte. [Mau14, 59f]

Nach 1998 erfolgte eine intensive Phase der Energiepolitik. Nicht alles geschieht durch die Bundesregierung, denn vieles wird durch Anforderungen der Europäischen Kommission gelenkt. Nach wenigen Jahren hat das EnWG und Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) der Energiewende Richtung, Struktur und Gesicht gegeben. Es entstanden, durch die Liberalisierung, europaweite Strom- und Gasmärkte. Im Jahre 2000 bereits löste das EEG das Stromeinspeisungsgesetz ab<sup>19</sup> und förderte damit den Ausbau der EE. [Mau14, S. 81]

Die Energiewende begann 1980 mit der Studie des Öko-Institutes; 1990 fing die Bundesregierung mit der Einleitung der Umsetzung an; 2050 soll sie abgeschlossen sein, jedenfalls nach der Ansicht der christlich liberalen Regierung von 2013.

Damit besitzt die Energiewende eine generationenübergreifende Laufzeit von über sieben Jahrzehnten. Die Bundesregierung hat bereits 2011, nach der Nuklearkatastrophe von Fukushima, durch das 13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes<sup>20</sup> klare langfristige Ziele gesetzt. Im Juni 2011 erschien das Eckpunktepapier: „Der Weg

---

<sup>17</sup><http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/14/000/1400040.asc> (Stand 01.11.2014)

<sup>18</sup><http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:31996L0092> //(Stand 01.11.2014)

<sup>19</sup>[http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/01\\_Markt/12\\_Energie/EEG.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/01_Markt/12_Energie/EEG.pdf?__blob=publicationFile)  
(Stand 01.11.2014)

<sup>20</sup><http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/062/1706246.pdf> (Stand 02.11.2014)

zur Energie der Zukunft<sup>21</sup>“. Dies beschrieb, dass die Energieversorgung bis 2050 weitestgehend frei von Kohlenstoff sein soll. Die CO<sub>2</sub>-Emission soll gegenüber 1990 um 50 Prozent sinken. Der Anteil der EE am Gesamtbedarf soll 60 Prozent und an der Stromerzeugung 80 Prozent betragen.

### 2.2.3 Gesetze als Grundlage für Intelligente Messsysteme

In den folgenden Jahren wurden die Gesetze mehrfach überarbeitet. Allerdings im Hinblick auf den Umfang der Arbeit werden diese nicht ausführlicher erläutert. Mehr Informationen dazu können aus folgenden externen Quellen, jeweils für das EEG<sup>22</sup> und das EnWG<sup>23</sup>, gezogen werden.

Maßgebliche Meilensteine für die Regelung zum Smart Meter Ansatz sind die übergeordneten Regelungen auf europäischer Ebene. Die Richtlinie 2012/27/EU<sup>24</sup> definiert dabei verschiedene Maßnahmen und Instrumente. Unter anderem die Einführung von Zählern nach der Richtlinie 2006/32/EG<sup>25</sup> (Richtlinie für Energieeffizienz und Energiedienstleistung). Diese Zähler stellen den tatsächlichen Verbrauch und die Nutzungszeit fest. Sie sollen in neuen Gebäuden oder nach größeren Renovierungen zum Einsatz kommen. Der gewünschte Effekt ist die Information über den Energieverbrauch des Endnutzers. Zudem soll dabei eine Entscheidung für die Energieeffizienz erleichtert werden.

Eine weitere Regelung ist das 3. Binnenmarktpaket 2009/72/EG<sup>26</sup> welches Forderungen zur Einführung Intelligenter Messeinrichtungen in den europäischen Mitgliedsstaaten stellt. Jeder Staat konnte feststellen, mit welchen wirtschaftlichen Anstrengungen eine solche Einführung vertretbar wäre. Ist dies der Fall und eine Kosten-Nutzen-Analyse positiv, sollen bis 2020 bis zu 80% der Verbraucher des Landes damit ausgestattet sein.

In Deutschland wurde diese Analyse unter der Verantwortung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) durchgeführt. Das Ergebnis war die Studie „Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz Intelligenter Zähler“ der

---

<sup>21</sup>[http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/eckpunktepapier\\_der\\_weg\\_zur\\_energie\\_der\\_zukunft\\_1545.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/eckpunktepapier_der_weg_zur_energie_der_zukunft_1545.htm)  
(Stand 05.11.2014)

<sup>22</sup><http://www.wind-energie.de/themen/eeg/geschichte-des-eeg> (Stand 22.10.2014)

<sup>23</sup><http://gesetzgebung.beck.de/node/1012923> (Stand 21.10.2014)

<sup>24</sup><http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=DE>  
(Stand 01.12.2014)

<sup>25</sup><http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0032&from=DE>  
(Stand 02.12.2014)

<sup>26</sup><http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0072&from=DE>  
(Stand 25.11.2014)

Ernst & Young GmbH<sup>27</sup> [den14a]. Diese Studie kam zum Ergebnis, dass der flächen-deckende Einsatz aus volkswirtschaftlicher Sicht negativ zu bewerten ist. Im Vergleich standen 6 Szenarien, wobei nur eine Strategie positiv zu bewerten sei, welche einen differenzierten Rollout von Intelligenzen Zählern und Intelligenten Messsystemen bis 2029 vorsieht. Empfohlen wird dabei ein so genanntes „Rolloutszenario plus“, welches plant, erstrangig ein Drittel der Zählpunkte mit Intelligenten Messsystemen auszustatten. Diese würden dazu beitragen, die Einspeisung und den Verbrauch netz-dienlich steuern zu können. [den14b]

Eine weitere Studie<sup>28</sup> der Deutschen Energie-Agentur (dena) aus dem Jahre 2014 zeigt eine Kosteneinschätzung für den Rollout von Smart Metern in Deutschland, die bei einer Verwendung von einer Million Zählpunkten, zwischen 467 bis 837 Millionen Euro liegen würde. Somit läge die Investition, für die aus der Kosten-Nutzen-Analyse von Ernst & Young empfohlenen 50 Millionen Messpunkte, bei einem zweistelligen Milliardenbetrag. Die Investition wäre damit volkswirtschaftlich ineffizient. [bde14]

Die Regelung zum Smart Meter Ansatz ist in Deutschland vorrangig im EnWG be-schrieben<sup>29</sup>. Darin ist geregelt, wie der Betrieb von Messstellen und Messdienstleis-tungen sowie besondere Anforderungen an diese Messsysteme zu gestalten sind. Im Oktober 2008 trat die Messzugangsverordnung (MessZV)<sup>30</sup> in Kraft. Sie regelt die Voraussetzungen und Bedingungen des Messstellenbetriebes und der Messung von Energie. Maßgeblich für Smart Meter ist der §21c EnWG, welcher den Einbau von In-telligenten Zählern für Neubauten oder grundsanierten Gebäuden vorsieht. Weiterhin muss ein Intelligenter Zähler potentiell in ein Kommunikationsnetz einzubinden sein. Die Anforderung an Datenschutz und Datensicherheit sowie der Interoperabilität sind dazu in der Technischen Richtlinie TR 03109 des BSI definiert (siehe Abschnitt 3.1.4 auf Seite 23).

## **2.3 Auswirkungen in Deutschland und Betrachtung in anderen Ländern**

Die grundlegende Auswirkung der Energiewende wurde mit den verschiedenen Ge-setzen, wie im vorherigen Abschnitt erläutert, bereits aufgeführt. Dies betrifft im All-gemeinen die Verbreitung der Smart Meter Technologie. Doch was bedeutet dies im

<sup>27</sup><http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=586064.html> (Stand 20.12.2014)

<sup>28</sup>[http://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Energiesysteme/Dokumente/140709\\_dena-Smart-Meter-Studie\\_Endbericht\\_final.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Energiesysteme/Dokumente/140709_dena-Smart-Meter-Studie_Endbericht_final.pdf) (Stand 15.12.2014)

<sup>29</sup><http://www.bmwi.de/DE/Service/gesetze,did=22154.html> (Stand 08.12.2014)

<sup>30</sup><http://www.gesetze-im-internet.de/messzv/> (Stand 30.11.2014)

gesamten Umfang für den Energiesektor? Nur allein mit einem Ausbau der Smart Meter Infrastruktur und der Umsetzung der Richtlinien ist die Energiewende nicht beendet. Durch die Abbildung der Prozesse aus Gesetzen und Richtlinien sind viele Bereiche und Institutionen betroffen.

Zuerst seien hier die **Energieversorgungsunternehmen (EVU)** genannt. Diese müssen ihre Prozesse dahingehend abändern, dass die Kommunikation konform der Richtlinien abläuft. Dies betrifft auch Softwareschnittstellen mit denen die Prozesse gesteuert werden, was in diesem Fall der Hauptpunkt dieser Arbeit ist.

Weiterhin betrifft diese Umstellung das **Eichrecht**. Laut der Technischen Richtlinie des BSI soll zukünftig eine Tarifierung der Werte nicht mehr in dem eigentlichen Zähler, sondern im Smart Meter Gateway (SMGW) erfolgen. Dies bedeutet eine Änderung im Eichrecht. Die zuständige Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) hat dazu erste Entwürfe in „Eichrechtliche Anforderungen an Smart Meter Gateways PTB-A 50.8“ gestaltet. Dies erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem BSI. Erst im Juli 2014 wurden dazu Ergebnisse auf der Fachtagung „MessSystem 2020“ vom Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) im Forum zur Weiterentwicklung von Netztechnik und Netzbetrieb (FNN) vorgestellt [PTB14]. Diese Anforderungen befinden sich aber noch im Entwurfsprozess.

Weiterhin erarbeitet das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) Lastenhefte und Testfälle für Messsysteme. Der Grund liegt darin, eine **einheitliche Standardisierung der Intelligenten Messsysteme** zu erreichen. Die Erarbeitungen reichen von der Anbringung der Geräte beim Verbraucher bis hin zu Normen über Maße und zukünftig modular aufgebauter Messsysteme. Eine Übersicht der Lastenhefte ist der externen Quelle<sup>31</sup> zu entnehmen. Die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (DKE) im Deutschen Institut für Normung (DIN) und VDE hat begleitend zur Technischen Richtlinie des BSI die Spezifikation „Smart Meter Gateway - Teil 2: Datenmodell und Services nach TR 03109“ erstellt. Dies war notwendig, da die Companion Specification for Energy Metering (COSEM)-Interface-Klassen nach International Electrotechnical Commission (IEC) 62056-62 und das Object Identification System (OBIS)-Kennzahlen-System nach IEC 62056-61 eine Grundlage für das zukünftige Datenmodell bilden sollten. Damit wird die Lücke zwischen den Anforderungen in der Technischen Richtlinie des BSI und den IEC Normen geschlossen.

Zur Überwachung des deutschen Strom- und Gasmarktes kontrolliert die **Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbah-**

---

<sup>31</sup><http://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/messwesen/seiten/ms2020.aspx> (Stand 02.12.2014)

**nen (BNetzA)** alle Prozesse, welche sich innerhalb der Energiewirtschaft der Energieversorgungsunternehmen abspielen. Durch das EnWG wurden dieser Behörde umfangreiche Befugnisse zugeschrieben. Mit dem 2012 veröffentlichten Eckpunktepapier will die BNetzA alle Veränderungen im Zuge der Energiewende beschleunigen. Im Kontext des Fortschrittes der EE ist es zum Beispiel notwendig, den Ausbau neuer Stromleitungen zum Transport der Energie in die Verbrauchszentren voranzutreiben. Zudem ist die generelle Erweiterung der Intelligenzen Netze und der damit verbundene zusätzliche Einsatz von Kommunikations-, Mess-, Regel-, Steuer- und Automatisierungstechnik sowie weiterer IT-Komponenten unabdingbar. [BNe14]

Der **Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW)** tritt als Interessenvertreter für über 1800 Unternehmen im Bereich Erdgas, Strom und Fernwärme, Wasser und Abwasser ein. Er reguliert damit auch eine wirtschaftliche Einführung von Intelligenzen Messsystemen. In diversen Studien werden kontinuierlich der Umbaubedarf sowie die Kosten geprüft. Als Grundlage dient dazu die im Februar 2013 herausgegebene BDEW-Roadmap<sup>32</sup>. Damit wird eine, unter ständiger öffentlicher Diskussion der beteiligten Akteure, schrittweise Einführung erreicht.

Die **Marktkommunikation** ist ein weiterer Bereich, welche sich im Rahmen der Energiewende verändern wird. Beschlüsse dazu sind durch die Marktregeln für die Durchführung der Bilanzkreisabrechnung Strom (MaBiS) von der Bundesnetzagentur vorgegeben. Notwendig ist die Marktkommunikation in Deutschland durch die fortschreitende Marktliberalisierung, also die freie Wahl des Stromlieferanten unabhängig vom Netzbetreiber. Im Inhalt steht der vollautomatische elektronische Datenaustausch von so genannten United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport (EDIFACT)-Nachrichtentypen. Dies ist ein internationaler Standard als Format für elektronische Daten im Geschäftsverkehr. Ein Nutzen dieser Kommunikation entsteht für die Bilanzkreisabrechnung<sup>33</sup>. Im Umbruch durch die Energiewende müssen diese Prozesse perspektivisch neu modelliert werden. Durch die Technische Richtlinie des BSI sind Prozesse im Energiemarkt, beispielsweise durch neue Teilnehmer wie den SMGW-Administrator, modelliert und durch Aspekte der Sicherheit neuen Standards unterstellt. Daher muss hier in Bezug auf Nachrichtentypen und aktuell verwendete Standards ein Umbruch stattfinden. Grundsätzlich ist absehbar, dass die aktuell am weitesten verbreitete, per AS1 Übertragung durchgeführte Marktkommunikation in dieser Art nicht weiter existieren kann.

---

<sup>32</sup>[https://www.bdew.de/internet.nsf/res/074ED767BD2E1480C1257BEF002F16A6/\\$file/Anlage\\_6\\_Endversion\\_BDEW-Roadmap-Smart-Grids.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/res/074ED767BD2E1480C1257BEF002F16A6/$file/Anlage_6_Endversion_BDEW-Roadmap-Smart-Grids.pdf) (Stand 25.11.2014)

<sup>33</sup>Saldierung eines Energiemengenkontos für Strom und Gas

Diese Betrachtungen zeigen, wie weit die Einführung der Intelligenten Messsysteme reicht. In fast allen Bereichen der Energiewirtschaft wird dadurch ein kompletter Sanierungsprozess einhergehen. Dabei muss sowohl die Einhaltung der Gesetze, als auch eine sinnvolle und wirtschaftliche Umsetzung der Energiewende erfolgen. Da die Energiewende keine deutsche Erfindung ist, sondern durch die Europäische Union (EU) geregelt wird, gibt es auch in anderen Ländern Europas eine adäquate Entwicklung. Folgend werden einige Länder aufgeführt und deren Stand kurz erläutert.

- **Dänemark** hat das Vorhaben bis 2050 seine komplette Energieversorgung auf EE umzustellen. Dies soll vorrangig durch den Ausbau der Wind- und Solar-energie erreicht werden. [BHS14] Damit gilt Dänemark als ein Pionierland der Energiewende. [Neu14] Seit Anfang 2013 ist der Einbau von Öl- und Erdgasheizungen bei Neubauten gesetzlich untersagt. Zudem soll dies ab 2016 auch für Bestandsgebäude gelten. [Bra14] Auch der Neubau von Kohlekraftwerken wurde verboten. [Sor14a] Die Vorteile für Dänemark bei der Energiewende, insbesondere die Windkraft, ist bedingt durch die geografische Lage. Bei einer Windflaute versorgt sich das Land durch Gezeitenkraftwerke bei den skandinavischen Nachbarn. Somit gilt die dänische Energiewende als problemlos. [Fro14]
- **Österreich** hat auch dank seiner geografischen Lage Vorteile bei der Energieerzeugung durch EE, insbesondere bei der Wasserkraft. Schon im Jahre 2012 lag der Anteil der EE am Bruttoenergieverbrauch bei über 32%. Im Stromsektor sogar bei über 75% der Inlandsproduktion. [BWF14] Durch das Bundesverfassungsgesetz für ein atomfreies Österreich ist die Nutzung der Kernenergie grundsätzlich verboten.
- **Frankreich** setzt nach aktuellen Pressemitteilungen von Oktober 2014 auf einen Atomausstieg. In den nächsten 22 Jahren sollen dazu 22 Atomkraftwerke abgeschaltet werden. Damit will das Land sogar Deutschland übertrumpfen. Zukünftig will Frankreich den Ökostrom-Anteil fast verdoppeln. Bis 2020 sollen EE 23% der Stromproduktion ausmachen. [Wet14]
- **Spanien** galt bisher als wichtigste Quelle für Windenergie. Im Jahre 2013 war bedingt durch das regnerische und stürmische Wetter ein guter Ertrag in der Wind- und Wasserenergie zu verzeichnen. Damit lag der Anteil aus Strom durch EE in Spanien bei 42%. Der Anteil an Windenergie war dabei der bedeutendste

mit 21%. [Sor14b] Auch die Solarenergie ist in Spanien stark ausgebaut. Doch nach Meldungen vom Mai 2014 will das Land die Subventionen signifikant zurückfahren. Damit wird ein Ende der spanischen Energiewende prognostiziert. Durch die Kürzungen werden sowohl Klein- als auch Großanleger betroffen sein, welche in den letzten Jahren, angelockt durch die Versprechungen der Regierung gerade in Solarenergie investierten. Durch eine Klagewelle müsste sich Spanien auf Schadenersatzforderungen in Milliardenhöhe einstellen. Dies würde den weiteren Ausbau der EE nahezu zum Stillstand bringen. [UMu14]

- **Polen** setzt aktuell auf seine Kohlekraftwerke und den Ausbau der Kernenergie. Damit stellt sich das Land komplett gegen eine Energiewende. Grundsätzlich spielt dabei der Wunsch nach einer Unabhängigkeit von russischen Lieferanten eine Rolle. Bis zum Jahr 2024 soll in Polen das erste Kernkraftwerk in Betrieb gehen. Generell steht die Umweltbewegung in Polen ganz am Anfang. Ein Gesetz für EE wird derzeit noch erarbeitet. Bisher gibt es nur wenige Windparks und auch die Sonnenenergie wird kaum genutzt. [Bri14]
- **Großbritannien** will zukünftig einen Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft. Seit 2008 steht die Reduzierung von Treibhausgasen in einem nationalen Klimagesetz. Im Rahmen der EU hat sich das Land verpflichtet, den Anteil an EE bis 2020 auf 15% zu steigern. Dieser Ausbau soll auf verschiedene Arten erfolgen. Kohlekraftwerke sollen nur noch mit strengen Auflagen genehmigt werden. Trotzdem soll die Atomenergie weiter ausgebaut werden. Bis zum Jahr 2023 soll ein erster Neubau eines Kernkraftwerks in Europa seit Fukushima ans Netz gehen. [BRD14]

Dies ist nur eine kleine Auswahl über den Stand anderer Länder der EU. Doch was ist die grundlegende Bedeutung der Energiewende für Europa? Deutschland hat dabei klar die Rolle des zentralen Energietransitlandes. Im europäischen Energiebinnenmarkt herrschen Regeln für alle Mitgliedsstaaten und es existiert ein gemeinsamer Strommarkt. Daher muss die Energiewende auch aus europäischer Perspektive gesehen werden. Durch unterschiedliche geologische Bedingungen in Europa hat jedes Land für sich Vorteile in bestimmten Bereichen der Gewinnung für EE. Davon könnte jedes Land profitieren, vorausgesetzt die notwendigen Netze werden ausgebaut. Die zentralen Herausforderungen für eine europäisch integrierte Energiewende ist zuerst der **Netzausbau**. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für dieses Vorhaben. Weiterhin steht ein Vorantreiben der Verwirklichung des **Energiebinnenmarktes**

an. Damit sollen wesentliche Regelungen harmonisiert und ein grenzüberschreitender Stromhandel ermöglicht werden. In Bezug auf die EE gibt es für die Mitgliedsstaaten bis 2020 quantitative Ziele. Diese geben vor, in Europa ein Anteil von 20 Prozent zu erreichen. Ein wichtiger Aspekt ist die **Versorgungssicherheit**. Diese wird in den Ländern selbst diskutiert. Hier geht es um die Einführung von Kapazitätsmärkten oder anderen Instrumenten. Zukünftig werden regionale Kooperationen sinnvoll. Auch ist ein **Dialog mit den Nachbarn** dringend erforderlich. In Bezug auf eine Zusammenarbeit ist das Verständnis der Energiewende in ihrer gesamten Komplexität unerlässlich.  
[Ago14]

## 3 Grundlagen

### 3.1 Basistechnologien dieser Arbeit

#### 3.1.1 Anwendungssysteme für Energieversorgungsunternehmen

Als Basis der Arbeit werden einige Technologien verwendet, die in diesem Kapitel beschrieben werden. Da die Thematik dieser Arbeit eine Branchenlösung für Energieversorger beinhaltet, muss zunächst beleuchtet werden, welche Systeme ein solches Unternehmen besitzt. Grundsätzlich können die Systeme in der Energiewirtschaft in drei Klassen unterteilt werden:

- technische Betriebsführung
- kaufmännische Verwaltung
- integrierte Geschäftsabwicklung.

Durch eine fortschreitende Liberalisierung der Energiewirtschaft und einer Dezentralisierung der Energieversorgung entstehen komplexe Anforderungen an die Entwicklung solcher Systeme. Die Anwendungssysteme zur **technischen Betriebsführung** beinhalten Systeme für die elektro-, kommunikations- und informationstechnischen Ebenen und befassen sich mit der Steuerung und Überwachung der elektrischen Erzeuger. In den sogenannten Leitständen wird eine ständige Überwachung der kritischen Komponenten betrieben. Bei Störungen oder Ausfällen kommen zur Lokalisierung Geoinformationssysteme zum Einsatz. Spezielle Anwendungssysteme wie etwa für das Engpassmanagement stellen Schnittstellen zur kaufmännischen Verwaltung dar.

Anwendungssysteme zur **kaufmännischen Verwaltung** werden zur Administration von Kundendaten oder Betriebsmitteln und anderen Ressourcen genutzt. Hier kommen im Speziellen ERP-Systeme zum Einsatz, in denen die zentralen Prozesse für Kundenbelieferung und Abrechnung vorliegen. Diese erfordern eine problemlose Zusammenarbeit mit Energiedatenmanagementsystemen. Die hier gewonnenen Daten werden beispielsweise für die Bedarfsprognose genutzt.

Systeme zur **integrierten Geschäftsabwicklung** dienen zur Steuerung der Schnittstellen zwischen den technischen und den kaufmännischen Bereichen bei Energiedienstleistungen. Hier werden so genannte Fahrpläne für steuerbare Kraftwerke erstellt.

Durch die Entwicklungen der Energiewende, insbesondere für Intelligente Messsysteme und Netze, nimmt die Durchdringung für Informations- und Kommunikationstechnik weiter zu. [App] Die Abbildung 1 verdeutlicht den Einsatz von Anwendungssystemen zur Unterstützung der verschiedenen Aufgaben.



Abbildung 1: Anwendungssysteme der Energiewirtschaft

Quelle: [Váz12, S. 77]

Im Zuge der Energiewende müssen neue Prozesse und Geschäftsmodelle entwickelt werden. Dies wirkt sich schlussendlich ebenfalls auf die Systeme in Energieversorgungsunternehmen aus. Auch die zunehmende Kopplung von Anwendungssystemen auf softwaretechnischer Ebene oder die Integration bestehender Altsysteme wird im-

mer wichtiger. Dazu müssen in Zukunft Schnittstellen geschaffen werden, hier greift beispielsweise das Konzept der serviceorientierten Architekturen. Ausgeprägte standardisierte Dienste können dabei sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich genutzt werden. [App]

### **3.1.2 Enterprise-Resource-Planning-System**

ERP steht für Enterprise Resource Planning frei übersetzt als Unternehmensressourcenplanung. Der Begriff bedeutet im deutschen sowie im englischen dasselbe, wobei sich der Kontext mehr als nur auf die Planung bezieht. Zusätzlich sind Prozesse der Steuerung von Ressourcen und Verwaltung einzubeziehen. Auch ist dies nicht allein auf Unternehmen, sondern vielmehr allgemein auf Organisationen anwendbar. ERP ist ein Konzept für Prozesse und Geschäftsabläufe und nicht allein ein Synonym für Software zur Steuerung dieser Vorgänge.

Um auf die Unternehmensressourcen einzugehen ist es hilfreich, sich einige historische Rückblicke zu verschaffen. In den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts traten erstmals die so genannten MRP-Systeme<sup>34</sup> im angelsächsischen Raum auf. Ab den 70er-Jahren entwickelte Oliver W. Wight diese Philosophie weiter zu MRP II wobei die Abkürzung diesmal für Manufacturing Resource Planning stand. Hierbei sieht man schon, dass die Bezeichnung „manufacturing resource“ nicht zwingend nur für Materialien steht. Zusätzlich sind für Betriebsabläufe auch Menschen und Maschinen notwendig. Diese werden erstmals im MRP II auch mit in die Planung einbezogen. Die nächste Stufe bildeten die PPS-Systeme<sup>35</sup>, zusätzlich wurde hier zur reinen Planung auch die Steuerung hinzugezogen. Dadurch war es möglich, durch Rückmeldung aus der Produktion gezielte Optimierung für Prozesse zu erreichen.

Die heutigen ERP-Systeme sind zusätzlich zur PPS-Basis um Vor- und Nachlaufstrecken ergänzt, welche nachfolgend aufgeführt werden. Hierzu zählen der Vertrieb, der Einkauf und die Finanzsysteme. Zudem gehören Schnittstellen und andere Managementsysteme dazu. Der Vorteil dafür liegt darin, dass durch die Aufzeichnung in all diesen Bereichen ein Datenvolumen entsteht. Mit dessen Hilfe kann, durch gezielte Aufbereitung der Daten, ein Management in der Entscheidungsfindung unterstützt werden. Zudem gibt dies eine hohe Transparenz der gesamten betrieblichen Abläufe, beispielsweise in einem produzierenden Unternehmen. [Ost14, 3ff]

---

<sup>34</sup>Material Ressourcen Planung

<sup>35</sup>Produktionsplanung und -steuerung

## **Aufbau eines ERP-Systems als Softwaresystem**

Jedes ERP-System als Softwarekomponente ist im Speziellen anders aufgebaut. Trotzdem lassen sich einige Gemeinsamkeiten definieren. Ein ERP-System ist meist auf mehreren Ebenen, hier als Schichten bezeichnet, ausgeprägt. Die Abbildung 2 zeigt einen typischen Aufbau. Als Basis nutzen alle ERP-Systeme eine Datenbank zur Datenhaltung. Vorwiegend kommen zur Verwendung dieser Datenbasis die gebräuchlichsten Datenbankmanagementsysteme wie IBM, Oracle oder Microsoft zum Einsatz. An dieser Stelle können auch Schnittstellen zu anderen Datenbasen existieren. Im Ganzen wird diese Schicht als Datenhaltungsschicht bezeichnet. Zu der darüber liegenden Applikationsschicht gehört typischerweise eine Programmierumgebung mit der die ERP-Anwendung um Funktionalitäten erweitert werden kann. Weiter existiert ein datenbankabhängiger Teil, der den Zugriff auf die Datenebene ermöglicht. Im datenbankunabhängigen Teil werden die Daten an den Applikationskern weitergeleitet. Mit einem ERP-System wird eine Middleware ausgeliefert, welche es gestattet, auf andere Programme mittels Remote Procedure Call (siehe 3.3.4) zuzugreifen. Typischerweise sind hier auch Schnittstellen in Form von Web Services möglich. Zudem können User Exits enthalten sein, welche die Integration von Programmbausteinen in andere Programmiersprachen unterstützen. Die Adaptionsschicht ermöglicht die Anpassung der verwendeten Funktionen in einem ERP-System im Kontext der verwendeten Prozesse. Im Grunde ist dies eine starke Personalisierung für bestimmte Anwendungsgebiete der Software. Für Prozesse welche unterschiedliche Informationssysteme nutzen, werden Integrationselemente in Form von Workflow-Management-Systemen verwendet, diese sind teilweise auch frei konfigurierbar. In der obersten Schicht ist die Benutzungsoberfläche enthalten. Diese bildet die Schnittstelle zum Benutzer der Software und kann auch als Web Client ausgebildet sein. [Gro04, 9ff]

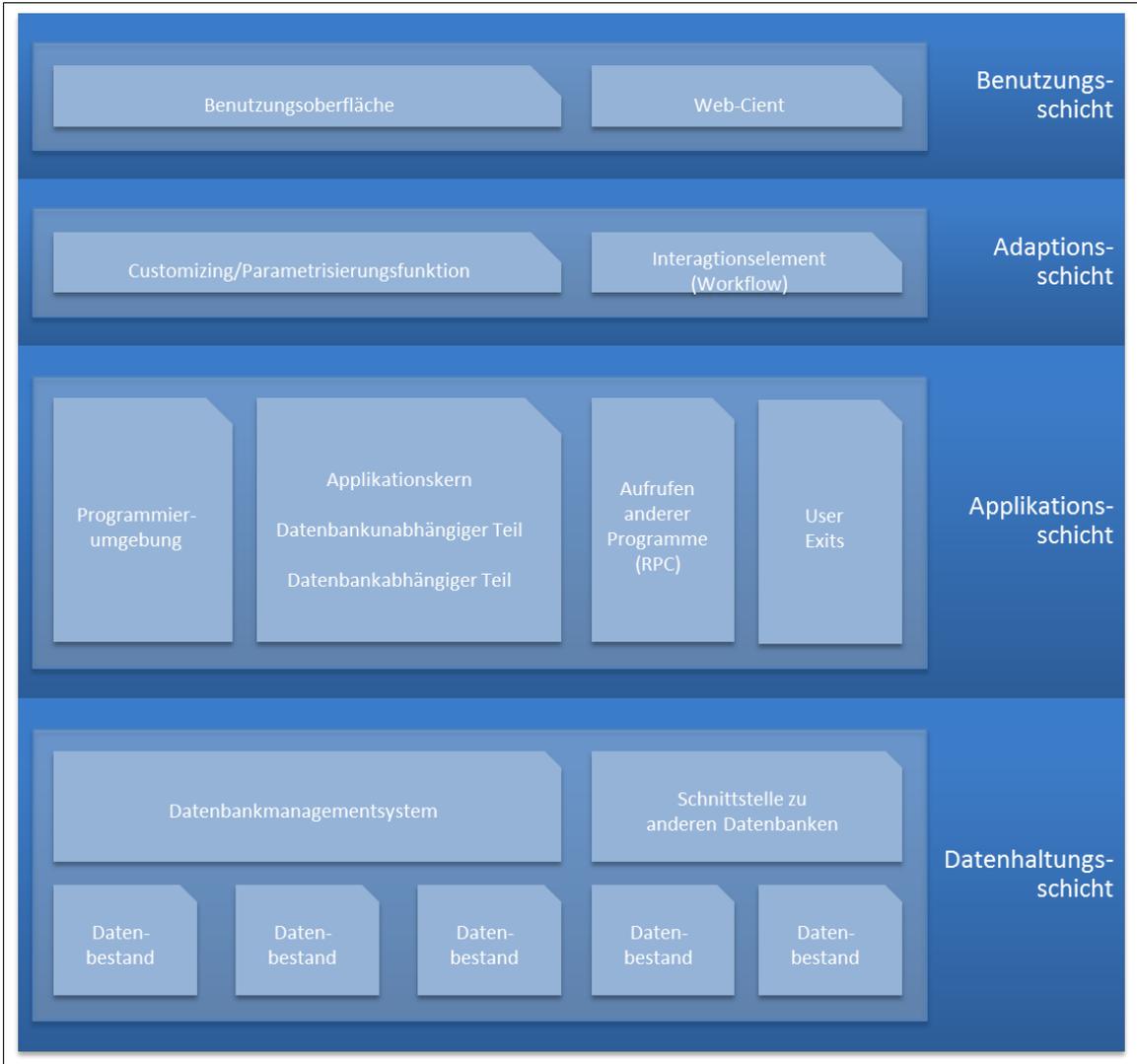


Abbildung 2: Aufbau ERP-System  
 Quelle: in Anlehnung an [Gro04, S. 9]

### Vorteile von ERP-Systemen

Beim Einsatz von ERP-Systemen werden gezielt Vorteile, welche eine solche Integration erwirken kann, erwartet. In der Tabelle 1 auf der nächsten Seite sind diese aufgelistet [Gro04, S. 12].

	vor ERP-Einsatz	mit ERP-Einsatz
Durchlaufzeit	Kostenintensive Engpässe (z.B. Personal)	Zeit- und Kostenersparnis in Geschäftsprozessen
Auftragsbearbeitung	Bearbeitung durch mehrere Stellen benötigt Daten an mehreren Stellen (Kunden, Produkte, Aufträge)	Schnellere Bearbeitung durch gemeinsame Daten reduziert Zeitbedarf und Aufwand für mehrfache Aktualisierung
Finanzielle Situation	Steigende Kosten durch Überbestände und zu hohe Außenstände	Verbesserung der operativen Leistung durch Bestandskontrolle und automatisches Mahnwesen
Geschäftsprozesse	Verbreitung fragmentierter Abläufe mit Mehrfachaufwand	Neugestaltung basierend auf „Best Practice“ Prozessen
Produktivität	Fehlende Fähigkeit, schnell gegenüber Kunden und Lieferanten reagieren zu können	Verbesserung beim Liquiditätsmanagement und Kundenservice
Supply Chain-Management	Fehlende Integration	Verbindung zu Lieferanten und Kunden
E-Business	Web-Schnittstellen als isolierte Systeme bzw. Einzelkomponenten	Web-Schnittstellen sind das Front-End des ERP-Systems
Information	Keine effiziente Beobachtung und Steuerung der Ressourcen des Unternehmens	Bereichsübergreifender Zugang zu den gleichen Daten, zur Planung und Steuerung
Kommunikation	Keine effiziente Kommunikation mit Kunden und Lieferanten	Ermöglicht die Kommunikation des Unternehmens mit Kunden und Lieferanten

Tabelle 1: Vorteile durch den Einsatz eines ERP-Systems

Quelle: [Gro04, S. 12]

### 3.1.3 Microsoft Dynamics NAV

Das bereits erwähnte ERP-System der Firma msu solutions ist Hauptakteur in der Umsetzung der Aufgabenstellung. Im Speziellen handelt es sich um eine ERP-Lösung von Microsoft mit dem Namen Microsoft Dynamics NAV (MS NAV). Die bestehende Lösung auf Basis von MS NAV trägt den Namen msu.energie<sup>2013</sup>. Folgend wird auf die Grundlagen von MS NAV eingegangen.

Microsoft Dynamics Navision ist eine Unternehmenslösung für kleine und mittlere Unternehmen. Grundlegend ist MS NAV eine ERP-Lösung zur Unterstützung von Geschäftsprozessen. Die Standardfunktionen beinhalten Lösungen für Finanzmanagement, Marketing und Vertrieb, Beschaffung, Logistik, Produktion und weitere Bereiche wie Projektmanagement oder Personalverwaltung. Die erste Version von Dynamics NAV geht auf die Jahre 1986/1987 zurück und wurde unter dem Namen Navision (Navigator) in Dänemark veröffentlicht. Ab 1990 wurde es unter dem Namen Navision weiterentwickelt. Im Mai 2002 wurde die Firma Navision Software A/S durch die Microsoft Corporation übernommen und bildet seit dem einen Eckpfeiler im Produktportfolio der Microsoft Business Solutions. Der Name wurde im Zuge dessen in Microsoft Dynamics NAV geändert.

#### Aufbau und Funktionen

Für durchgängig alle Geschäftsprozesse bietet MS NAV eine Unterstützung an. Diese können durch die offene Architektur angepasst und erweitert werden. Damit kann eine starke Personalisierung für den Endanwender erreicht werden. Grundlegend ist MS NAV modular aufgebaut. Zu den Kernbereichen gehören:

- **Finanzmanagement**  
Der Bereich bildet die Basis von MS NAV, welche auf den umfangreichen Analyse- und Reportingmöglichkeiten aufbauen. Er bietet Funktionen wie Finanzbuchhaltung, Anlagenbuchhaltung, die Verwaltung von Verbindlichkeiten, Forderungen, Bankkonten und Lagerbewertung.
- **Verkauf, Marketing und Service**  
Dieser Bereich bietet Funktionen zur Planung und Steuerung von Vertriebs- und Marketingaktivitäten. Darin enthalten sind die Verwaltung der Stammdaten von Kontakten, Interessenten und Kunden, der Kundenaktivität und das Kampagnenmanagement. Zum Servicebereich gehören zum Beispiel Funktionen für Serviceverträge und Kundendienstanfragen.

- Supply-Chain-Management

Der Bereich umfasst die Lieferkette. Dazu gehören Einkauf, Lager, Verkauf, Produktion und Logistik. Damit können Durchlaufzeiten und Kosten gesteuert werden. Zudem bietet das Projektmanagement-Modul eine Projektverwaltung.

- Business Intelligence/Reporting

Durch diesen Bereich werden Funktionen zur Darstellung zentraler Unternehmensdaten in grafischer oder tabellarischer Form zur Verfügung gestellt.

Zusätzliche Funktionen, welche in MS NAV implementiert sind, betreffen zum Beispiel internationale Einsatzbarkeit durch Unterstützung mehrerer Sprachen, Währungen und Mandanten. Zudem kann durch die Lokalisierung nicht nur die Sprachwahl durch den Benutzer, sondern auch eine vom Standard abweichende Funktionalität auf Grund rechtlicher Vorschriften und lokaler Gegebenheiten erfolgen. Ergänzend stehen dem Grundsystem mehrere zertifizierte Zusatz- und Branchenlösungen von Microsoftpartnern zur Verfügung, um eine Abbildung diverser Branchenfunktionalitäten im Standard zu gewährleisten.

## **Architektur**

Die Struktur der aktuellen Versionen seit MS NAV 2013<sup>36</sup> weisen eine 3-Schicht-Architektur auf, wie in der Abbildung 3 auf der nächsten Seite dargestellt. Somit sind das Datenbanksystem, die Anwendungslogik und die grafische Präsentation voneinander getrennt. Erreicht wird hierdurch eine höhere Sicherheit und Skalierbarkeit. Dadurch ist es möglich, dass ein System sowohl im Bereich der Datenbankschicht als auch in der Anwendungsschicht auf mehrere Server verteilt sein kann. Als Datenbank wird für MS NAV 2013 eine Microsoft SQL Server Datenbasis verwendet. [LGS13, 17ff]

---

<sup>36</sup>aktuelle Version MS NAV 2015 - September 2014

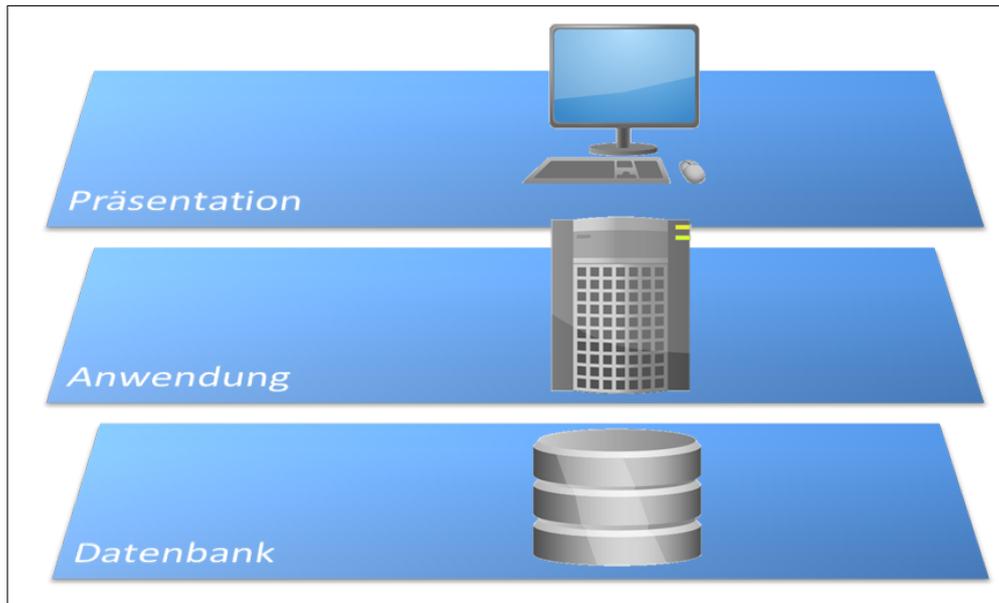


Abbildung 3: 3-Schicht-Architektur  
Quelle: in Anlehnung an [LGS13, S. 21]

### 3.1.4 Technische Richtlinie BSI TR 03109

Basierend auf den beschriebenen Verordnungen und Gesetzen der EU und den daraus resultierenden Umsetzungen in der Bundesrepublik Deutschland wurde vom Bundeswirtschaftsministerium die Erarbeitung einer Richtlinie zur Umsetzung der Anforderungen an Intelligente Messsysteme in Auftrag gegeben. Das BSI wurde damit beauftragt, die Richtlinie 03109 im Kontext der Schutzprofile für Smart Meter Gateway BSI-CC-PP-0073 und einem Sicherheitsmodul BSI-CC-PP-0077 zu erstellen. [den14a]

Ein Schutzprofil legt potentielle Bedrohungen und die Anforderungen an eine Mindestsicherheit fest. Die Bedrohungen werden dabei anhand potentieller Angreifer unterschieden. Hierbei können in Angriffe vor Ort in Art von physischer Einwirkung oder auch Angriffe durch Kommunikationskanäle unterschieden werden. [SMB14, 13f] Auf die Schutzprofile hin können Systeme evaluiert und zertifiziert werden. Diese wurden auf Basis der SO/IEC 15408 und unter der Einbeziehung BNetzA, der PTB, des Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) sowie diversen Verbänden aus den Bereichen Energie, Informationstechnik, Telekommunikation, Wohnungswirtschaft und Verbraucherschutz erarbeitet und konsultiert. [den14a]

## Systemarchitektur

Laut dem Schutzprofil für eine SMGW BSI-CC-PP-0073 ist die Systemarchitektur für ein Intelligentes Messsystem wie folgend definiert. Im Kern steht die Kommunikationseinheit, das so genannte Smart Meter Gateway, welches den Knotenpunkt für drei verschiedene Netze bildet. Die folgende Abbildung 4 zeigt abstrakt den Aufbau dieser Architektur.

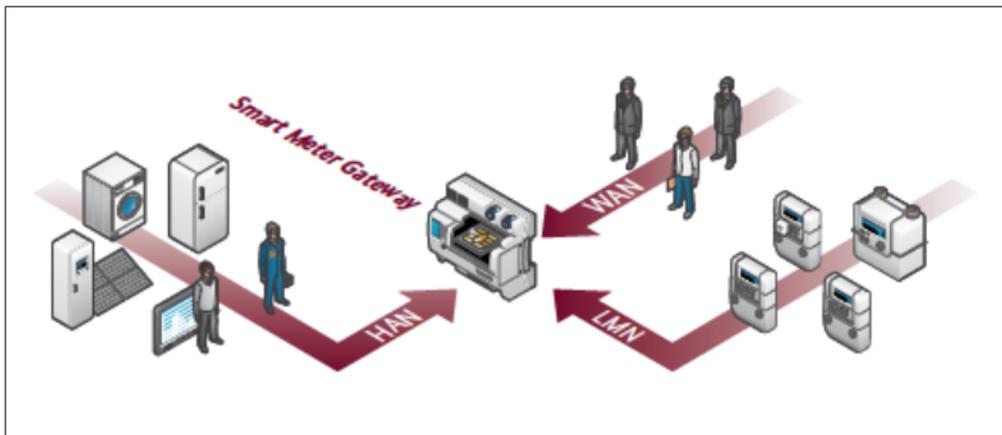


Abbildung 4: BSI Architektur eines Intelligenten Messsystems

Quelle: [SMB14, S. 9]

Die drei Netze werden wie folgt definiert:

- **Lokales Metrologisches Netz (LMN)**  
Ist die Schnittstelle zu den Messeinrichtungen des Letztverbrauchers. Diese übermitteln ihre erhobenen Daten zur Weiterverarbeitung an das Gateway. Dort werden diese auf Basis von Regelwerken einem Tarif zugeordnet und zur Weiterverarbeitung vorbereitet.
- **Weitverkehrsnetz (WAN)**  
Über das WAN kommuniziert das SMGW mit allen sogenannten externen Marktteilnehmern. Zu diesen gehört unter anderem der Smart Meter Gateway Administrator. Dieser ist für die Konfiguration und den sicheren Betrieb des SMGW zuständig. Dazu werden von ihm die Regelwerke als Basis für die Kommunikation einzelner Teilnehmer und Geräte im Intelligenten Messsystem erstellt. Diese werden des Weiteren dazu verwendet, beispielsweise einen Versand von zuvor im LMN ermittelten Daten an den entsprechend zugewiesenen externen

Marktteilnehmer durchzuführen. Aus Sicherheitsgründen gehen dabei die Kommunikationsverbindungen immer vom SMGW aus. Diese sind entweder in den Regelwerken festgelegt, oder können bei Bedarf durch den SMGW-Administrator manuell gestartet werden.

- Heimnetz (HAN)

Im HAN ist die Schnittstelle für den Letztverbraucher zu finden. In diesem Netz können steuerbare Geräte (CLS) wie beispielsweise Photovoltaikanlagen oder intelligente Hausgeräte angeschlossen werden. Durch den Zugriff über das SMGW ist eine Steuerung oder Fernwartung durch einen externen Marktteilnehmer aus dem WAN möglich. Zudem ist im HAN eine Benutzerschnittstelle über die der Letztverbraucher seine Verbrauchs- oder Einspeisedaten abrufen kann. Weiter ist im HAN eine Schnittstelle für einen Servicetechniker für Wartungs- oder Reparaturarbeiten vorhanden. Alle Zugriffe im HAN werden ebenfalls über ein Regelwerk, welches durch den SMGW-Administrator gepflegt wird, gesteuert.

Das Smart Meter Gateway hat die Funktion, dass alle diese Netze miteinander, auf Basis vorgeschriebener Regelungen miteinander kommunizieren können. Zudem stellt es sicher, dass nur bekannte Geräte und Teilnehmer in dem Messsystem agieren können. [SMB14, 9ff]

### **Technische Richtlinien TR-03109**

Um die Interoperabilität der verschiedenen Komponenten eines Intelligenten Messsystems zu gewährleisten, müssen Spezifikationen zu funktionellen Vorgaben definiert sein. Diese Anforderungen sind in den Richtlinien der BSI TR-03109 formuliert und in mehrere Teile gegliedert. Neben dem SMGW und dem Sicherheitsmodul sind auch Festlegungen zur Infrastruktur der Public-Key-Infrastruktur (PKI) oder dem SMGW-Administrator getroffen. In der Abbildung 5 auf der nächsten Seite ist eine Übersicht über den Inhalt der Richtlinien zu sehen. [SMB14, S. 15]

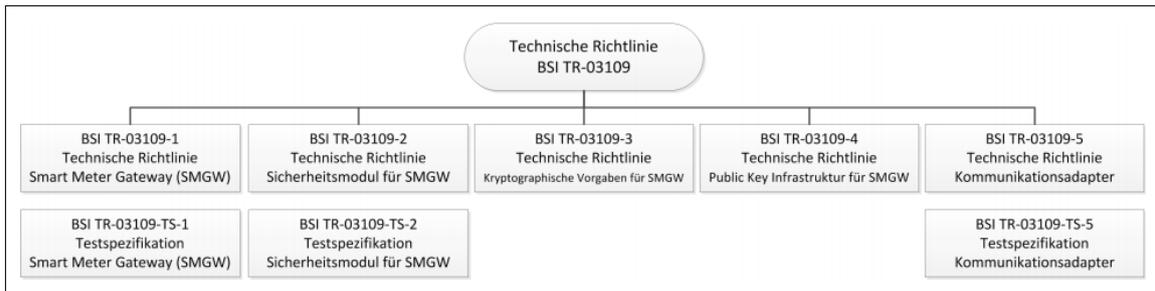


Abbildung 5: BSI Architektur eines Intelligenten Messsystems

Quelle: [BTR13, S. 6]

Folgend werden die einzelnen Teile der Richtlinien kurz erläutert:

- TR-03109-1 Anforderungen an die Interoperabilität der Kommunikationseinheit eines Intelligenten Messsystems  
Teil 1 beinhaltet die Anforderungen an das SMGW und deren Themenbereiche der Netze des WAN, LNM und HAN.
- TR-03109-2 Anforderungen an die Funktionalität und Interoperabilität des Sicherheitsmoduls  
Teil 2 beinhaltet die Anforderungen an ein zertifiziertes Sicherheitsmodul zur Nutzung asymmetrischer und kryptographischer Primitiven.
- TR-03109-3 Kryptographische Vorgaben für SMGW  
Teil 3 enthält die Vorgaben, welche kryptographische Verfahren, Primitiven oder Schlüssellängen zum Einsatz kommen. Diese basiert unter anderem auf den TR-03109-2 Anforderungen an die Funktionalität und Interoperabilität des Sicherheitsmoduls.
- TR-03109-4 Smart Metering PKI – Public Key Infrastruktur für Smart Meter Gateways  
Teil 4 spezifiziert die Architektur der Public Key Infrastruktur (SM-PKI)
- TR-03109-5 Kommunikationsadapter  
Teil 5 beinhaltet Beschreibungen für zukünftige Adapterlösungen zur Ankopplung von Bestandszählern bzw. steuerbaren Systemen.
- TR-03109-6 IT-Sicherheit bei Administration und Betrieb  
Teil 6 beschreibt die Anforderungen und Durchsetzungen einer Informationssicherheit für den SMGW Administrator.

Dies ist eine kurze Übersicht über die Teile der BSI TR 03109. [SMB14, 16ff] In Bezug auf den Umfang dieser Arbeit kann nicht auf alle Spezifikationen eingegangen werden. Die aktuellen Dokumente können der Quelle [BTU14] entnommen werden. Auf konkrete Anforderungen wird im Laufe der Arbeit auszugsweise eingegangen.

## **3.2 Intelligente Messsysteme**

### **3.2.1 Motivation**

Durch Regelung per Gesetzeslage, der Richtlinie 2012/27/EU und des EnWG (siehe Abschnitt 2.2.3 auf Seite 8) ist das Gesamtziel die Einführung von Intelligenten Messsystemen. Die Aufgabe dabei ist Schaffung einer Schnittstelle zwischen Verbraucher und dem Intelligenten Stromnetz (Smart Grid). Endkunden soll transparent die Nutzung an Energie- und Stoffmengen aufgezeigt werden. Ziel ist das Schaffen des Bewusstseins und auch der Sensibilisierung der Verbraucher über den Konsum seiner Energiemengen. Durch Erstellung diverser Systeme und Schnittstellen im Bereich der Intelligenten Stromnetze und der Intelligenten Messsysteme soll in Zukunft ein neues Verhalten in allen sozialen und ökonomischen Bereichen erzielt werden. Vorrangig gilt die Förderung bei der Einsparung in der Energienutzung für jeden einzelnen Verbraucher. Daraus resultierend soll eine effizientere Nutzung von Energie durch Bereitstellung variabler Tarife erfolgen. Dem Netzbetreiber liegen daraus zeitnah Verbrauchsdaten vor. Dadurch soll eine bessere Bilanzierung von Erzeugung und Nachfrage erreicht werden, sowie eine ständige sichere Einschätzung der Netzsituation. [den14b, S. 5]

### **3.2.2 Differenzierung der Begriffe**

Grundsätzlich muss eine Definition der Begriffe in deutscher und englischer Schreibweise erfolgen. In der Presse wird vorrangig der Begriff Smart Meter als Sammelbegriff für die Energiewende und den daraus resultierenden technologischen Fortschritten verwendet. Dabei ist zu differenzieren, dass der Intelligente Zähler oder auch Smart Meter nur die eigentliche Messeinrichtung bezeichnet.

Eine Definition aus einem Beitrag der dena beschreibt diesen wie folgt:

„Ein Intelligenter Zähler ist eine Messeinrichtung nach § 21c Abs. 5 EnWG, die dem Letztverbraucher den tatsächlichen Energieverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit über ein integriertes oder ein abgesetztes Display anzeigt. Intelligente Zähler haben über eine Schnittstelle die Möglichkeit, in ein Kommunikationsnetz eingebunden und so nachträglich zu einem Intelligenten Messsystem erweitert zu werden.“ [den14b]

Die eigentliche Kommunikationsschnittstelle ist das Intelligente Messsystem oder auch Smart Metering System. Die dena beschreibt es wie folgt:

„Ein Intelligentes Messsystem ist dabei gemäß § 21d Abs. 1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) eine in ein Kommunikationsnetz (Smart Meter Gateway) eingebundene Messeinrichtung zur Erfassung elektrischer Energie, die den Energieverbrauch und die Nutzungszeit in Echtzeit anzeigt. Es besteht aus mindestens einer Messeinrichtung und einer Kommunikationseinheit und muss den Anforderungen des BSI-Schutzprofils sowie technischen Richtlinien genügen.“ [den14b]

Hier kommt auch dabei der Begriff Smart Meter Gateway im Kontext des BSI Schutzprofils zum Tragen. (vgl. 3.1.4 auf Seite 23)

Ausgehend von den beiden Definitionen im Zusammenhang mit den Strukturen der Technischen Richtlinie kann zusammenfassend gesagt werden, dass ein Intelligentes Messsystem aus dem eigentlichen Zähler (Smart Meter) für Energiemengen und einem daran angebundenes Kommunikationsnetz, verbunden durch das SMGW, besteht. Hauptaufgabe des Gateways ist es, als Knotenpunkt für die Kommunikation der Zähler oder steuerbaren Geräte, zwischen dem Letztverbraucher und den so genannten externen Marktteilnehmern zu fungieren. Über diese Schnittstelle soll es demnach möglich sein, die Nutzung für die Energiemengen eines Verbrauchers nachzuvollziehen. Die daraus resultierenden Informationen können beispielsweise dem Netzbetreiber übermittelt werden, damit dieser seine Netze entsprechend der aktuellen Situation steuern kann. Daraus können wiederum spezielle Tarifmodelle gebildet werden, welche unter anderem dem Endkunden zu Gute kommen. Zudem soll das Gateway nicht nur dem eigentlichen Nutzer, sondern auch steuerbaren Geräten, eine Schnittstelle bieten. Hierbei muss in steuerbare Hausgeräte und Einspeiseanlagen, wie Photovoltaik, unterschieden werden.

## 3.3 Web Service

### 3.3.1 Begriffsdefinition

Im Umfang der Analyse (siehe Abschnitt 4.1.1 auf Seite 48) wurde ermittelt, dass eine Web Service Schnittstelle als Basis der Kommunikation für die Umsetzung dieser Arbeit verwendet wird. Im Folgenden wird auf die Grundlagen für Web Service und dessen Architektur eingegangen.

In Fachzeitschriften oder auf Webseiten zum Thema Web Services verwendet fast jeder Autor eine andere Definition für Web Service. [Jec04] Um eine allgemeingültige und auch programmiersprachenübergreifende Begriffsbestimmung zu erhalten, werden hier zwei Definitionen vorgestellt und ein Arbeitsbegriff dazu abgeleitet. [Bur04, S. 11]

Die erste Definition stammt vom World Wide Web Consortium (W3C), welches für Standardisierungen im World Wide Web zuständig ist.

„A Web service is a software system designed to support interoperable machine-to-machine interaction over a network. It has an interface described in a machine-processable format (specifically WSDL). Other systems interact with the Web service in a manner prescribed by its description using SOAP messages, typically conveyed using HTTP with an XML serialization in conjunction with other Web-related standards.“[Boo04]

Die Zweite ist aus einem der ersten Fachbücher zu dieser Thematik von Ethan Carami.

„A web service is any service that is available over the Internet, uses a standardized XML messaging system, and is not tied to any one operating system or programming language. (...) Although they are not required, a web service may also have two additional properties: A web service should be selfdescribing. (...) A web service should be discoverable.“[Cer02, 3ff]

Aus diesen Definitionen lässt sich zusammenfassend eine Beschreibung erstellen: Ein Web Service ist eine eigenständige Softwarekomponente, welche über ein Netzwerk in Form von standardisierten Schnittstellen erreichbar ist. Über diese Schnittstellen können Web Services untereinander oder mit anderen Anwendungen Daten

austauschen. Ein Web Service ist selbstbeschreibend. Dies bedeutet, dass zu dem veröffentlichten Web Service ein öffentliches Interface existiert. Je nach Serviceprotokoll ist dies eine menschenlesbare Beschreibung, aber definitiv eine Dienstbeschreibung zur Identifizierung aller öffentlichen Methoden, deren Methodenargumente und Rückgabewerte. Durch die Nutzung von Basisstandards, welche sich auf Extensible Markup Language (XML) und etablierten Internettechnologien wie beispielsweise Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) und HTTP stützen, basieren die Eigenschaften von Web Services auf offenen Protokollen. Dadurch sind Web Services untereinander lose gekoppelt und unabhängig vom Betriebssystem oder der Programmiersprache. Damit erreicht ein Web Service einen hohen Grad an Interoperabilität und eine plattformübergreifende Integration in IV-Systeme<sup>37</sup> [Hag03, S. 4]. Dies ermöglicht anderen Entwicklern eine schnelle Adaption und Verwendung des Services. Der Dienst kann zu jeder Zeit über seinen Verbindungsendpunkt identifiziert werden. Diese sind in der Lage, Nachrichten zu empfangen, zu verarbeiten und gegebenenfalls Antwortnachrichten zu erzeugen. [CJD03, S. 80] Zur Definition dieser Endpunkte werden Uniform Resource Identifier (URI) verwendet [Bur04, S. 12]

Auch aus ökonomischer Sicht können Web Services als gekapselte und modulare Geschäftsanwendungen (Business Units) betrachtet werden. Ein Web Service bietet hierbei die Möglichkeiten, digitale Dienstleistungen in einem Netzwerk über standardisierte Schnittstellen zu betreiben. Durch solche Angebote können Dienstnutzer, oder auch Dienstkonsumenten genannt, die digitalen Dienstleistungen außerhalb von Unternehmensgrenzen, in vorhandene IT-Strukturen oder Geschäftsprozesse integrieren. [Fes02, 16f] Diese Dienstleistungen können dabei einzeln oder zusammenfügt als komplexe Geschäftsabläufe genutzt werden. Dann spricht man von so genannten Super-Services [CJD03, 5ff]. Durch Web Services können verteilte Systeme geplant, realisiert und betrieben werden.

### **3.3.2 Architektur**

Ein Web Service ist eine konkrete Umsetzung der seit Anfang der 70er-Jahre bestehenden Service Oriented Architecture (SOA), welche auch heutzutage noch als Paradigma im Rahmen der verteilten Anwendungen genutzt wird. [Moh02, 1ff] Die serviceorientierte Architektur zeichnet sich durch verteilte Softwarekomponenten aus, welche eine spezielle Dienstleistung zur Verfügung stellen und lose miteinander gekoppelt werden können. Die Kommunikation erfolgt über ein Netzwerk, implizit dem

---

<sup>37</sup>Informationsverarbeitungssysteme

Internet, und basiert auf offenen Standards. [Hoi02, S. 33] [SFT02, S. 103] Innerhalb der Architektur gibt es 3 Rollen. Den Dienstanbieter, den Dienstkonsument und den Dienstmakler, welche untereinander interagieren und Nachrichten austauschen. Zentraler Bestandteil der beteiligten Parteien ist der Dienst (Service) und die Dienstbeschreibung. [Sne02, 170ff] Die Abbildung 6 zeigt grafisch die 3 Rollen, deren Interaktion und den zentralen Bestandteil dieser Architektur.

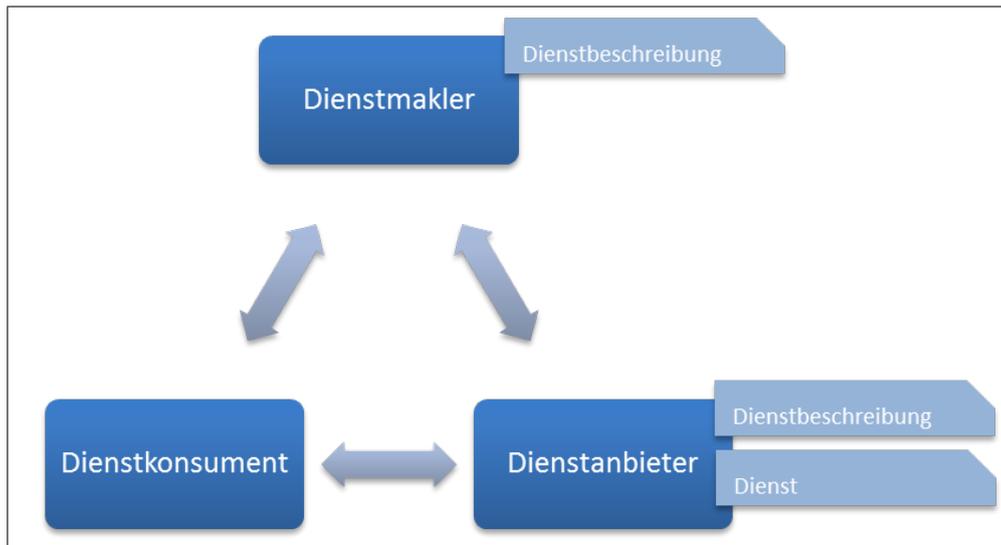


Abbildung 6: Web Service Architekturmodell

Quelle: in Anlehnung an [Bur04, S. 16]

Den 3 Rollen lassen sich folgende Aufgaben zuordnen. Jede Rolle wird dabei in einer fachlichen, technischen und geschäftsorientierten Betrachtungsperspektive dargestellt. [STK01, 5ff] [Cer02, 9ff] [Kre01, 7f]

- **Dienstanbieter** Der Service Provider stellt den Dienst zur Verfügung, beschreibt und annonciert diesen. Aus fachlicher Perspektive übernimmt er die Konzeption des Dienstes. In Bezug auf die technische Sicht erfolgt die Umsetzung des Moduls, der Betrieb und die Wartung des Dienstes und der Dienstplattform. Geschäftsorientiert gesehen ist er der Eigentümer des Moduls, welcher die Funktionalität beziehungsweise die Geschäftslogik zur Verfügung stellt und Betreiber der Dienstplattform ist. [Hag03, S. 7]
- **Dienstkonsument** Der Service Requestor ist aus fachlicher Sicht der Nutzer des Dienstes. Dies erfolgt durch Integration dessen in seine Geschäftsprozesse und Anwendungen. Technisch hat dieser eine Anwendung die den Dienst

aufruft oder mit ihm interagiert. Dabei ist es egal, ob dieser direkt aufgerufen wird oder die Nutzung der Funktionalität über eine Benutzerschnittstelle erfolgt. Geschäftsorientiert gesehen ist er der Konsument des Dienstes. [Hag03, S. 7]

- **Dienstmakler** Die Service Registry ist fachlich dafür da, die Speicherung der Dienstbeschreibung in einem zentralen Verzeichnis zu ermöglichen. Zudem gibt es Vereinbarungen, welche dem Dienstanbieter die Aktualisierung der Dienstinformation und dem Dienstkonsument die Suche nach dem Dienst einräumen. Der Dienstkonsument kann durch den Dienstmakler eine Referenz auf die Beschreibung des Dienstes bekommen. Per Metadaten der Dienste werden diese kategorisiert und erleichtern die Suche dazu. Diese abgelegten Dienstbeschreibungen können durch den Dienstkonsument bei der Suche inspiziert werden. [STK01, 5 u. 105ff] Technisch gesehen bietet er eine Anwendung, welche für den Dienst zu Grunde liegende fachliche Anforderungen umsetzt. Geschäftsorientiert bietet er den Suchdienst und die Ablagefunktionalität. Dabei übernimmt er eine Vermittleraufgabe zwischen Dienstkonsument und Dienstanbieter. [Lan05, 76f]

Die Interaktion zwischen den 3 Rollen kann unter der Bezeichnung Veröffentlichung, Suche und Nutzung definiert werden. [SFT02, S. 103] [vgl. Kre01, S. 8]

- **Veröffentlichung** beim Dienstmakler ist der Punkt, wo der Dienstkonsument die Information zum Dienst beziehen kann. Damit ist die Existenz bekannt und die Verwendung möglich. Die Dienstbeschreibung wird dabei vom Anbieter zum Nutzer weitergegeben. Dies wird als dynamische Veröffentlichung bezeichnet. Um eine statische Veröffentlichung handelt es sich, wenn der Dienstanbieter direkt die Dienstbeschreibung an den Dienstkonsumenten übergibt. Auch eine Löschung des Dienstangebotes ist möglich, wenn ein Dienstangebot zurückgezogen wird. [Hag03, 7f]
- **Suche** fällt bei der dynamischen Veröffentlichung an. Der Dienstkonsument sucht beim Dienstmakler die im Dienstverzeichnis abgelegte Dienstbeschreibung. Die Suche kann durch Kategorisierung erleichtert werden. Nach erfolgreicher Suche erhält der Dienstkonsument die Dienstbeschreibung mit Verweis auf diese. Dazu erhält er alle notwendigen technischen Informationen, welche für die Dienstnutzung notwendig sind. [Hag03, S. 8]
- **Nutzung** liegt vor, wenn der Dienstkonsument alle notwendigen technischen Informationen besitzt, um den Dienst zu nutzen und diesen in Art und Weise

verwendet. Die Dienstbeschreibung wird dabei direkt vom Dienstanbieter oder indirekt vom Dienstmakler bezogen. Eine Interaktion zwischen den Teilnehmern wird als Dienstkommunikation bezeichnet. [Hag03, S. 8]

Wesentlicher Bestandteil ist einerseits der Dienst. Dieser führt ein Softwaremodul aus, dessen Schnittstellen und Funktionen durch die Dienstbeschreibung spezifiziert sind. Zentrale Anforderung ist die Erreichbarkeit des Dienstes durch ein Netzwerk. Des Weiteren ist es möglich, den Dienst auf Grund der standardisierten Schnittstellen mit anderen Anwendungen zu koppeln. Zur Lokalisierung wird der Dienst durch den Anbieter veröffentlicht. [CJD03, 7ff] Durch diese Architektur erfolgt eine Trennung der Schnittstellenbeschreibung und der konkreten Implementierung. Die Dienstbeschreibung liefert alle Informationen über die Komponenten wie Schnittstellenspezifikation, genutzte Datentypen und Bindungsinformationen sowie die Netzwerkadresse. [Hag03, S. 8]

Aus den Ausführungen lässt sich der Lebenszyklus für Web Services ableiten. Jeder Akteur übernimmt dabei eine spezifische Aufgabe, welche in vier Phasen unterschieden werden kann:

- Phase Erstellung (Build): Durch den Anbieter wird der Web Service konzipiert und umgesetzt, die Beschreibung verfasst und anschließend veröffentlicht.
- Phase Veröffentlichung (Deploy): Der Dienst wird beim Makler registriert.
- Phase Nutzung (Run): Der Dienstkonsument informiert sich beim Makler über angebotene Dienste und bezieht daraufhin die Beschreibung. Auf dieser Basis erfolgt eine Einbindung und Nutzung des Dienstes. Am Ende der Laufzeit kann der Dienstanbieter das Dienstangebot zurückziehen und die Veröffentlichung rückgängig machen.
- Phase Verwaltung (Manage): Diese läuft meist parallel zur Nutzung ab und wird durch den Anbieter vorgenommen. In dieser Phase kann zum Beispiel eine Weiterentwicklung des Dienstes erfolgen oder Updates der des Dienstes zugrunde liegenden Informationen durchgeführt werden.

Der komplette Lebenszyklus wird in Abbildung 7 gezeigt. [Bur03, 72f] [Jec04]

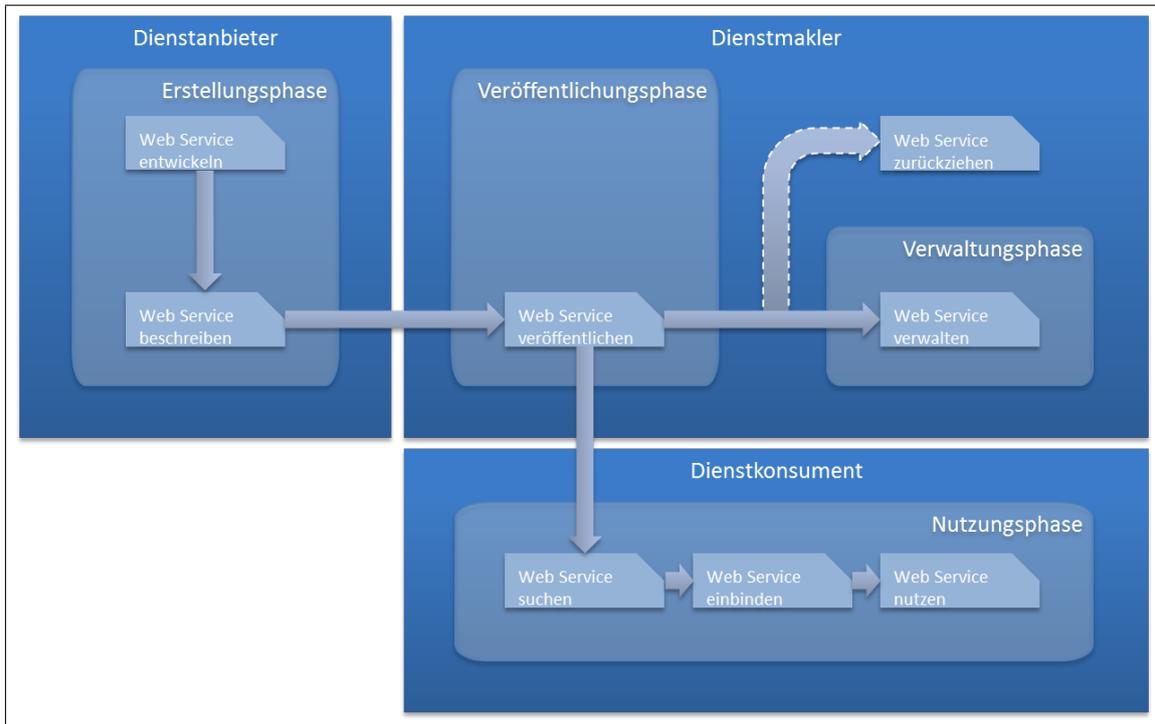


Abbildung 7: Web Service Lebenszyklus

Quelle: in Anlehnung an [Hag03, S. 9]

### 3.3.3 Web Service Protokollstapel

Damit die aufgezeigten Funktionalitäten innerhalb des Architekturmodells und somit innerhalb der Serviceorientierten Architektur (SOAs) realisiert werden können, sind verschiedene Standards etabliert. Zu sehen ist dies an einem Protokollstapel und dementsprechend einem Zwiebschalenmodell systematisch zugeordnet. Die Ebenen werden anhand ihrer Funktion mit Dienstkommunikation, Dienstbeschreibung und Dienstverzeichnis bezeichnet. Bei der Entwicklung wurde besonderes Augenmerk auf die Interoperabilität gelegt. [Kre01, 10ff] Jede Schicht realisiert einen Teil der benötigten Funktionalitäten, welche im Modell vorgesehen sind. [Jec04] Alle Ebenen nutzen die bereits realisierten Funktionalitäten der darunterliegenden Schicht. Dabei setzen diese aufbauend neue fachliche Anforderungen des Modells um. Durch diese Beziehungen werden die Funktionalität und Interoperabilität erhöht. Als Konsequenz ist die Nutzung eines Dienstes zwischen Dienstanbieter und Dienstanwender möglich. Auch ist

die Austauschbarkeit der Dienste bei gleicher Schnittstellensignatur gegeben. Die Abbildung 8 zeigt auf der linken Seite die Einordnung der Standards in den Protokollstapel. Strukturiert sind diese in die Aufgaben der Dienstkommunikation, Dienstbeschreibung und Dienstfindung. Als Zusatz ist die Transportebene, abgedeckt durch Internetprotokolle, dargestellt. Weiterhin wird die Schicht der Inhaltsbeschreibung abgebildet, da alle Standards auf diese Ebene zurückgreifen und diese im Stapel Berücksichtigung finden müssen. [Cer02, 11ff] [Gal02, 9ff] Die rechte Seite zeigt die Einordnung der Standards im Rahmen des Zwiebelschalenmodells, dort fand die Transportebene auf Grund der Übersichtlichkeit keine Berücksichtigung.

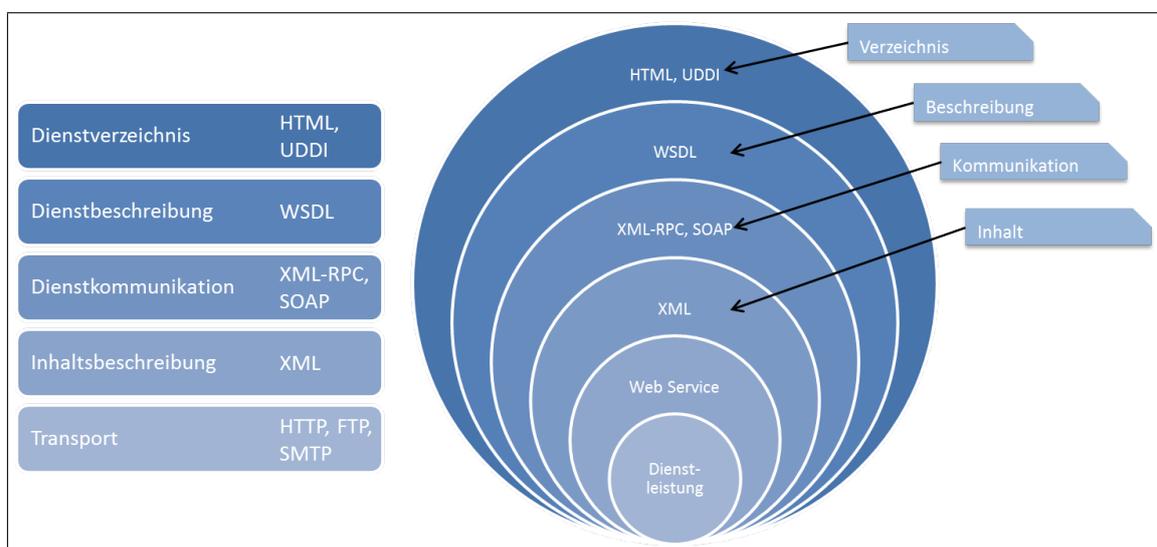


Abbildung 8: Protokollstapel und Zwiebelschalenmodell der Web Service Architektur  
Quelle: in Anlehnung an [Hag03, S. 26]

### 3.3.4 Web Service Dienstkommunikation

Die Dienstkommunikation bietet verschiedene Implementierungsmöglichkeiten. Als Basis erfolgt die Kommunikation auf XML-Protokollen. Am weitesten verbreitet sind: Remote Procedure Call (RPC), Simple Object Access Protocol (SOAP) und Representational State Transfer (REST).

**RPC** ist ein einfaches, plattformunabhängiges Protokoll für den Aufruf entfernter Methoden oder Prozeduren in einem Netzwerk. Als Sprache für Nachrichten wird XML und als Transportprotokoll HTTP eingesetzt. Der Aufruf einer Methode und der dazu benötigten Information, wie Methodenname und Parameter, sowie die Antwort sind

wohlgeformte XML-Dokumente. [LJD01, 13ff] Die Spezifikation von XML-RPC beinhaltet Anfrage- und Antwortnachrichten, zudem werden auch Datentypen spezifiziert wie beispielsweise String<sup>38</sup> und Integer<sup>39</sup>. Weiterhin sind auch komplexe Strukturen wie Felder<sup>40</sup> möglich. [Cer02, 31ff] Im Listing 1 wird der Aufbau einer Anfragenachricht auf Basis von XML-RPC verdeutlicht. In Zeile 3 ist dabei das Wurzelement und in Zeile 4 ein Element für den Methodennamen aufgeführt. Zeile 6 zeigt die Übergabe der Parameter.

---

#### Listing 1: Anfragenachricht mit XML-RPC

---

```
1 <? xml version="1.0" ?>
2
3 <methodCall>
4   <methodName>HelloWorld</methodName>
5   <params>
6     <param><string>msu</string></param>
7   </params>
8 </methodCall>
```

---

Die Spezifikation von XML-RPC erfolgte bereits 1998 durch die Firma UserLand Software und lief somit unabhängig von der Web Service Entwicklung. Jedoch war XML-RPC sehr unflexibel, da beispielsweise keine eigenen XML-Strukturen übertragen werden konnten. Damit war ein höherer Transformationsaufwand verbunden sowie keine Erweiterbarkeit der Strukturen möglich. In Zusammenarbeit mit Microsoft wurde diese Technologie weiterentwickelt und als SOAP bekannt. [Hag03, 33f]

**SOAP** ist eine Weiterentwicklung von RPC. Es wurde ab 1998 in Zusammenarbeit mit Microsoft, DevelopMentor, Lotus, IBM und SAP entwickelt und in der Spezifikation 1.1 im Mai 2000 vorgestellt. Die aktuelle Weiterentwicklung liegt bei w3c welche im Juni 2003 die Spezifikation 1.2 veröffentlichte. Diese enthält die beiden Hauptabschnitte des SOAP Messaging Frameworks und des SOAP Adjuncts. Hauptsächlich wurde mit diesem Protokoll die Einfachheit und Erweiterbarkeit angestrebt. [Box02] [Mit03] [Nie03a] [Nie03b] SOAP ist ein XML-basiertes, dadurch einfaches, sprach- und plattformunabhängiges Kommunikationsprotokoll zum Austausch strukturierter Daten. Zum Einsatz kommt es hauptsächlich bei verteilten Anwendungen. Im Bereich Web Service ist SOAP ein Standard für die Nachrichtenkapselung. Es ist ebenso verwendbar für RPC und auch für nachrichtenorientierte Kommunikation.

---

<sup>38</sup>eine Folge von Zeichen aus einem definierten Zeichensatz

<sup>39</sup>ganzzahliger Datentyp in einem endlichen Wertebereich

<sup>40</sup>Ansammlung vieler gleichartiger strukturierter Daten, welche per Index referenzierbar sind

## Aufbau SOAP

SOAP Nachrichten sind wohlgeformte XML-Dokumente und bestehen aus einem Umschlag (Envelope) als Wurzelement und einem obligatorischen Körper (Body). Der Umschlag kapselt optional den Kopf (Header) und enthält anwendungsspezifische Informationen wie beispielsweise Angaben zur Transaktionssteuerung, zum Kontext oder für Verarbeitungsregeln. Da die Nachricht auf dem Weg vom Sender zum Empfänger mehrere intermediäre Stationen durchlaufen könnte, kann der Inhalt des Dokumentenkopfes variieren. Im Body werden die Anwendungs- oder Nutzdaten übermittelt. Im Falle der nachrichtenorientierten Kommunikation wird hier das zu übermittelnde XML-Dokument übertragen. Bei einem RPC sind dort alle Informationen wie der Methodename und im Fall eines Methodenaufrufs die Parameter strukturiert. Bei einer Antwortnachricht sind hier die Rückgabewerte oder Fehlermeldungen zu finden. [Lan05, S. 127] [Rah03, 300ff] [Box02] Dabei werden alle Elemente der Nachricht inklusive dem Umschlag, Kopf und Körper eindeutig unter Verwendung von XML-Namensräumen spezifiziert. [Bas02, 45ff] [Mit03] In der Abbildung 9 ist die abstrakte Struktur einer Nachricht veranschaulicht.



Abbildung 9: Struktur einer SOAP-Nachricht

Quelle: in Anlehnung an [Hag03, S. 36]

In einer SOAP-Nachricht können analog zu XML-RPC Datentypen und -strukturen wie String, Integer oder Felder definiert sein. Zusätzlich können aber in SOAP eigene Da-

tentypen übertragen werden, was die Erweiterbarkeit gewährleistet. [Nie03b] Im Listing 2 ist die Struktur an einem Beispiel demonstriert. Dabei werden die beschriebene Zuordnung von Namensräumen zu einzelnen Elementen innerhalb der Nachricht sowie die Festlegung von Datentypen für Parameter gezeigt. In Zeile 3 ist das Wurzelement der Nachricht zu sehen. Die Zeile 8 enthält das Element für den Methodennamen. In Zeile 9 sieht man die Übergabe der Parameter.

### Listing 2: Beispiel einer SOAP-Nachricht

---

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2
3 <soap:Envelope
4   xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
5   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
6   xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
7   <soap:Body>
8     <HelloWorld xmlns="http://www.msu-solutions.de/">
9       <name>msu</name>
10    </HelloWorld>
11  </soap:Body>
12 </soap:Envelope>
```

---

Um eine hohe Flexibilität im Einsatz zu gewährleisten, ist SOAP nicht an ein Transportprotokoll gebunden. Möglich sind u.a. HTTP, Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) oder auch File Transfer Protocol (FTP). [Mit03] In der Praxis wird, auch auf Grund von Netzwerkfirewalls oder Portfreigaben, meist auf HTTP zurückgegriffen.

### SOAP Web Service Sicherheit

Wie bereits beschrieben werden SOAP Nachrichten meist über HTTP versendet, da in den meisten Firewalls der Port 80 üblicherweise öffentlich erreichbar ist. Gleichzeitig könnten über SOAP komplexe Skripte oder Anwendungen gestartet werden. Daher könnte ein SOAP Service herkömmliche Sicherheitsmaßnahmen außer Kraft setzen. [Sch10, S. 237] Im Jahre 2002 hat Microsoft gemeinsam mit IBM eine Roadmap „Security in a Web Services World: A Proposed Architecture and Roadmap“ [IBM02] erstellt, in der alle wichtigen Sicherheitsaspekte zur Absicherung von Web Services angesprochen werden. In Abbildung 10 auf der nächsten Seite ist diese Roadmap dargestellt.

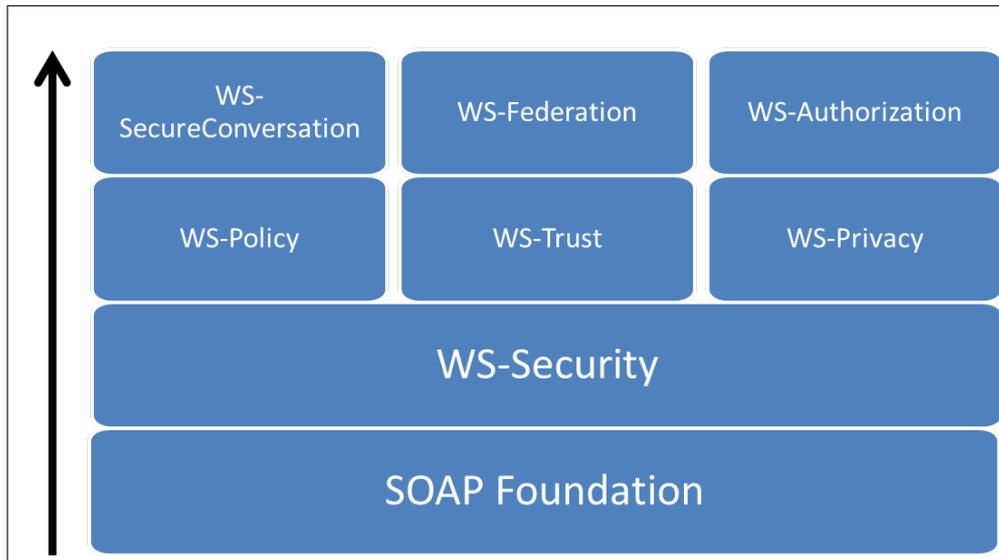


Abbildung 10: IBM und Microsoft Roadmap für sichere Web Services

Quelle: in Anlehnung an [IBM02]

Die grundsätzliche Struktur der Absicherung von SOAP wird in WS-Security beschrieben, welche 2004 von der Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) als Standard definiert wurde [OO02]. In diesem wird erklärt, welche Möglichkeiten für Sicherheitselemente bei SOAP Nachrichten existieren. Dazu wurde ein SOAP Headerelement <Security> definiert. In dem können alle Metainformationen zur Sicherheit festgelegt werden. Existierende XML-Standards werden hierbei verwendet und leicht erweitert. [Bor12, 14f]

Das Fazit für SOAP zeichnet sich somit in Flexibilität, Struktur, der möglichen Transportprotokolle und dem Kommunikationsmodell aus. Dazu besitzt es eine hohe Erweiterbarkeit. Dies ist bedingt durch die Verwendung von XML und basiert daher auf einfachen Standards. SOAP ist unabhängig von der Programmiersprache und Betriebsplattform. In Bezug auf die Sicherheit bietet WS-Security Möglichkeiten zur sicheren Übertragung von SOAP Nachrichten.

### Ablauf Kommunikation

Bei der Kommunikation mit SOAP erstellt der SOAP-Client eine SOAP-Nachricht und übermittelt diese per Transportprotokoll an einen Server. Dort wird die Nachricht vom SOAP-Server verarbeitet und die Informationen an die dahinterliegende Anwendung weitergeleitet. Auf der Ebene des Transportprotokolls befinden sich die angesprochenen intermediären Stationen, welche eine Art Vermittlungsaufgabe zwischen Sender



Beschreibung unterteilt man in die Implementierung und das Interface. Im Interface wird die abstrakte Beschreibung des Web Service erläutert, wodurch eine Wiederverwendung des Interface erreicht wird. Innerhalb des Interface wird der Aufbau der Anfrage und die Antwortnachricht sowie das Transportprotokoll hinterlegt. Die Implementierung beschreibt die konkreten Details der Umsetzung. An dieser Stelle wird der Verbindungsendpunkt hinterlegt. Die nichtfunktionale Beschreibung beinhaltet Informationen, welche über die funktionale Beschreibung hinausgehen und nicht für die Einbindung und Nutzung notwendig sind. Dies sind zum Beispiel Informationen zum Dienstanbieter oder Informationen, welche vor der Nutzung des Services zwischen Anbieter und Konsument ausgetauscht werden müssen. Um diese Beschreibungen vorzunehmen, hat sich die Web Service Description Language (WSDL) etabliert.

Eine WSDL legt fest, wie Informationen, welche für den Aufruf eines Web Service notwendig sind, definiert werden. Die Beschreibungssprache wurde durch Microsoft und IBM entwickelt und ist durch W3C standardisiert. Die aktuelle Version ist 2.0 vom Juni 2007 [Chi07]. WSDL bezeichnet einen Web Service als Menge von Verbindungsendpunkten in einem Netzwerk. Diese sind in der Lage Nachrichten auf Basis von XML zu empfangen, zu verarbeiten und optionale Antworten zu generieren [CJD03, S. 80]. Dabei können die Nachrichten XML-Dokumente oder Methodenaufrufe enthalten. Innerhalb der Beschreibung von WSDL wird festgelegt, wie die Nachricht strukturiert ist und welche Protokolle und Ports genutzt werden. WSDL ist somit eine Beschreibung unabhängig von der Implementierung. Bei einer Änderung dieser hat dies keinen Einfluss auf die Dienstbeschreibung, es sei denn die Funktionalität beziehungsweise die Signatur des Dienstes ändert sich. WSDL kapselt alle Informationen, welche zur Nutzung eines Web Service benötigt werden. Es handelt sich um eine Art Interface Definition Language (IDL) auf Basis von XML. [Lan05, 168ff] [CJD03, 80ff]

### **Aufbau WSDL**

Die Dienstbeschreibung in WSDL kann in zwei Teile zerlegt werden. Der erste Teil ist die Beschreibung von Interfaces (Schnittstellenbeschreibung) und der zweite die Definition der Implementation (Implementierungsbeschreibung). Die Strukturierung der Interfaces, in abstrakter Form, erlaubt dabei eine Wiederverwendung. Die Implementation übernimmt die Zuordnung zu einer Netzwerkadresse. Innerhalb der Definition des Interfaces werden Datentyp-, Nachrichten-, Porttyp- sowie Anbindungselemente als Hauptelemente spezifiziert. Alle Elemente werden innerhalb der Dienstbeschreibung durch einen eindeutigen Namen gekennzeichnet der zur Referenz innerhalb der

Dienstbeschreibung genutzt wird. [Rah03, 320ff] [CJD03, 82ff] [New02, 65f] [Chi07] In der folgenden Abbildung 12 ist der schematische Aufbau eines WSDL-Dokuments dargestellt. Die Verbindungen zeigen dabei die Referenzierungen zwischen den Elementen. [CJD03, 320f]

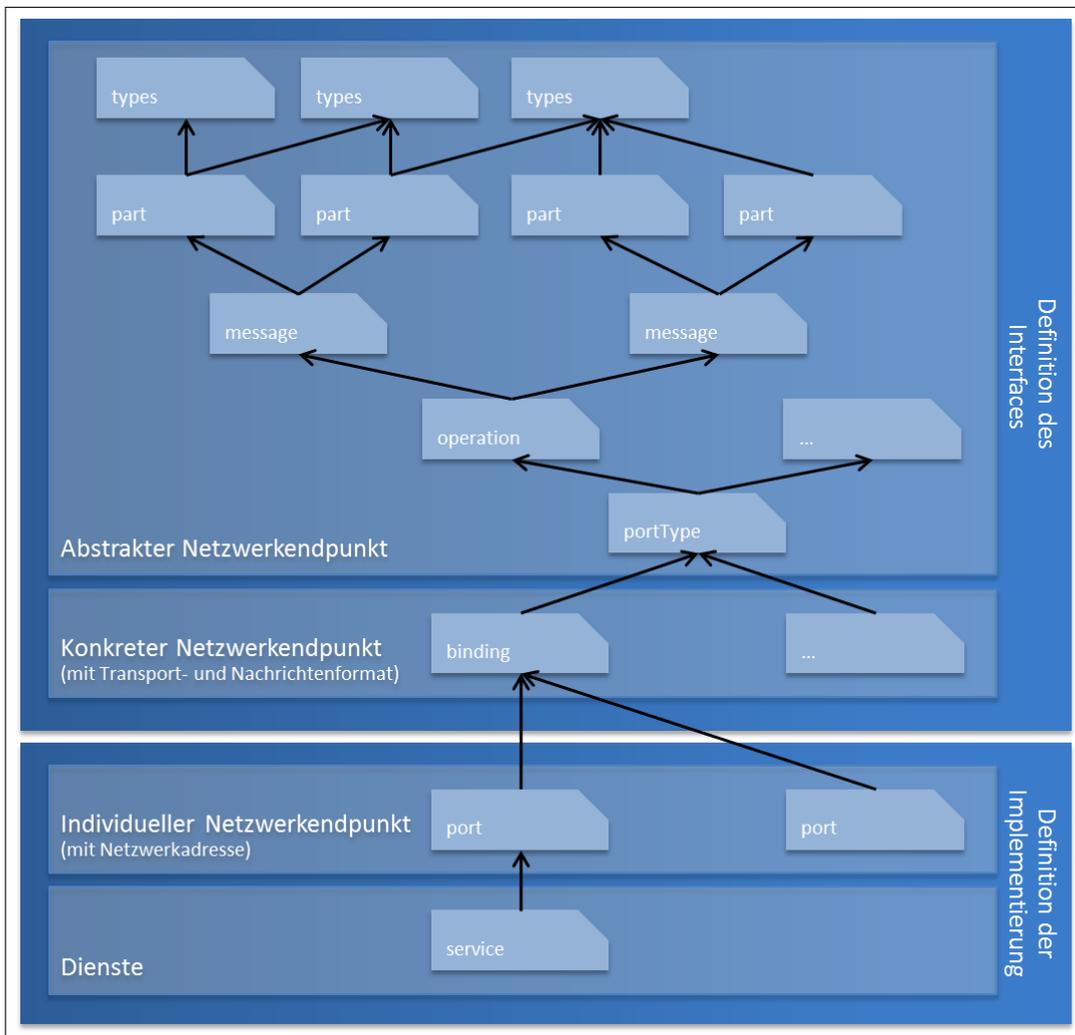


Abbildung 12: Schematischer Aufbau eines WSDL Dokuments  
Quelle: in Anlehnung an [Hag03, S. 41]

Auf die einzelnen Elemente wird im Folgenden eingegangen. Diese werden anhand von Listingbeispielen gezeigt. Die folgenden Listings sind jeweils Auszüge und als ein gesamtes WSDL-Dokument zu sehen. Der Aufbau wird anhand der Abbildung 12 an einem Beispiel demonstriert. Dazu wird das Beispiel von Listing 2 auf Seite 38 weiterverwendet.

- Das Listing 3 in Zeile 1 bis 10 das Wurzelement der Dienstbeschreibung. In ihm sind alle Namespaces definiert. In Zeile 11 und 13 ist ein optionales Element „<wsdl:documentation>“ aufgeführt. Dieses enthält eine nicht standardisierte Beschreibung des Dienstes.

Listing 3: WSDL Wurzel- und Dokumentationselement

---

```

1 <wsdl:definitions xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
2   xmlns:tm="http://microsoft.com/wsdl/mime/textMatching/"
3   xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
4   xmlns:mime="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/mime/"
5   xmlns:tns="http://www.msu-solutions.de/"
6   xmlns:s="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
7   xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/"
8   xmlns:http="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/http/"
9   xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
10  targetNamespace="http://www.msu-solutions.de/">
11 <wsdl:documentation xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
12   Web Service Sample from Patrick Marquardt (msu-solutions.de)
13 </wsdl:documentation>

```

---

- Das Datentypenelement „<wsdl:types>“, in dem alle Datentypen definiert sind welche in der Nachricht verwendet werden, ist im Listing 4 dargestellt.

Listing 4: WSDL Datentypenelement

---

```

1 <wsdl:types>
2   <s:schema elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://www.
3     .msu-solutions.de/">
4     <s:element name="HelloWorld">
5       <s:complexType>
6         <s:sequence>
7           <s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="name" type="s:
8             string"/>
9         </s:sequence>
10        </s:complexType>
11      </s:element>
12      <s:element name="HelloWorldResponse">
13        <s:complexType>
14          <s:sequence>
15            <s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="HelloWorldResult
16              " type="s:string"/>

```

```
14     </s:sequence>
15     </s:complexType>
16 </s:element>
17 </s:schema>
18 </wsdl:types>
```

---

- Das Nachrichtenelement „<wsdl:message>“ enthält je eine Definition pro Nachricht für den Web Service. Jede Nachricht besteht aus den logischen Bestandteilen „<wsdl:part>“, welches die Parameter repräsentiert. Hierbei wird auf die Datentypen verwiesen. (Listing 5)

#### Listing 5: WSDL Nachrichtenelement

---

```
1 <wsdl:message name="HelloWorldSoapIn">
2   <wsdl:part name="parameters" element="tns:HelloWorld"/>
3 </wsdl:message>
4 <wsdl:message name="HelloWorldSoapOut">
5   <wsdl:part name="parameters" element="tns:HelloWorldResponse"/>
6 </wsdl:message>
```

---

- Das Porttypelement „<wsdl:portType>“ beinhaltet die Operationen die dem Dienstkonsument zur Verfügung stehen. Das Kindelement „<wsdl:operation>“ besitzt Verweise auf die jeweiligen Nachrichten. Hier ist auch der Methodename definiert, welcher vom Dienstkonsument verwendet wird. (Listing 6)

#### Listing 6: WSDL Porttypelement

---

```
1 <wsdl:portType name="SimpleWSSoap">
2   <wsdl:operation name="HelloWorld">
3     <wsdl:input message="tns:HelloWorldSoapIn"/>
4     <wsdl:output message="tns:HelloWorldSoapOut"/>
5   </wsdl:operation>
6 </wsdl:portType>
```

---

- Das Bindungselement „<wsdl:binding>“ enthält die Kommunikationsinformationen, wie das Protokoll oder das Datenformat für die Nachrichtenübermittlung. Das Element existiert für jeden Porttyp. Dies stellt somit die Kommunikation zwischen Dienstanbieter und Dienstkonsument dar. (Listing 7 auf der nächsten Seite)

## Listing 7: WSDL Bindungselement

---

```
1 <wsdl:binding name="SimpleWSSoap" type="tns:SimpleWSSoap">
2   <soap:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
3   <wsdl:operation name="HelloWorld">
4     <soap:operation soapAction="http://www.msu-solutions.de/HelloWorld" ⤵
       style="document"/>
5     <wsdl:input>
6       <soap:body use="literal"/>
7     </wsdl:input>
8     <wsdl:output>
9       <soap:body use="literal"/>
10    </wsdl:output>
11  </wsdl:operation>
12 </wsdl:binding>
13 <wsdl:binding name="SimpleWSSoap12" type="tns:SimpleWSSoap">
14   <soap12:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
15   <wsdl:operation name="HelloWorld">
16     <soap12:operation soapAction="http://www.msu-solutions.de/
       HelloWorld" style="document"/>
17     <wsdl:input>
18       <soap12:body use="literal"/>
19     </wsdl:input>
20     <wsdl:output>
21       <soap12:body use="literal"/>
22     </wsdl:output>
23  </wsdl:operation>
24 </wsdl:binding>
```

---

Neben der Definition des Interfaces enthält die Definition der Implementierung die Information der Umsetzung. Folgend werden Portelement und Serviceelement als Hauptbestandteile erläutert.

- Das Portelement „<wsdl:port>“ definiert die Verbindungsendpunkte eines Web Services. Hier ist die Adresse festgelegt über die der Service im Netzwerk erreichbar ist. Ebenfalls ist hier der Verweis zum Bindungselement gegeben. Das Portelement ist eindeutig über den Namen im WSDL-Dokument definiert. (Listing 8 auf der nächsten Seite Zeile 5 bis 10)

- Das Serviceelement „<wsdl:service>“ repräsentiert den Web Service und enthält die Portelemente. Dieses Element bündelt alle Kommunikationselemente als Menge von Portelementen eines Porttypelements. (Listing 8)

Listing 8: WSDL Service- und Portelement

---

```

1  <wsdl:service name="SimpleWS">
2    <wsdl:documentation xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
3      Web Service Sample from Patrick Marquardt (msu-solutions.de)
4    </wsdl:documentation>
5    <wsdl:port name="SimpleWSSoap" binding="tns:SimpleWSSoap">
6      <soap:address location="http://localhost:46209/Service1.asmx"/>
7    </wsdl:port>
8    <wsdl:port name="SimpleWSSoap12" binding="tns:SimpleWSSoap12">
9      <soap12:address location="http://localhost:46209/Service1.asmx"/>
10   </wsdl:port>
11  </wsdl:service>
12 </wsdl:definitions>

```

---

Optional kann ein Dokumentationselement „<wsdl:documentation>“ in der WSDL enthalten sein. Wie bereits beschrieben, enthält dieses Element eine nicht standardisierte Beschreibung des Dienstes. Im Listing 8 Zeile 2 bis 4 ist dies abgebildet.

Auf Basis all dieser Informationen kann der Dienst nun eingebunden und verwendet werden.

### 3.3.6 Dienstverzeichnis

Im Folgenden wird die Ebene Dienstverzeichnis im Protokollstapel von Abbildung 8 auf Seite 35 beschrieben. Dazu kann gesagt werden, dass mehrere mögliche Arten von Dienstverzeichnissen existieren.

Mittels eines Dienstverzeichnisses kann sich ein Dienstkonsument über die Existenz von Diensten informieren. Wie bereits dargestellt wird diese Phase in eine Dienstveröffentlichung und Dienstsuche unterteilt (siehe 3.3.2 auf Seite 30 und Abbildung 7 auf Seite 34). Diese Veröffentlichung kann dabei statisch oder dynamisch erfolgen. Die Dienstsuche ist jedoch nur bei der dynamischen Veröffentlichung der Dienstbeschreibung vorhanden. [BMW02, 277f] [Bet01, 302f]

Bei der statischen Veröffentlichung kann die Übermittlung der Dienstbeschreibung als Datei erfolgen. Der Dienstkonsument erhält also eine Kopie. [Kre01, S. 21] Bei

der dynamischen Veröffentlichung wird die Beschreibung beziehungsweise ein Verweis auf diese in einem Verzeichnis hinterlegt, welche vom Dienstkonsument durchsucht werden kann. Die Beschreibungen unterscheiden sich dabei in Hinsicht auf ihren Funktionsumfang und den Umfang der abgelegten Dienstbeschreibung.

Die einfachste Form stellen Webseiten dar, auf denen die Beschreibung aufgelistet ist und es einen Verweis auf die Dienstbeschreibung gibt. Eine erweiterte Form der Verzeichnisse stellt die Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) dar. [Cle04] Die Grundidee ist dabei ein standardisiertes Verzeichnis bereitzustellen, welches zur Veröffentlichung von Web Service dient. Die erste Spezifikation in Version 1.0 wurde bereits 2000 entwickelt. Die Weiterentwicklung erfolgte durch OASIS und liegt seit 2002 in Version 3.0 vor. Im Jahre 2005 kündigten IBM, Microsoft und SAP an, ihre Verzeichnisdienste (UDDI Business Registry) abzuschalten. Dies wurde als das Ende von UDDI gedeutet. Aus diesem Grund wird in der Arbeit nicht weiter darauf eingegangen.

# 4 Umsetzung

## 4.1 Vorüberlegungen

### 4.1.1 Analyse der Architektur und Technologie

Dieser Teil behandelt die praktische Umsetzung der Kommunikation zwischen dem es: Crypto Gateway Service und der Software msu.energie<sup>2013</sup> unter MS NAV. Im ersten Abschnitt wird auf die Konzeption der Architektur und der Ansätze zur Umsetzung eingegangen. Dies erfolgt in Bezug auf die Gesamtstruktur, wie es in der Aufgabenstellung beschrieben ist.

Zuerst wurden Vorüberlegungen zur Architektur getroffen. Da es sich um ein verteiltes System handelt, musste geklärt werden wie und wo die Komponenten des Systems angesetzt sind. Hierbei muss dazu auf die Gesamtstruktur der Architektur für Intelligente Messsysteme eingegangen werden, wie bereits im Abschnitt 3.1.4 auf Seite 23 erläutert. Basierend auf der Abbildung 13 aus der technischen Richtlinie BSI TR-03109-1 „Anforderungen an die Interoperabilität der Kommunikationseinheit eines Intelligenten Messsystems“ wurden bei der Firma exceeding solutions Vorüberlegungen in Bezug auf die Architektur getroffen.

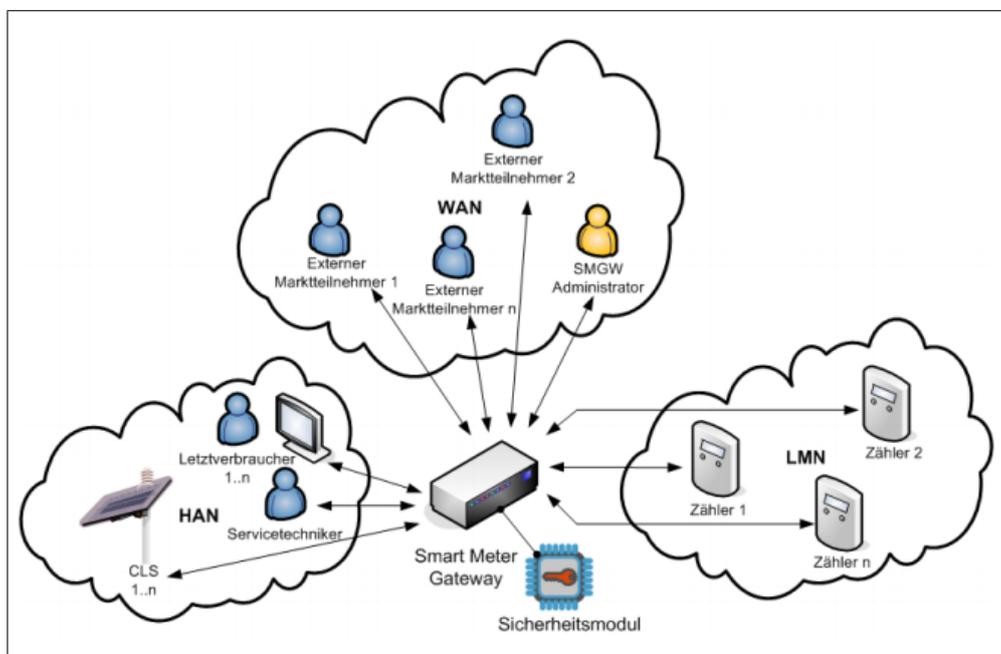


Abbildung 13: Smart Meter Gateway in seiner Einsatzumgebung

Quelle: BSI TR-03109-1 [BTR14]

Resultierend daraus ergab sich die Umsetzung der Struktur, welche in der Abbildung 14 dargestellt ist. Unter Bezug auf die Aufgabenstellung geht es in der Arbeit vornehmlich um die Kommunikation zwischen dem SMGW, dem daran angeschlossenen Zähler und dem System der Firma msu solutions. Im Zentrum dessen steht dabei das SMGW der Firma Dr. Neuhaus. Als Anwendungsfall zur Übermittlung von Daten dient ein Smart Meter der Firma Fröschl als Vertreter aus dem LMN. Die Abdeckung der Verbindung zwischen dem ERP-System und dem SMGW wird durch den es:Crypto Gateway Service der Firma exceeding solutions vorgenommen. Dieser regelt alle Vorgänge, welche durch die technischen Richtlinien des BSI vorgegeben werden. Dies bezieht sich auf Vorgaben für Protokolle und Sicherheit in Form von beispielsweise Cryptographic Message Syntax (CMS) und Secure Socket Layer (SSL) basierend auf der PKI (siehe 3.1.4 auf Seite 23). Der gesamte rechte Teil der Abbildung 14 steht als Vertreter für die Kommunikation im WAN Netz.

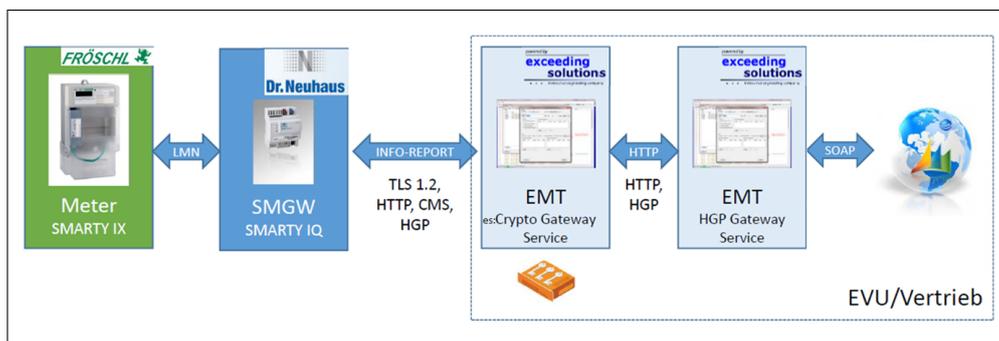


Abbildung 14: Systemarchitektur

Quelle: exceeding solutions

Dies liefert einleitend die Überlegungen welche Technologien zur Umsetzung notwendig sind. Da aktuell und auch zukünftig Schnittstellen zu anderen Fremdsystemen nicht auszuschließen sind, bietet sich die Technologie der Web Services an. Im Kontext der Architektur für ein ERP-System, im Speziellen hier MS NAV, besitzen diese Systeme Schnittstellen für RPC insbesondere für Web Services, um mit externen Systemen zu kommunizieren. Daher wurde sich bewusst für die Web Service Technologie entschieden. Als Web Service Protokoll wurde SOAP gewählt, da der es:Crypto Gateway Service bereits Schnittstellen in dieser Form anbietet. Der Connector selbst ist auf Basis von .NET<sup>41</sup> im Speziellen unter der Programmiersprache C#<sup>42</sup> imple-

<sup>41</sup> Software Plattform von Microsoft

<sup>42</sup> objektorientierte Programmiersprache der Firma Microsoft im .NET-Framework

mentiert. Daher erfolgte eine Analyse wie die Interkommunikation der Komponenten zwischen MS NAV und der .NET Bestandteile aufgebaut sein kann. Bedingt durch die Architektur von MS NAV bietet dieses System Implementierungen durch „User Exit“-Komponenten (siehe Abschnitt 3.1.2 auf Seite 17), im Detail hier Add-Ins für .NET an. Bei der internen Implementierung im MS NAV wird die Sprache C/AL<sup>43</sup> verwendet, da diese in der mitgelieferten Entwicklungsumgebung integriert ist.

#### **4.1.2 Zielsetzung und konzeptionelle Ansätze**

Im Grundsatz der Arbeit geht es um die Kommunikation der Software msu.energie<sup>2013</sup> mit einem SMGW. In Bezug auf die Vollständigkeit wird in dieser Arbeit auf die Kommunikation in beiden Richtungen eingegangen. Zum einen wäre dies das Übermitteln von Daten in das ERP-System und zum anderen das Senden der Daten vom ERP-System an das SMGW und zu den darüber hinaus liegenden Komponenten. Im weiteren Bezug wird die Betrachtung der Architektur auf die Kommunikation zwischen dem ERP-System und den es:Crypto Gateway Service beschränkt. Je nach angesprochenem Anwendungsfall der Kommunikationsrichtung wäre das MS NAV System, bezogen auf die Web Service Architektur, als Server oder Client zu betrachten. Daher musste analysiert werden wie und durch welche Technologie diese Rollen übernommen werden konnten.

#### **Variante 1 - MS NAV ist Web Service Client und konsumiert einen Web Service Server**

Vorrangig musste überprüft werden, auf welche Weise diese Architektur umgesetzt werden kann. Grundlegend ist es nicht möglich, aus dem internen MS NAV per C/AL Sprache einen Web Service zu konsumieren. Wie im Abschnitt 3.1.2 auf Seite 17 bereits beschrieben, bietet aber MS NAV die Möglichkeit an „User Exits“ zu nutzen, welche die Implementierung von Programmbausteinen in anderen Sprachen erlaubt. In diesem Fall kann mittels einer C# Komponente, ein so genanntes Add-In, ein Baustein zu Verwendung von C# Methoden in der C/AL Sprache genutzt werden. Der C# Code kann dabei beliebige Funktionen außerhalb des C/AL Code ansteuern, wie in diesem Fall das Konsumieren eines Web Services. Die Schnittstelle zum MS NAV System erfolgt in der Rückgabe von Werten der Methoden aus dem C# Add-In. In der folgenden Abbildung 15 auf der nächsten Seite ist die Architektur abstrakt dargestellt.

---

<sup>43</sup>C/SIDE Application Language

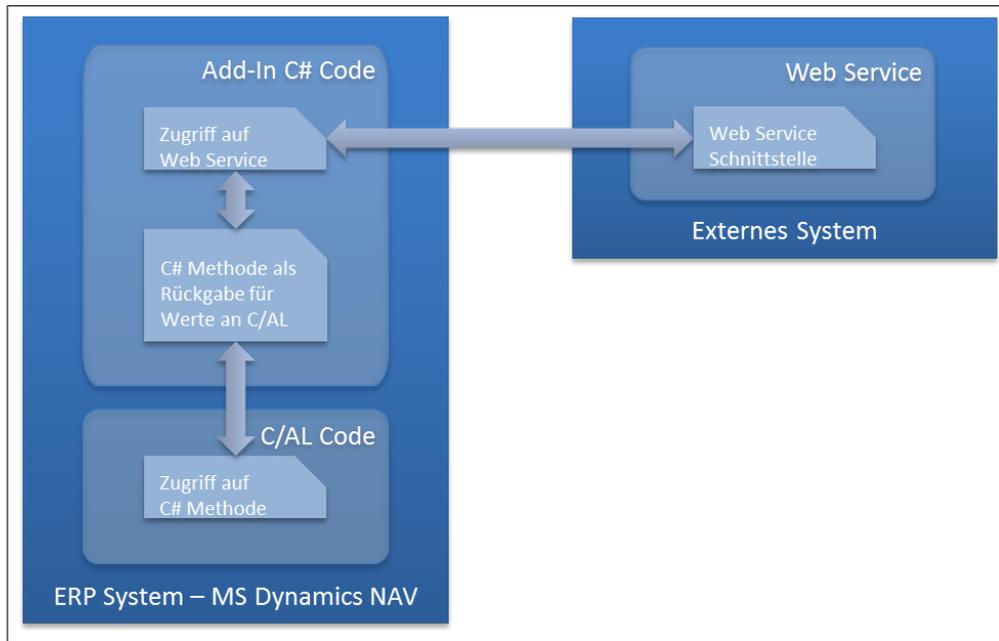


Abbildung 15: Zugriff aus MS NAV per Add-In auf einen Web Service  
Quelle: eigene Darstellung

Ein typischer Anwendungsfall für diese Variante wäre das Senden eines Steuersignals zur Spontanauslese von Messwerten aus dem SMGW an den SMGW-Administrator. Hierbei wird Bezug auf die Kommunikationsszenarien der BSI TR 03109-1 genommen, welche im Abschnitt 3.2.2 des Dokumentes [BTR14, S. 23] unter dem Anwendungsfall „WAF5: Übertragung von Daten an externe Marktteilnehmer“ betitelt ist. Dort wird ein Szenario beschrieben, dass bei einer Spontanauslese für Messwerte diese nur über ein Steuersignal, ausgehend vom SMGW-Administrator, zu versenden sind. Dies ist dadurch bedingt, dass ein externer Marktteilnehmer keinen direkten Zugriff auf das SMGW haben darf. Dazu wird dem SMGW-Administrator ein Signal gesendet, welches die Verbindung ausgehend vom SMGW zum externen Marktteilnehmer auslöst. Ein weiteres Szenario wäre das Steuern von CLS Systemen hinter dem SMGW. Dazu hier ein Verweis auf den Anwendungsfall mit dem Namen „HAF3: Transparenter Kommunikationskanal zwischen CLS und EMT“ im Kapitel 3.4.2 des Dokumentes [BTR14, 56f]. Dieser beschreibt die Steuerung von CLS Systemen im HAN über einen durch den SMGW-Administrator aufgebauten sicheren Kanal für autorisierte externe Marktteilnehmer aus dem WAN.

## Variante 2 - MS NAV ist Server und gestattet Zugriff für Web Service Clients

Bei diesem Ansatz musste ebenfalls geprüft werden, welche Möglichkeiten MS NAV bietet, um diese Art der Web Service Architektur zu unterstützen. Anders als bei der vorherigen Variante muss hier jedoch nicht auf Add-Ins zurückgegriffen werden. MS NAV bietet als Grundbestandteil des ERP Systems Schnittstellen in Form von Web Services an. Dabei werden zwei verschiedene Arten für SOAP Web Services unterstützt.

- **Codeunit Web Service:** Eine Codeunit in MS NAV ist eine Datei welche C/AL Programmiercode enthält. Über diese Art von Web Service ist es möglich, über fest im Programmcode definierte Methoden eine Web Service Schnittstelle anzubieten. Der Vorteil für diese Art wäre, mittels der Web Service Methoden komplexe dahinterliegende Funktionen zu implementieren, um umfangreiche Dienste aus dem MS NAV heraus anzubieten.
- **Page Web Service:** Eine Page in MS NAV ist ein Abbild einer Tabelle aus der Datenbank. Über diese Page kann mittels Web Service das Lesen und Schreiben direkt in die Datenbanktabelle ermöglicht werden. Der Vorteil bei dieser Art von Web Service wäre das einfache Lesen und Schreiben in die ERP Datenbank. MS NAV implementiert automatisch bei der Veröffentlichung von Pages über einen Web Service grundlegende Methoden zum Lesen, Schreiben und Ändern der Daten.

Als Schnittstelle für diese Arbeit wurde ein Page Web Service gewählt. Der Grund liegt darin, dass für den vorliegenden Fall und auch im Zuge der ersten Prototypen ein einfaches Einlesen von Daten über den Web Service erfolgen soll. Bei geringfügigen Änderungen des Datenmodells im MS NAV, speziell in der Datenbanktabelle, passt sich der Web Service automatisch über die projizierte Page an, ohne dass umfangreiche Codeänderungen im C/AL Code notwendig sind. In der folgenden Abbildung 16 auf der nächsten Seite ist eine abstrakte Architektur für diese Variante abgebildet.

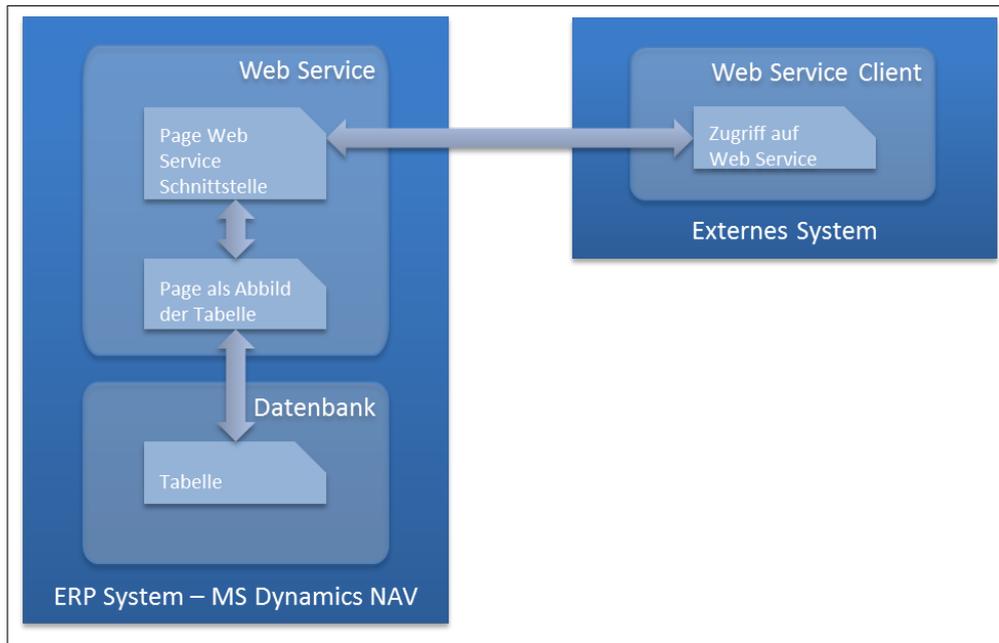


Abbildung 16: Bereitstellen eines Page Web Services aus MS NAV  
Quelle: eigene Darstellung

Für dieses Modell wäre das Übersenden von abrechnungsrelevanten Werten in das ERP-System ein typischer Anwendungsfall. Hierbei wird ebenfalls Bezug auf die Kommunikationsszenarien der BSI TR 03109-1 genommen, welche im Abschnitt 3.2.2 des Dokuments [BTR14, S. 23] unter dem Anwendungsfall „WAF5: Übertragung von Daten an externe Marktteilnehmer“ betitelt sind. Dabei wäre das Szenario der turnusmäßigen Auslieferung von tarifierten Messwerten zu betrachten. In diesem wird beschrieben, wie das beispielsweise monatliche Übersenden von Daten, ausgehend vom SMGW, an den externen Marktteilnehmer vollzogen wird. In der folgenden Abbildung 17 auf der nächsten Seite ist dieser Zugriff zur Veranschaulichung per Sequenzdiagramm dargestellt. Das spezielle Kommunikationsszenario trägt die Bezeichnung „INFO-REPORT“. Es stellt den Zugriff des SMGW auf den Service des externen Marktteilnehmers zum Versand von Daten dar.

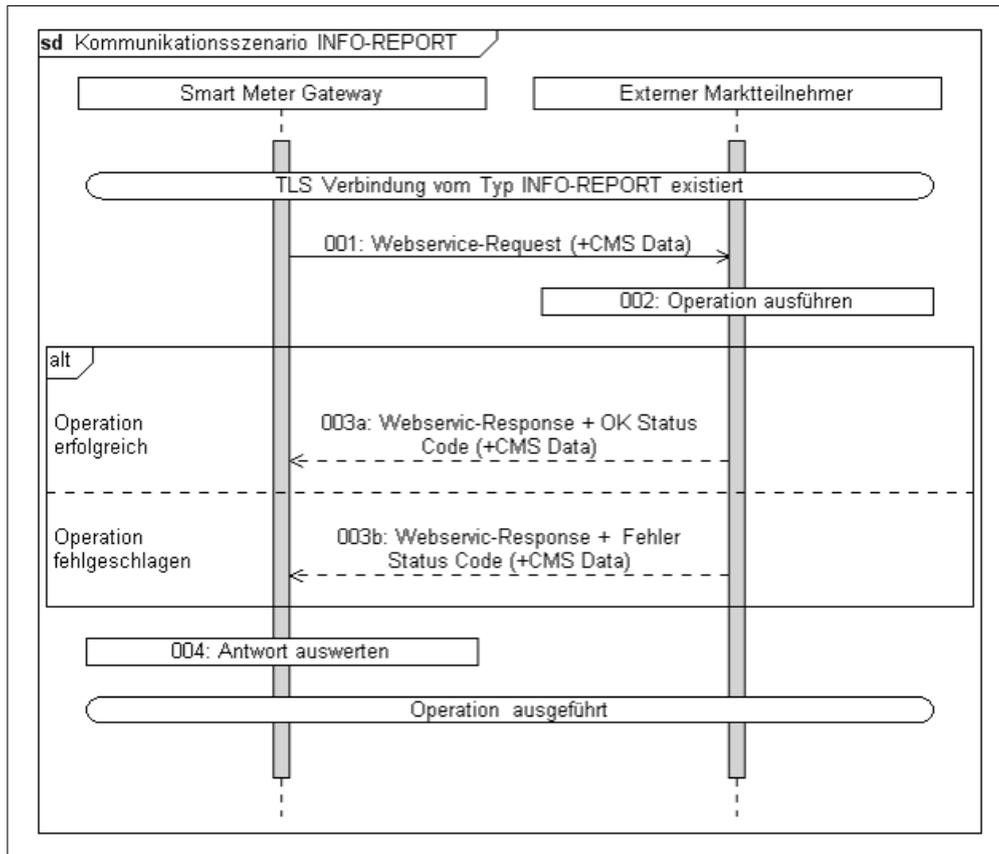


Abbildung 17: Sequenzdiagramm zum Kommunikationsszenario „INFO-REPORT“  
Quelle: [BTR14, S. 29]

## 4.2 Mockup MS Dynamics NAV als Web Service Client

Im Umfang der Arbeit wird wie schon erwähnt in Bezug auf die Vollständigkeit die bidirektionale Kommunikation einer Web Service Schnittstelle zum MS NAV betrachtet. Im Zusammenhang mit der Implementierung zur Konsumierung eines Web Services wird hier jedoch nur ein Mockup mit rudimentären Funktionen entworfen, um die Vollständigkeit der Schnittstelle zu zeigen. Ausgehend von der Aufgabenstellung wird daher diese Variante als simples Modell ohne nennenswerte Funktionen implementiert. Folgend wird gezeigt, wie ein Web Service mittels C# Add-In konsumiert wird und per C/AL Code im MS NAV angesprochen werden kann. Im Kontext einer zukünftigen Interoperabilität mit dem es:Crypto Gateway Service wird der Web Service Server in .NET abgebildet. Dieser Service ist nachfolgend als Beispiel im Listing 9 auf der nächsten Seite dargestellt.

---

```

1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.Web;
4 using System.Web.Services;
5 using System.IO;
6
7 namespace WebserviceApplication
8 {
9     [WebService(Namespace = "http://www.msu-solutions.de/",
10         Name = "SimpleWS",
11         Description = "Web Service Sample
12             from Patrick Marquardt (msu-solutions.de)")]
13     [WebServiceBinding(ConformsTo = WsiProfiles.BasicProfile1_1)]
14     [System.ComponentModel.ToolboxItem(false)]
15     public class Service1 : System.Web.Services.WebService
16     {
17         [WebMethod]
18         public string HelloWorld(String name)
19         {
20             return "Hello World, " + name;
21         }
22     }
23 }

```

---

Listing 9: einfacher .NET Web Service

Der Codeauszug zeigt einen einfachen .NET Web Service. In Zeile 17 bis 21 ist die öffentliche Web Methode zu sehen, welche einen String als Parameter erwartet und einen zusammengesetzten String zurückgibt. Um diesen Web Service anschließend zu konsumieren ist es notwendig, dass bereits angesprochene .NET Add-In zu implementieren ist. Dieses wird dabei als normales C# Projekt erstellt und anschließend als DLL<sup>44</sup> im MS NAV durch den C/AL Programmcode eingebunden und angesprochen.

Um den Gesamtaufbau zu verstehen, muss kurz erläutert werden wie der Aufruf der Web Service Methode aus dem MS NAV erfolgt. Als Komfortfunktion zu späteren Testzwecken ist die Architektur der Klasse so aufgebaut das die URL des Web Services aus dem MS NAV änderbar ist. Dies ist bedingt dadurch, dass andernfalls die URL statisch in der DLL festgeschrieben ist und später nur mit viel Aufwand zu ändern wäre. Daher wird vor jedem Aufruf des Web Services der Wert für die URL aus dem MS NAV

---

<sup>44</sup>Dynamic Link Library. Eine dynamische Programmibibliothek zur Erweiterung vom Programmcode

in die DLL weitergegeben und dort gehalten. Beim Aufruf des Web Services wird die URL geladen. Der Grund für eine Anpassung der URL wäre die Verwendung im späteren Testbetrieb durch Änderung der IP Adresse des Computers mit dem enthaltenen Web Service. Das Listing 10 zeigt einen Auszug der Programmbibliothek.

---

```
1 private static String urlKey = "url";
2
3 public String getWebServiceData(String name)
4 {
5     SimpleWS service = new SimpleWS();
6     service.Url = getAppSetting(urlKey);
7
8     return service.HelloWorld(name);
9 }
10
11 public void saveUrl(String url)
12 {
13     setAppSetting(urlKey, url);
14 }
```

---

Listing 10: Auszug .NET Klassenbibliothek als Add-In

Bezogen auf das Listing 10 wird der Code kurz erläutert. In Zeile 3 bis 9 ist die Methode zum späteren Aufruf des Web Services aus dem MS NAV zu sehen. In Zeile 5 wird dabei der Web Service initialisiert. In der Zeile 6 wird der Wert der Web Service URL geladen. Die Methode in Zeile 11 bis 14 dient zum Speichern der URL aus dem MS NAV in die .NET Klasse. In Bezug auf die Übersicht sind die Methoden zum Speichern (`setAppSetting(urlKey, url);`) und Laden (`getAppSetting(urlKey);`) der URL im Listing 13 auf Seite 73 im Anhang I der Arbeit zu finden.

Im weiteren Verlauf wird auf den C/AL Code eingegangen und die Verwendung des Add-In eingegangen. Für das Mockup wurden im MS NAV folgende Objekte angelegt:

- eine Tabelle zum Halten der Web Service URL
- eine Seite zum Anzeigen und Bearbeiten der Tabelle für die Web Service URL
- eine Codeunit mit dem C/AL Code zum Ansprechen des Web Services.

Die folgende Abbildung 18 auf der nächsten Seite zeigt die Page mit dem Inhalt der Web Service URL Tabelle. Darin enthalten ist ein Button, welcher bei Betätigung die Codeunit ausführt.

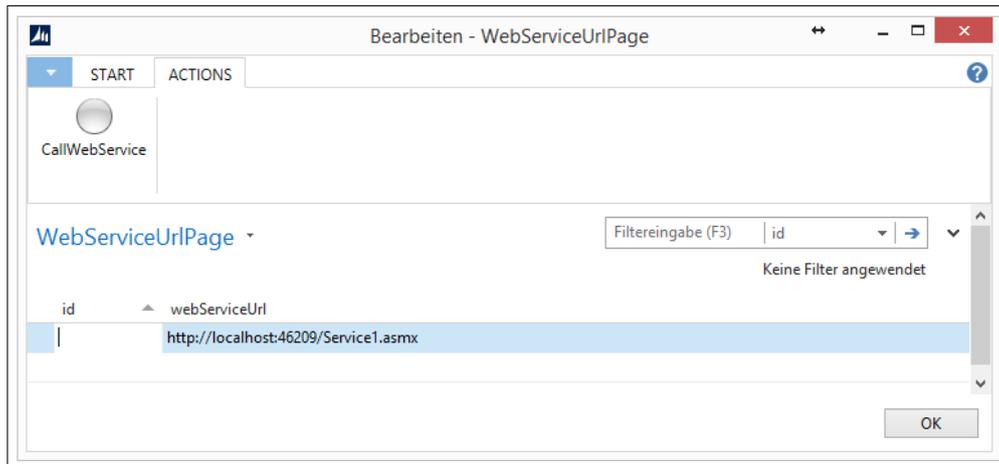


Abbildung 18: Seite im Dynamics NAV mit dem Inhalt der Web Service URL  
Quelle: eigene Darstellung

Im folgenden Listing 11 wird der C/AL Code dargestellt, der zum Aufruf des .NET Add-In ausgeführt wird.

---

```

1 Webservice := Webservice.ConsumeService();
2 recUrl.GET();
3 Webservice.saveUrl(recUrl.webServiceUrl);
4 MESSAGE(Webservice.getWebServiceData('msu'));

```

---

Listing 11: Codeunit zum Aufruf des Web Service Add-In

Zum besseren Verständnis sind in der Abbildung 19 auf der nächsten Seite die lokalen Variablen der Codeunit abgebildet. Die Variable Webservice ist in diesem Fall das Objekt für das .Net Add-In und recUrl ist das Objekt der Tabelle, welche die Web Service URL hält.

In Zeile 1 des Listings 11 wird der Standardkonstruktor auf das .NET Objekt aufgerufen. Damit ist diese Variable initialisiert. In Zeile 2 wird der aktuelle Wert aus der Web Service URL gelesen und in Zeile 3 als Parameter des Methodenaufrufs der .NET Methode zum Speichern des URL-Strings übergeben. Zeile 4 gibt den Rückgabewert des aufgerufenen Web Services in einem Dialogfenster aus.

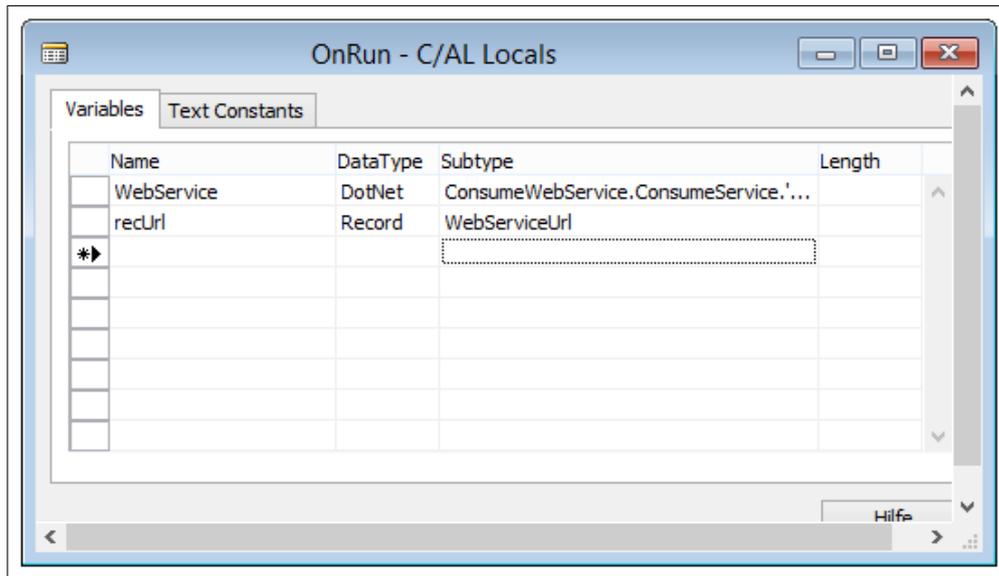


Abbildung 19: Lokale Variablen der Codeunit zum Aufruf des Web Service Add-In  
Quelle: eigene Darstellung

Dieses Mockup bietet den Ansatz zum Konsumieren eines Web Services aus dem MS NAV heraus. Wie schon im Abschnitt 4.1.2 auf Seite 50 beschrieben, existieren laut Technischer Richtlinie des BSI Anwendungsfälle für diese Art der Kommunikation.

Beim Aufruf des Web Services über den Button, welcher den oben beschriebenen Code ausführt, erscheint ein Dialogfenster mit dem erwarteten Inhalt aus dem Web Service (Abbildung 20).

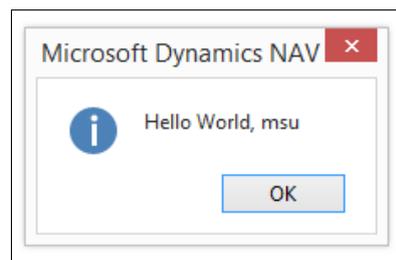


Abbildung 20: Dialogfenster im MS NAV nach dem Web Service Aufruf  
Quelle: eigene Darstellung

Um dieses Beispiel praktisch zu demonstrieren, wurde eine kleine Testumgebung zwischen zwei Computern in einem Netzwerk erstellt. Dies soll die theoretischen Ansätze des SOAP Nachrichtenaustausches aus dem Grundlagenteil an einem Beispiel

darstellen. Dabei wurde der geschriebene Web Service in .NET auf einem der beiden PCs lauffähig gemacht. Auf dem zweiten PC wurde das MS NAV zum Ansprechen des Services installiert.

Mit einem gängigen Netzwerkanalysetool namens Wireshark wurden die SOAP Nachrichten aufgezeichnet. Zur Übersichtlichkeit sind beide Abbildungen im Anhang II dieser Arbeit zu finden. Die Abbildung 27 auf Seite 74 zeigt dabei den Aufruf des Web Services per SOAP und die Abbildung 28 auf Seite 74 die Antwortnachricht.

## 4.3 Realisierung

### 4.3.1 Modellbildung - MS Dynamics NAV als Web Service Server

Das Gegenstück zur Kommunikation aus dem MS NAV heraus, wie im vorherigen Abschnitt demonstriert, ist die Aufnahme von Daten in das ERP System. Um dies zu realisieren, bietet MS NAV zwei verschiedene Arten von Web Service Typen an. Die Einleitung dazu wurde bereits im Abschnitt 4.1.2 auf Seite 50 beschrieben. Wie dort aufgeführt wird in den Ansätzen zur Umsetzung dieser Kommunikation ein Page Web Service verwendet.

Für ein geeignetes System muss zunächst eine Modellbildung der Architektur im Zusammenhang zur Ankopplung an bestehende Prozesse im msu.energie<sup>2013</sup> erfolgen. Dazu wurde die Abbildung 16 auf Seite 53 mit Komponenten vom ERP-System erweitert. Resultierend daraus ist in der folgenden Abbildung 21 eine abstrakte Darstellung dieser Architektur zu sehen.

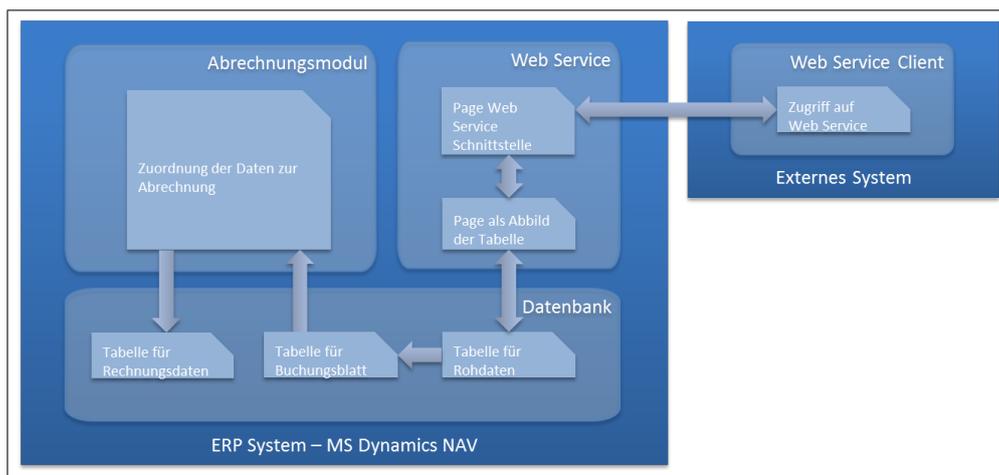


Abbildung 21: Architektur zum Import von Rechnungsdaten per Web Service

Quelle: eigene Darstellung

Ableitend aus dieser Abbildung ergibt sich ein Ablauf der Abarbeitung der Daten im MS NAV. Nach dem die Daten per Web Service Schnittstelle in eine Rohdatentabelle geschrieben wurden, können aus dem Buchungsblatt für Abrechnungen heraus diese Daten geladen werden. Entsprechend der Zuordnung der Abrechnungsdaten im System können diese Werte in die dafür vorhergesehenen Datentabellen gespeichert werden. In der folgenden Abbildung 22 ist der Verlauf dieser Schritte anhand eines Zustandsdiagramms dargestellt.

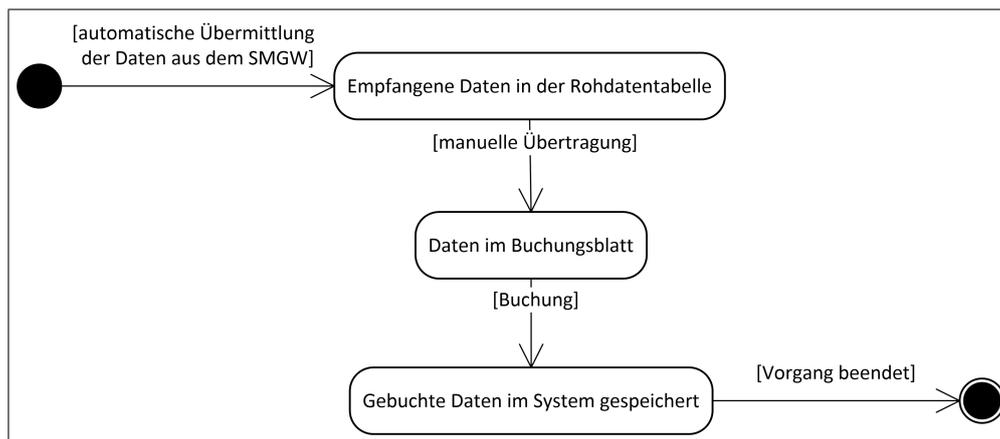


Abbildung 22: Zustandsdiagramm zur Abarbeitung von Rechnungsdaten im MS NAV  
Quelle: eigene Darstellung

Die Komponenten, wie das Buchungsblatt und die dahinterliegenden Strukturen, sind im MS NAV Bestandteil der Software msu.energie<sup>2013</sup>. An dieser Stelle erfolgt die Adaption der bestehenden Strukturen, um eine Integration mit minimal invasiven Korrekturen der bestehenden Software zu erreichen.

#### 4.3.2 Rechnungsdaten im MS Dynamics NAV

Um einen groben Überblick über diese bestehenden abrechnungsrelevanten Strukturen zu bekommen, ist in diesem Abschnitt die Bestimmung, Definition und Verwendung der einzelnen Daten erläutert. Im Vorfeld der Analyse wurde daher in Zusammenarbeit mit der Firma msu solutions erhoben, welche Daten zur Abrechnung notwendig sind. Zur Umsetzung eines Prototypen in dieser Arbeit musste in Kooperation mit der Firma exceeding solutions eine Einigung auf die Bestimmung der Daten vorgenommen werden. Diese Daten bilden schlussendlich auch die Definition der Web Service Schnittstelle, welche aus dem es:Crypto Gateway Service heraus konsumiert

werden. Folgende Daten sind minimal notwendig, um im Prozess der Firma msu solutions einen Abrechnungswert an einer Messstelle zu erzeugen.

- **OBIS-Kennzahl** zur eindeutigen Identifikation von Messwerten beim elektronischen Datenaustausch
- **Erfassungshinweis** ob es sich um einen Anfangs- oder Endzählerstand oder einen reinen Zählerstand handelt
- **Ablesegrund** warum die Erfassung ausgelöst wird
- **Abschnittsendedatum** als Datum zur Erfassung
- **Abschnittsendestand** zur Messstandserfassung

Zusätzlich sind Daten in diesem Buchungsblatt notwendig, welche intern durch die Software der Firma msu solutions vorgeben sind, aber nicht durch ein SMGW geliefert werden. In Bezug auf die Vollständigkeit werden diese genannt. Zur prototypischen Umsetzung und zu Testzwecken werden diese Daten beim Import erzeugt oder durch interne Prozesse aus bestehenden Daten importiert. In einem Realsystem müsste an dieser Stelle eine Anpassung entsprechend des Anwendungsfalls erfolgen.

- **Abrechnungspunktcode** als Primärschlüssel für den Abrechnungspunkt
- **Belegnummer** als interne Nummer zur Identifikation
- **Datenvorlagecode** als Pattern zur Validierung, welche Daten beim Buchen benötigt werden
- **Messstellenummer** als Zuordnung wo die Erfassung der Werte erfolgt
- **Abschnittsanfangsdatum** als Datum zur Erfassung
- **Abschnittsanfangsstand** zur Messstandserfassung

Um einen sinnvollen Prozess abzubilden, wurden zusätzlich zu den genannten Werten zwei Spalten hinzugefügt. Zum einen wird pro Datensatz ein Feld mit einem booleschen<sup>45</sup> Datentyp angelegt. Dieses Feld wird gesetzt, wenn ein Datensatz bereits erfolgreich aus der Rohdatentabelle in das System gebucht wurde. Zusätzlich befindet sich an jedem Datensatz ein Feld mit einem Zeitstempel.

---

<sup>45</sup>Eine Schaltvariable welche den Wert wahr oder falsch annehmen kann.

Entsprechend dieser Informationen wird im MS NAV eine Tabelle für die Rohdaten erstellt. Bei Veröffentlichung der Seite, welche diese Tabelle abbildet, erstellt das ERP-System automatisch Schnittstellen zum Erzeugen, Ändern oder Löschen einzelner Daten oder eines ganzen Datensatzes.

#### 4.3.3 Programmierung - MS Dynamics NAV als Web Service Server

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Umsetzung des im 4.3.1 auf Seite 59 erstellten Modells. Dazu werden im MS NAV folgende Objekte angelegt:

- eine Tabelle, welche die Daten enthält wie im Abschnitt 4.3.2 auf Seite 60 beschrieben
- eine Page, welche die Tabelle abbildet
- sowie Codeabschnitte zum Ausführen bestimmter Prozesse auf bestehenden Elementen im MS NAV.

Die folgende Abbildung 23 zeigt die erstellte Tabelle im MS NAV.

E... Field No.	Field Name	Caption	Data Type	Length	Description	Option String
1	ID	<ID>	Integer			
2	OBIS Number	<OBIS-Kennzahl>	Code	20		
4	Meter Reading Property	<Erfassungshinweis>	Option		,Start Measur...	,Start Measure Value,End Me...
5	Reading Reason	<Ablesegrund>	Option		,COM,COS,PM...	,COM,COS,PMR,COT,IOM,R...
7	Segment Ending Date	<Abschnittendedatum>	Date			
9	Segment Ending Reading	<Abschnittendestand>	Decimal			
10	Booked	<gebucht>	Boolean			
11	BookTime	<Buchungszeit>	DateTime			

Abbildung 23: Tabelle UEN Smart Meter Web Service

Quelle: eigene Darstellung

Die Erläuterungen der einzelnen Werte ergeben sich aus den Ausführungen von Abschnitt 4.3.2 auf Seite 60. Eine Abbildung der Tabelle wird über die entsprechende Page realisiert und beinhaltet keine weiteren Funktionen.

Zuletzt müssen zu den bestehenden Strukturen im MS NAV neue Funktionen hinzugefügt werden, um die empfangenen Daten aus der Rohdatentabelle in das Buchungsblatt zu importieren. Darüber ist dann eine Buchung in das bestehende Abrechnungssystem gewährleistet. Dazu wurde an dem Buchungsblatt, welches aktuell in der Software msu.energie<sup>2013</sup> dazu dient Abrechnungswerte zu buchen, eine

Funktion zum Import der Daten aus der Rohdatentabelle hinzugefügt. Diese Funktion wurde zu Testzwecken an einen Button gebunden. Für einen späteren automatischen Ablauf kann die Funktion auch über Prozesse gesteuert werden. Dazu wurde der Programmcode in eine Codeunit ausgelagert. Das ermöglicht eine Wiederverwendung der Funktion an anderer Stelle. In der folgenden Abbildung 24 sind die lokalen Variablen für die Codeunit aufgeführt.

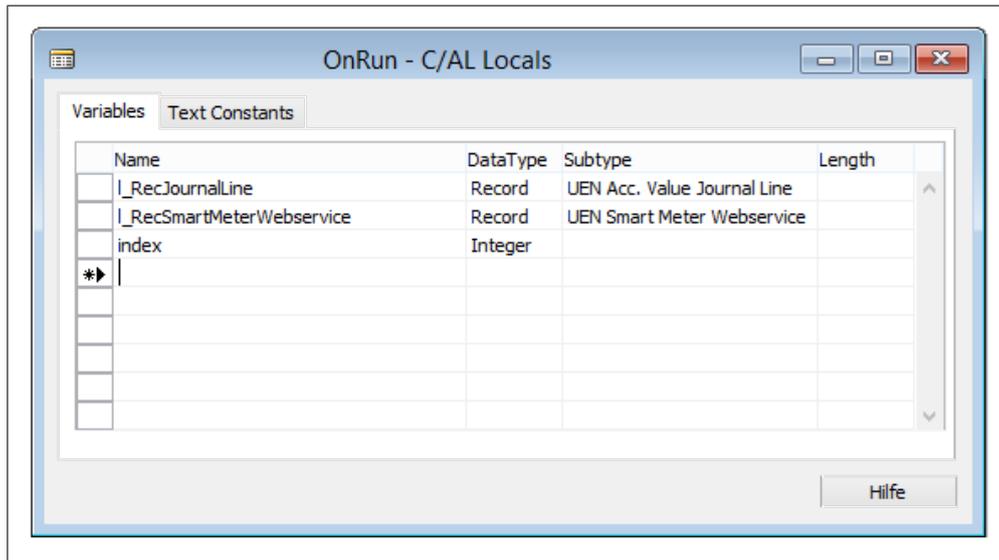


Abbildung 24: Lokale Variablen der Codeunit zum Import der Daten  
Quelle: eigene Darstellung

Im Listing 12 ist der Programmcode der Codeunit zum Import der Daten aus der Rohdatentabelle in das Buchblatt abgebildet.

```

1 l_RecSmartMeterWebService.LOCKTABLE;
2 l_RecSmartMeterWebservice.SETRANGE(Booked,FALSE);
3 index := 0;
4 IF l_RecSmartMeterWebservice.FINDSET THEN
5   REPEAT
6     l_RecJournalLine.INIT;
7     l_RecJournalLine."Journal Template Name" := 'A_WERT';
8     l_RecJournalLine."Journal Batch Name" := 'STANDARD';
9     l_RecJournalLine."Line No." := index;
10    l_RecJournalLine."OBIS Number" := l_RecSmartMeterWebservice."OBIS Number >
        ";
11    l_RecJournalLine."Meter Reading Property" := l_RecSmartMeterWebservice." >
        Meter Reading Property";

```

```

12   l_RecJournalLine."Reading Reason" := l_RecSmartMeterWebservice."Reading >
      Reason";
13   l_RecJournalLine."Segment Ending Date" := l_RecSmartMeterWebservice." >
      Segment Ending Date";
14   l_RecJournalLine."Segment Ending Reading" := l_RecSmartMeterWebservice." >
      Segment Ending Reading";
15   l_RecJournalLine."Document No." := '123ABC';
16   l_RecJournalLine."Data Template Code" := '5128543S';
17   l_RecJournalLine.INSERT;
18   index := index + 1;
19   UNTIL l_RecSmartMeterWebservice.NEXT = 0;
20   l_RecSmartMeterWebservice.MODIFYALL(BookTime,ROUNDDATETIME(CURRENTDATETIME >
      ,1000));
21   l_RecSmartMeterWebservice.MODIFYALL(Booked,TRUE);

```

---

Listing 12: Codeunit zum Import von Daten in das Buchungsblatt

Die Codeunit 12 auf der vorherigen Seite zeigt den Import der Daten aus der Rohdatentabelle in das Buchungsblatt. In Zeile 1 wird zunächst die Tabelle des UEN Smart Meter Web Service für die aktuelle Transaktion gesperrt. In der Zeile wird auf alle Datensätze gefiltert, welche noch nicht gebucht sind, um ab Zeile 4 die einzelnen Werte von der Web Service Tabelle in das Buchungsblatt zu schreiben. Dies erfolgt in einer fußgesteuerten Schleife, iteriert über alle gefundenen Datensätze. Die Abbruchbedingung der Schleife wird in Zeile 19 geprüft. In den Zeilen 20 und 21 wird für alle bearbeiteten Datensätze die Felder für die Buchungszeit und das Kennzeichen gebucht beschrieben.

Damit ist der Weg zur Integration der Messwerte in das ERP-System abgeschlossen. Für einen realen Buchungsvorgang bedarf es an dieser Stelle noch diverser Initialisierungen und Anpassungen im Programmcode durch interne Prozesse aus msu.energie<sup>2013</sup>. In Bezug auf den Umfang der Arbeit werden diese aber nicht weiter erläutert. Unter Annahme eines vollzogenen Anwendungsfalls können die Daten nun weiter verarbeitet werden. Sobald die Daten über das Buchungsblatt in das System verbucht werden, greifen die bereits bestehenden Prozesse der Software. Die Daten befinden sich dann unter einem Abrechnungspunkt an einer Messstelle.

#### 4.3.4 Sicherheit Web Service Schnittstelle

In Bezug auf die Sicherheit wird in diesem Abschnitt auf Möglichkeiten zum Schutz der Daten über die Web Service Schnittstellen eingegangen. Im Zusammenhang des Ge-

samtsystems (siehe Abschnitt 4.1.1 auf Seite 48) kann davon ausgegangen werden, dass durch die Interoperabilität mit dem es:Crypto Gateway Service keine zusätzlichen Sicherheitsmechanismen notwendig sind. Dies ist bedingt dadurch, da sich in einem Echtsystem beide Komponenten auf einem System befinden würden und dabei intern Daten ausgetauscht werden. Die Schnittstelle des es:Crypto Gateway Service würde dabei die Verbindung aus der ERP-Systemstruktur in ein Netzwerk oder das darüber hinaus liegende öffentliche Netz darstellen. Die folgende Abbildung 25 zeigt einen Aufbau des Systems in Abhängigkeit von physischen Komponenten.

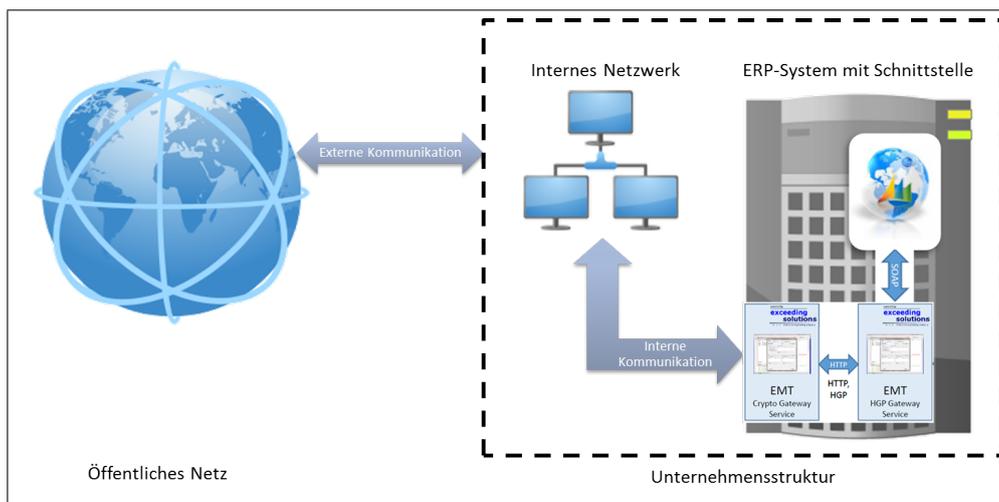


Abbildung 25: Gesamtsystem in Abhängigkeit der physischen Struktur  
Quelle: eigene Darstellung

Dabei wären die Strukturen wie das SMGW im öffentlichen Netz zu finden. Sobald diese Architektur nicht mehr gegeben ist, müsste man Überlegungen hinsichtlich der Sicherheit für den Datenaustausch zwischen dem ERP-System und dem es:Crypto Gateway Service anstellen. Dies wäre der Fall, falls diese beiden Komponenten nicht auf einer physischen Struktur zu finden sind. Dabei würde der es:Crypto Gateway Service weiterhin die Schnittstelle nach außen darstellen, aber hinsichtlich der Kommunikation wäre das ERP-System mit der Web Service Schnittstelle sichtbar. An diesem Punkt müsste man in die Kommunikationsrichtung, also in die Varianten das MS NAV einen Web Service Server oder einen Client darstellt, unterscheiden.

Bei der Variante, dass MS NAV einen Web Service Client repräsentiert gibt es mehrere Möglichkeiten, dass eine Kommunikation per Secure Socket Layer/Transport Layer Security (SSL/TLS) Verbindung erfolgen kann. Diese Methoden würden durch

das C# Add-In gelöst werden. Im .NET Framework werden standardmäßig Funktionen für diese Art der Kommunikation bereitgestellt. Dies erfüllt an dieser Stelle zwar nicht die Vorgaben der Technischen Richtlinie des BSI (siehe Abschnitt 3.1.4 auf Seite 23), wäre aber vertretbar, da es sich nur um eine interne Kommunikation innerhalb der Unternehmensstruktur handeln würde.

Wenn jedoch MS NAV einen Web Service Server darstellt, müssen andere Mechanismen greifen. Grundsätzlich bietet das ERP-System die Option, eine Authentifizierung mittels SSL Zertifikat anzubieten. Dazu muss eine Einrichtung über die Serverstruktur, auf der das System läuft, erfolgen. Zusätzlich zur Sicherheit der Kommunikationsverbindung bietet MS NAV Mechanismen zum Schutz seiner Daten über die Web Service Schnittstelle. Dazu können über die internen Benutzerrichtlinien spezielle Rechte für jedes einzelne Objekt festgelegt werden, so können schlussendlich für die im Abschnitt 4.3.3 auf Seite 62 erstellten Bestandteile Lese- und Schreibzugriffe über einen definierten Benutzer erfolgen. Zudem bietet ein Objekt vom Typ Page generelle Optionen zu Lese- und Schreibzugriffen unabhängig vom Benutzer. Damit kann beispielsweise ein Löschen der Daten über diese Page prinzipiell unterbunden werden.

Um einen sicheren Zugriff komplett vom MS NAV zu entkoppeln, bieten sich außerdem Architekturvarianten mit einem vor das ERP-System gebundenen Proxy an. Durch die Verknüpfung mit dem .NET Framework kann ein Datenaustausch über die bereits beschriebenen Funktionen erfolgen. Eine selbst definierte und abgesicherte Schnittstelle kann darüber hinaus eine Kommunikation in das interne Netz übernehmen. Eine Variante dieser Art ist in der Abbildung 26 auf der nächsten Seite dargestellt.

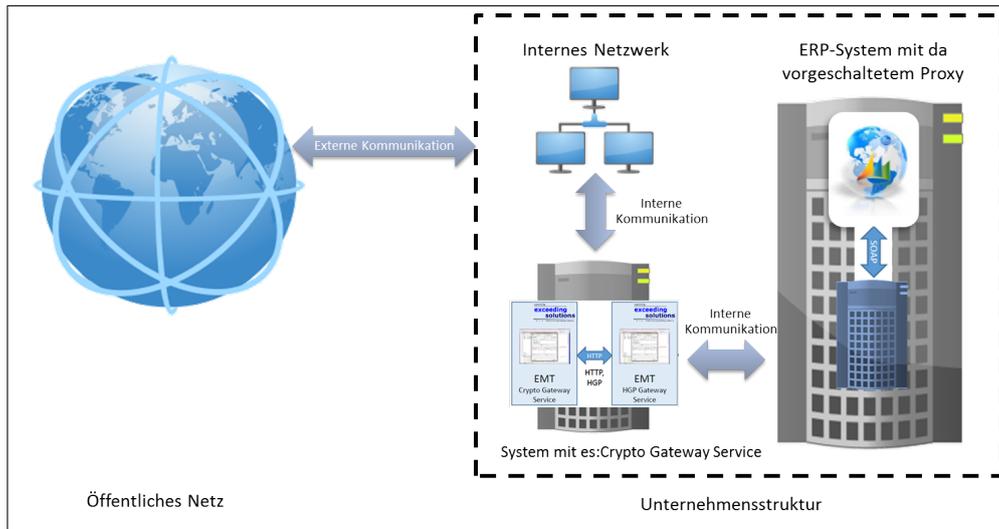


Abbildung 26: Systemvariante mit Proxy in Abhängigkeit der physischen Struktur  
 Quelle: eigene Darstellung

An dieser Stelle können auch allgemein auf die Netzwerktechnik anwendbare Sicherheitsmechanismen wie Schutz durch Firewall oder IP-Routing genutzt werden.

## 5 Zusammenfassung

### 5.1 Aktuelle Betrachtung der Energiewende

Im Abschnitt 2 auf Seite 4 dieser Arbeit wurde auf die Details der Energiewende und den damit verbundenen Auswirkungen auf Deutschland und Europa eingegangen. Da diese Ansätze nicht in allen Bereichen der Energiewirtschaft strukturiert zu Ende gedacht sind, soll dieser Abschnitt beleuchten.

Zuerst genannt sind dabei generelle Widersprüche in Bezug auf den Umfang von Funktionen für Intelligente Messsysteme. Dazu zwei Zitate im Vergleich. Die dena gibt in ihren Werbeprospekten an, welche Optionen der Verbraucher zum Beispiel in Hinsicht auf den Wechsel des Stromanbieters hat:

„Beim Anbieter- und Tarifwechsel in der Stromlieferung können Intelligente Zähler die Abwicklung erleichtern, da die erforderlichen Informationen über den Zählerstand und den durchschnittlichen Verbrauch automatisch ermittelt und elektronisch an den Messstellenbetreiber übermittelt werden können“ [den14c, S. 9]

Das Grundproblem dabei ist, dass:

„Die Technische Richtlinie sehe zum Beispiel bis heute keine Lösung dafür vor, den Anbieter zu wechseln, der die Daten des Zählers verwaltet, heißt es bei einem Hersteller für Intelligente Zähler. Wenn ein Anbieter pleitegeht, kann nicht einfach eine andere Firma einspringen.“ [Sch14]

Dazu stehen der Energiewende generelle gesellschaftliche Hürden im Weg. An dieser Stelle ein Beitrag von der Homepage reset.org:

„Wenn möglichst viele Menschen Energie sparen und ihren Verbrauch auf Tageszeiten verschieben, in denen weniger Strom gebraucht wird, müssen weniger Reservekraftwerke hochgefahren werden, die ansonsten in Spitzenzeiten benötigt werden, um die Stromversorgung zu garantieren.“ [htt12]

Die Grundidee dieser Aussage macht an und für sich Sinn. Jedoch in Bezug auf die heutige, immer schnelllebigere Zeit in der viele Menschen permanentem Stress unterliegen, bleibt die Frage, ob in der breiten Masse der Bevölkerung dieser Um-

denkprozess Früchte trägt. Zudem existieren alltagsbezogene Argumente. In Zeiten, in dem der Verbraucher auf Arbeit ist, kann er solche Angebote nicht nutzen. Klar ist, das durch die technische Unterstützung dieser Prozesse ein Mehrwert entsteht. Die signifikant spürbare Auswirkung auf das Verbraucherverhalten wird von der Größe der Zielgruppe, die sich diesem Prozess anschließt, abhängig sein.

Ein weiterer Faktor ist die Betrachtung der automatischen Steuerung der CLS Haushaltsgeräte. Eine Steuerung dieser Geräte in Abhängigkeit der Stromkosten soll im Umkehrschluss einen wirtschaftlichen Erfolg des Verbrauchers erzielen. Zudem soll von Seiten der Netzbetreiber ein steuerbarer Verbrauch von Energiemengen erfolgen, wann immer dies durch die Auslastung der Netze gefordert ist. Der informationstechnische Anreiz ist in diesen Ideen klar gegeben. Der tatsächlich erhoffte Nutzen wird nur erzielt, wenn die Verbraucher entsprechend sensibilisiert werden dies umzusetzen.

Dazu kommt eine immer weitere Verzerrung der Tatsachen. Die TV-Werbung der letzten Monate im Jahr 2014 stellt Thesen auf, welche teilweise nur im Ansatz den Tatsachen entsprechen. Die Sachverhalte werden nur einzeln betrachtet und nicht in der Gesamtheit der Komponenten gewürdigt. Zuerst zu nennen ist die Suggestion das die Smart Home Technologie in Verbindung mit den EE steht. In der komplexen Gesamtbetrachtung haben diese Dinge nur im Entferntesten miteinander zu tun. Generell betrachtet läuft die Entwicklung dieser Technologien aber getrennt voneinander. Die aktuellen Produkte für Smart Home entstehen in Bezug auf fortschreitenden Komfort für Verbraucher. Sollten diese Produkte im Rahmen der Adaption eine Benutzerschnittstelle zum Smart Meter Gateway bilden, müssten diese die Anforderungen an die Technische Richtlinie des BSI erfüllen. Ebenfalls kritisch zu betrachten sind Aussagen, dass Energie zu speichern wäre. Es gibt aktuelle Forschungsgebiete zu dem Thema. Beispielsweise wäre hier die Technologie Power-to-Gas zu nennen, welche eine Umwandlung der Elektrizität in Wasserstoff und Methan vorsieht. Dazu sei aber erwähnt, dass diese Technologien noch nicht effektiv genug sind, um damit auch wirtschaftlich einen Nutzen daraus zu ziehen [Pas14b]. Auch der Ausbau der Ortsnetztrafos wird in der TV-Werbung als Lösung für weniger Stromleitungen beschrieben. Generell ist dieser Ausbau sehr wichtig. Aufgrund des zunehmenden Baus von EE-Anlagen in ländlichen Gebieten kommen diese teils schwach ausgebauten Netzstrukturen langfristig an ihre Grenzen. Diese Netze waren nie dafür ausgelegt solche Energiemengen aufzunehmen. Durch den Ausbau dieser Technologie können sich Teile dieser Netze intelligenter regulieren lassen und es kommt zu weniger Überlastung. Dies löst aber nicht das prinzipielle Problem, dass die Energie von den Er-

zeugungszentren hin zu den Großverbraucherzentren transportiert werden muss. Im Fazit sind diese Ausführungen eine übertriebene Versprechung an den Verbraucher, welcher damit assoziieren könnte, es gibt keine Probleme bei der Energiewende.

Auch der Netzausbau ist nicht in allen Belangen strukturiert geplant. Durch den Neubau vieler dezentraler Anlagen für EE, wie beispielsweise Windkraftanlagen, müssen neue Stromleitungen zum Abtransport der Energie in die Verbrauchsregionen geschaffen werden. Eine sinnvollere Planung an dieser Stelle wird immer deutlicher. Derzeit herrscht massive Planlosigkeit bei der Anpassung des Netzausbaus [Rae14]. Auch die Netzstabilität wird zunehmend durch die asynchrone Einspeisung der EE-Anlagen auf die Probe gestellt. Schon ein Wolkenband über Deutschland kann die Solarstromproduktion um wenigstens drei Gigawatt einbrechen lassen. Der Ersatzstrom für diese Ausfallzeiten müsste umgerechnet aus der Kapazität von drei Atomkraftwerken stammen [Sha14]. Im Gegenzug stehen Probleme, welche auftauchen, wenn die Einspeisung durch EE schlagartig zunimmt. Die Netze sind größtenteils nicht dafür ausgelegt, diese Masse an Energie in so kurzer Zeit aufzunehmen. Daher müssen die Verteilnetzbetreiber in solchen Fällen die Stromerzeugung aus EE drosseln. Diese Begrenzungen sind durch das EEG und EnWG erlaubt. Nach einer Statistik vom enviaM-Netzbetreiber MITNETZ-Strom musste im Jahr 2010 in 16 Fällen eingegriffen werden. Im Jahr 2011 kam es zu 51 Eingriffen und 2013 zu 97 Begrenzungen [SEm13]. Durch die Drosselung sind im Jahr 2011 beispielsweise rund sechs Millionen Kilowattstunden verloren gegangen. Dies kommt letztendlich dem Stromkunden teuer zu stehen. Wenn aufgrund von Netzengpässen der Strom aus EE-Anlagen nicht abgenommen werden kann, erhalten die Betreiber dieser Anlagen eine Entschädigung. Dies ist dadurch bedingt, dass der Strom aus EE laut Gesetz Vorrang hat [Joh12].

Ein grundsätzliches Problem, was in den Netzstrukturen der deutschen Nachbarländer immer größer wird, ist eine massive Störung der Stabilität aufgrund der EE. Wird zu schnell viel Energie durch beispielsweise Windkraft erzeugt, schwappen diese Mengen unkontrolliert in die Netze der Nachbarländer. Damit wird durch den fluktuierenden Ökostrom das gesamte europäische Übertragungsnetz destabilisiert. Erste Länder drohen sogar mit einer Blockade der Netze. [Mue14]

Im voranschreitenden technischen Fortschritt gibt es viele Ansätze, um die Auswirkungen der Energiewende zu kompensieren. Aktuell steht Deutschland jedoch vor großen Problemen.

„Die Einführung Intelligenter Zähler wurde nicht vom Ende her gedacht.“ „Es fehlt noch immer eine erkennbare Strategie.“<sup>46</sup>

„Entsprechend gibt es acht Jahre, nachdem das Smart Grid zum ersten Mal in einem Regierungspapier erwähnt wurde, eine technische Richtlinie, die weder sicherstellt, dass alle Geräte dieselbe Sprache sprechen, ...“ [Sch14]

Die in diesem Abschnitt genannten Probleme sind nicht zu vernachlässigen. In Bezug auf eine planungssichere Energiewende muss noch viel unternommen werden. In der Vollständigkeit sollten an dieser Stelle auch Erfolge der Energiewende aufgeführt werden. Allerdings ergab eine Suchanfrage im Internet im Monat Dezember 2014, dass sich in den ersten zehn Suchergebnissen keine Webseite mit den Worten „Erfolg Energiewende“ in Verbindung bringen lässt. Einzig Schlagwörter wie „Energiewende zum Erfolg führen“ oder „Erfolg bei der Energiewende ist gefährdet“ ergeben sich aus der Suche. Eine Interpretation dieser Ergebnisse bleibt jedoch jedem Einzelnen selbst vorbehalten. Um eine Energiewende erfolgreich voranzutreiben muss eine flächendeckende, parteiübergreifende Informationspolitik mit klaren Aufgaben und Zielen das Bewusstsein der Verbraucher wecken.

## **5.2 Fazit der Arbeit und Ausblick**

Ziel der Arbeit war die Schaffung einer Schnittstelle zwischen dem MS NAV ERP-System der Firma msu solutions und dem es:Crypto Gateway Service der Firma exceeding solutions. Die Arbeit zeigt die Möglichkeiten dieser Kommunikation unter Bezug der Kommunikationsrichtung auf und stellt eine Implementierung für diese Funktionsparadigmen in Form von Prototypen vor. Unter Bezug der Anwendungsfälle aus der Technischen Richtlinie des BSI erfolgte eine Abbildung der möglichen Prozesse in das MS NAV. Mit den fest definierten Randbedingungen der Gesamtstruktur hinsichtlich von Programmiersprachen, bestehenden Schnittstellen oder Systemen wurde analysiert, welche Technologien zum Einsatz kommen können, um die Aufgabenstellung zu erfüllen. Durch geeignete, von der Systemsoftware entkoppelte Programmierung

---

<sup>46</sup>Sebastian Schurre vom Bundesverband Neue Energiewirtschaft

wurde eine Integration der Schnittstellen in bestehende Strukturen der Rechnungsdatenverarbeitung erreicht. Damit ist die Implementierung frei von der Störung bereits integrierter Prozesse mit minimal invasiver Korrektur umgesetzt wurden. Die Implementierung ist daher gut gelungen und die Aufgabenstellung wurde dementsprechend erfüllt. In Bezug auf den Datenschutz wurden Überlegungen getroffen und alternative Szenarien beschrieben, wie diese Sicherheit zu gewährleisten ist.

Im Ausblick steht aktuell eine Verwendung dieser Schnittstelle in der Gesamtstruktur für eine Messevorstellung. Dafür müssten die bestehenden Funktionen automatisiert werden. Durch die Auslagerung der Funktionen in wiederverwendbaren Komponenten ist dies sichergestellt. Hinsichtlich dieser Vorführung müssen zudem weitere Aufbereitungen der Datenstruktur für eine abzurechnende Messstelle erfolgen. Damit kann ein kompletter Prozess vom Erfassen der Werte über die Verarbeitung in einem SMGW bis hin zur Übermittlung in das ERP-System erfolgen. Schlussendlich ist eine Projektion der erfassten Werte in Form eines Rechnungsdrucks möglich.

Die in dieser Arbeit prototypisch umgesetzten Schnittstellen können zukünftig für mehr als nur die Übermittlung von Rechnungsdaten eingesetzt werden. Im Rahmen der Anwendungsfälle aus der Technischen Richtlinie des BSI wurden erste Optionen für Kommunikationsarten in Form von Steuerprozessen beschrieben. Die Schnittstellen bieten aufgrund ihrer Standardisierung durch Web Service Protokolle eine Möglichkeit, auch andere Daten zu transportieren. Als ein Beispiel wäre der Import von Daten der Marktkommunikation zu nennen, welche aktuell über eine dateibasierte Ablage und Integration gelöst ist. Auch Daten wie beispielsweise für Wetterprognosen, welche im Kontext der energiewirtschaftlichen Planung von Systemen der EE immer wichtiger werden, können über diese Schnittstelle integriert werden.

# Anhänge

## Anhang I

---

```
1 private void setAppSetting(string key, string value)
2 {
3     Configuration config = ConfigurationManager.OpenExeConfiguration(
4         System.Reflection.Assembly.GetExecutingAssembly().Location);
5     if (config.AppSettings.Settings[key] != null)
6     {
7         config.AppSettings.Settings.Remove(key);
8     }
9     config.AppSettings.Settings.Add(key, value);
10    config.Save(ConfigurationSaveMode.Modified);
11 }
12
13 private string getAppSetting(string key)
14 {
15     String value = null;
16     Configuration config = ConfigurationManager.OpenExeConfiguration(
17         System.Reflection.Assembly.GetExecutingAssembly().Location);
18     if (config.AppSettings.Settings[key] != null)
19     {
20         value = config.AppSettings.Settings[key].Value;
21     }
22
23     return value;
24 }
```

---

Listing 13: Auszug 2 .NET Klassenbibliothek als Add-In

## Anhang II

Filter: ip.src==192.168.0.100 || ip.dst==192.168.0.100 && http

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
41	2.64302200	192.168.0.100	192.168.0.106	HTTP	79	HTTP/1.1 100 Continue
42	2.64311100	192.168.0.106	192.168.0.100	HTTP/XML	378	POST /Service1.asmx HTTP/1.1
43	2.64778100	192.168.0.100	192.168.0.106	HTTP/XML	661	HTTP/1.1 200 OK

Frame 42: 378 bytes on wire (3024 bits), 378 bytes captured (3024 bits) on interface 0

- Ethernet II, Src: Micro-St\_00:e8:b1 (d4:3d:7e:00:e8:b1), Dst: Azurewav\_39:c9:5b (6c:71:d9:39:c9:5b)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.106 (192.168.0.106), Dst: 192.168.0.100 (192.168.0.100)
- Transmission Control Protocol, Src Port: 27974 (27974), Dst Port: 46209 (46209), Seq: 317, Ack: 26, Len: 324
- [2 Reassembled TCP Segments (640 bytes): #40(316), #42(324)]
- Hypertext Transfer Protocol
- extensible Markup Language
  - <?xml
    - version="1.0"
    - encoding="utf-8"
    - ?>
  - <soap:Envelope
    - xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    - xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    - xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    - <soap:Body>
      - <HelloWorld
        - xmlns="http://www.msu-solutions.de/"
        - <name>
          - msu

Abbildung 27: Netzwerkanalyse Aufruf SOAP Nachricht

Quelle: eigene Darstellung

Filter: ip.src==192.168.0.100 || ip.dst==192.168.0.100 && http

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
41	2.64302200	192.168.0.100	192.168.0.106	HTTP	79	HTTP/1.1 100 Continue
42	2.64311100	192.168.0.106	192.168.0.100	HTTP/XML	378	POST /Service1.asmx HTTP/1.1
43	2.64778100	192.168.0.100	192.168.0.106	HTTP/XML	661	HTTP/1.1 200 OK

Frame 43: 661 bytes on wire (5288 bits), 661 bytes captured (5288 bits) on interface 0

- Ethernet II, Src: Azurewav\_39:c9:5b (6c:71:d9:39:c9:5b), Dst: Micro-St\_00:e8:b1 (d4:3d:7e:00:e8:b1)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.100 (192.168.0.100), Dst: 192.168.0.106 (192.168.0.106)
- Transmission Control Protocol, Src Port: 46209 (46209), Dst Port: 27974 (27974), Seq: 26, Ack: 641, Len: 607
- Hypertext Transfer Protocol
- extensible Markup Language
  - <?xml
    - version="1.0"
    - encoding="utf-8"
    - ?>
  - <soap:Envelope
    - xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    - xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    - xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    - <soap:Body>
      - <HelloWorldResponse
        - xmlns="http://www.msu-solutions.de/"
        - <HelloWorldResult>
          - Hello world, msu

Abbildung 28: Netzwerkanalyse Antwort SOAP Nachricht

Quelle: eigene Darstellung

# Verzeichnisse

## Literaturverzeichnis

- [Adr14] Paul Hockenos aus dem Englischen von Michael Adrian. *The Energiewende*. Zeit Online GmbH. 15. Nov. 2014. URL: <http://www.zeit.de/2012/47/Energiewende-Deutsche-Begriffe-Englisch> (besucht am 06. 10. 2014).
- [Ago14] Agora Energiewende. *European Energy Cooperation*. URL: <http://www.agora-energiewende.de/themen/europaeische-energiepolitik/welche-bedeutung-hat-europa-fuer-die-energiewende/> (besucht am 23. 11. 2014).
- [App] Hans-Jürgen Appelrath. *Energieversorgungsunternehmen, Anwendungssysteme für*.
- [BHS14] Benjamin Biegel / Lars Henrik Hansen / Jakob Stoustrup / Palle Andersen / Silas Harbo. *Value of flexible consumption in the electricity markets*. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213011110> (besucht am 23. 11. 2014).
- [BMW02] Daniel Beimborn, Stefan Mintert und Tim Weitzel. „Web Services und ebXML“. In: *Wirtschaftsinformatik* 44 (2002). URL: <http://dx.doi.org/10.1007/BF03250846>.
- [BNe14] Bundesnetzagentur. *Eckpunktepapier veröffentlicht zum Smart Grid und Smart Market*. URL: [http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemittelungen/DE/2012/120102\\_EckpunkteSmartGrid.html](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemittelungen/DE/2012/120102_EckpunkteSmartGrid.html) (besucht am 22. 11. 2014).
- [BRD14] Auswärtiges Amt BRD. *Polen ignoriert die Energiewende*. URL: [http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Grossbritannien/Wirtschaft\\_node.html](http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Grossbritannien/Wirtschaft_node.html) (besucht am 30. 11. 2014).
- [BTR13] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI. *BSI TR-03109 Dachdokument Version 1.0*. 18. März 2013. URL: <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/TechnischeRichtlinien/TR03109/TR03109.pdf> (besucht am 10. 11. 2014).
- [BTR14] BSI. *Technische Richtlinie BSI TR-03109-1*. URL: <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/TechnischeRichtlinien/TR03109/TR03109-1.pdf> (besucht am 30. 11. 2014).

- [BTU14] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI. *BSI TR-03109 - Technische Vorgaben für intelligente Messsysteme und deren sicherer Betrieb*. URL: [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/TechnRichtlinie/TR\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/TechnRichtlinie/TR_node.html) (besucht am 10. 11. 2014).
- [BWF14] Forschung und Wirtschaft Österreich Bundesministerium für Wissenschaft. *Energiestatus Österreich 2014*. URL: [http://www.bmwf.wg.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/PublishingImages/Energiestatus%20%C3%96sterreich%202014\\_HP-Version.pdf](http://www.bmwf.wg.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/PublishingImages/Energiestatus%20%C3%96sterreich%202014_HP-Version.pdf) (besucht am 23. 11. 2014).
- [Bas02] S.J. Basha und M. Hendricks. *Professional Java Web Services*. Wrox Press, 2002.
- [Bet01] Urban Bettag. „Web-Services - Aktuelles Schlagwort“. In: *Informatik Spektrum* 24 (2001). URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s002870100178>.
- [Boo04] McCabe Newcomer Champion Ferris Orchard Booth Haas. *Web Services Architecture*. W3C. 2004. URL: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/#whatis> (besucht am 09. 10. 2014).
- [Bor12] G. Borges und J. Schwenk. *Daten- und Identitätsschutz in Cloud Computing, E-Government und E-Commerce*. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [Box02] Kakivaya Layman Mendelsohn Box Ehnebuske. *Latest SOAP versions*. 2002. URL: <http://www.w3.org/TR/soap/> (besucht am 17. 10. 2014).
- [Bra14] Matthias Brake. *Abschied vom Ölkessel*. URL: <http://www.heise.de/tp/news/Abschied-vom-Oelkessel-2022638.html> (besucht am 23. 11. 2014).
- [Bri14] Klaus Brill. *Polen ignoriert die Energiewende*. URL: <http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.stromerzeugung-polen-ignoriert-die-energiewende.d220f72b-8538-469c-b59b-1201feaa15ab.html> (besucht am 30. 11. 2014).
- [Bur03] Schumann Burghardt Gehrke. *Implikationen kommerzieller Web Services*. 2003. URL: <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings24/GI-Proceedings.24-7.pdf> (besucht am 16. 10. 2014).
- [Bur04] M. Burghardt. *Web Services: Aspekte von Sicherheit, Transaktionalität, Abrechnung und Workflow*. Wirtschaftsinformatik / Duv Wirtschaftsinformatik. Deutscher Universitätsverlag, 2004.
- [CJD03] D.A. Chappell, T. Jewell und M.K. Dalheimer. *Java Web Services*. O'Reilly, 2003.

- [Cer02] E. Cerami. *Web Services Essentials: Distributed Applications with XML-RPC, SOAP, UDDI & WSDL*. Cookbook Series. O'Reilly Media, Incorporated, 2002.
- [Chi07] Ryman Weerawarana Chinnici Moreau. *Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0*. 2007. URL: <http://www.w3.org/TR/wsdl20/> (besucht am 21. 10. 2014).
- [Cle04] von Riegen Rogers Clement Hatley. *UDDI Version 3.0.2*. 2004. URL: <http://uddi.org/pubs/uddi-> (besucht am 27. 10. 2014).
- [Ene14] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. *Energiekonzept*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 2014. URL: [www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiewende/energiekonzept.html](http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiewende/energiekonzept.html) (besucht am 04. 06. 2014).
- [Fes02] Fessenbecker. *Web Services - Revolution für die B2B-Integration?* Information Management & Consulting 3/2003, 2002.
- [Fro14] Ferik Frommholz. *Energiewende und Windkraft: Dänemark macht es uns vor*. URL: <http://www.bundesweitewirtschaftsinformatik.de/nachrichten/ansicht/energiewende-und-windkraft-daenemark-macht-es-uns-vor-13480/> (besucht am 23. 11. 2014).
- [Gal02] B. Galbraith. *Professional web services security*. Wrox, 2002.
- [Gra05] S. Graham. *Building Web Services with Java: Making Sense of XML, SOAP, WSDL, and UDDI*. Sams, 2005.
- [Gro04] N. Gronau. *Enterprise resource planning und Supply-chain-Management: Architektur und Funktionen*. Oldenbourg, 2004.
- [Hag03] Matthias Schumann; Markus Burghardt / Svenja Hagenhoff. *Web Services – Grundlagen und Kerntechnologien*. Georg-August-Universität Göttingen; Institut für Wirtschaftsinformatik. 2003. URL: <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/Im/arbeitsberichte/2003/22.pdf> (besucht am 10. 10. 2014).
- [Hoi02] Jungclaus Hoidn. *Web Services aus Sicht der Unternehmensarchitektur*. Information Management & Consulting 17/2002, 2002.
- [IBM02] Microsoft IBM. *Security in a Web Services World: A Proposed Architecture and Roadmap*. 2002. URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms977312.aspx> (besucht am 21. 10. 2014).

- [Jec04] Mario Jeckle. *webServices*. 2004. URL: <http://www.jeckle.de/webServices/index.html> (besucht am 16. 10. 2014).
- [Joh12] Frank Johannsen. *Ökostrom belastet mitteldeutsches Stromnetz - Windräder immer öfter abgeschaltet*. URL: <http://www.lvz-online.de/nachrichten/mitteldeutschland/oekostrom-belastet-mitteldeutsches-stromnetz--windraeder-und-solaranlagen-immer-oefter-abgeschaltet/r-mitteldeutschland-a-126569.html> (besucht am 30. 11. 2014).
- [Kre01] Kreger. *Web Services Conceptual Architecture*. 2001. URL: [http://users.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/ds04\\_gr/webt.pdf](http://users.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/ds04_gr/webt.pdf) (besucht am 13. 10. 2014).
- [LGS13] A. Luszczak, M. Gayer und R. Singer. *Microsoft Dynamics NAV 2013 - Grundlagen: Kompaktes Anwenderwissen zur Abwicklung von Geschäftsprozessen*. Microsoft GmbH, 2013.
- [LJD01] S.S. Laurent, J. Johnston und E. Dumbill. *Programming Web Services with XML-RPC*. O'Reilly Media, Incorporated, 2001.
- [Lan05] T. Langer. *Web Services mit Java: Neuentwicklung und Refactoring in der Praxis*. Markt + Technik Verlag, 2005.
- [Mau14] K.D. Maubach. *Energiewende: Wege zu einer bezahlbaren Energieversorgung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.
- [Mer02] Peter Mertens. *XML-Komponenten in der Praxis*. Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- [Mit03] Mitra. *SOAP Version 1.2 Part 0: Primer*. 2003. URL: <http://www.w3.org/TR/2003/REC-soap12-part0-20030624/> (besucht am 17. 10. 2014).
- [Moh02] Mohan. *Technologies for E-Services: Third International Workshop, TES 2002, Hong Kong, China, August 23-24, 2002, Proceedings*. Lecture Notes in Computer Science Bd. 3. Springer, 2002.
- [Mue14] Eva Müller. *Nachbarn erklären Deutschland den Stromkrieg*. URL: <http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/energiewende-nachbarlaender-erklaeren-deutschland-den-stromkrieg-a-915433.html> (besucht am 30. 11. 2014).
- [Neu14] Mario Neukirch. *Die internationale Pionierphase der Windenergienutzung*. URL: <http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B5F4-5/neukirch.pdf?sequence=1> (besucht am 23. 11. 2014).

- [New02] E. Newcomer. *Understanding Web Services: XML, WSDL, SOAP, and UDDI*. Addison-Wesley, 2002.
- [Nie03a] Gudgin / Hadley / Mendelsohn / Moreau / Nielsen. *SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework*. 2003. URL: <http://www.w3.org/TR/2003/REC-soap12-part1-20030624/> (besucht am 17. 10. 2014).
- [Nie03b] Gudgin / Hadley / Mendelsohn / Moreau / Nielsen. *SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework*. 2003. URL: <http://www.w3.org/TR/2003/REC-soap12-part2-20030624/> (besucht am 17. 10. 2014).
- [OO02] Kaler Hallam-Baker Monzillo OASIS Open Nadalin. *Web Services Security: SOAP Message Security 1.0 (WS-Security 2004)*. 2002. URL: <http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-soap-message-security-1.0.pdf> (besucht am 21. 10. 2014).
- [Ost14] W.W. Osterhage. *ERP-Kompendium: Eine Evaluierung von Enterprise Resource Planning Systemen*. Springer-Verlag, 2014.
- [PTB14] VDE. *PTB-A 50.8/Smart Meter Gateway*. URL: <http://www.portal-21.de/industrie-4-0/artikel/ptb-50-8smart-meter-gateway-vdefnn-experten-praesentieren-messwesen-standards-auf-messsystem-2020-050782291/> (besucht am 30. 11. 2014).
- [Pas14a] Dr. Rüdiger Paschotta. *virtuelles Kraftwerk*. 2014. URL: [www.energie-lexikon.info/virtuelles\\_kraftwerk.html](http://www.energie-lexikon.info/virtuelles_kraftwerk.html) (besucht am 05. 06. 2014).
- [Pas14b] Dr. Rüdiger Paschotta. *Power to Gas – ein Hype?* URL: [http://www.energie-lexikon.info/power\\_to\\_gas\\_\\_ein\\_hype.html](http://www.energie-lexikon.info/power_to_gas__ein_hype.html) (besucht am 30. 11. 2014).
- [Rae14] Andreas Raetsch. *Bundesregierung planlos beim Abgleich des Ausbaukorridors für Erneuerbare und Anpassung des Netzausbaus*. URL: <http://www.energieblog-niedersachsen.de/2014/02/19/bundesregierung-planlos-beim-abgleich-des-ausbaukorridors-f%C3%BCr-erneuerbare-und-anpassung-des-netzausbaus/> (besucht am 30. 11. 2014).
- [Rah03] E. Rahm. *Web und Datenbanken*. dpunkt-Verlag, 2003.
- [SEm13] SEmag. *Abschaltung erneuerbarer Energien für Netzsicherheit*. URL: <http://www.smart-energy-magazin.de/index.php/marktentwicklung/intelligente-stromnetze/354-abschaltung-erneuerbarer-energien-fuer-netzsicherheit> (besucht am 30. 11. 2014).

- [SFT02] Detlef Schoder, Kai Fischbach und Rene Teichmann. *Peer-to-peer: ökonomische, technologische und juristische Perspektiven ; ... mit 6 Tabellen*. Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- [SMB14] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI. *Das Smart Meter Gateway Sicherheit für intelligente Netze*. 2014. URL: <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/Smart-Meter-Gateway.pdf> (besucht am 10. 11. 2014).
- [STK01] J. Snell, D. Tidwell und P. Kulchenko. *Programming Web Services with SOAP*. O'Reilly Media, 2001.
- [Sch10] J. Schwenk. *Sicherheit und Kryptographie im Internet: Von sicherer E-Mail bis zu IP-Verschlüsselung*. Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
- [Sch14] Spiegel Online Stefan Schultze. *Intelligente Zähler*. 30. Sep. 2014. URL: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/energiewende-intelligente-stromzaehler-kommen-zu-spaet-a-993021.html> (besucht am 07. 11. 2014).
- [Sha14] Ajaz Shah. „Flutterstrom“ – Passen Netzstabilität und Energiewende zusammen? URL: <http://energyload.eu/aktuelles/flutterstrom-netzstabilitaet-energiewende/> (besucht am 30. 11. 2014).
- [Sne02] Gottschalk / Graham / Kreger / Snell. *Introduction to Webservices architecture*. 2002. URL: <http://www.pa.icar.cnr.it/cossentino/ICT/doc/D30.2%20-%20Introduction%20to%20Web%20Service%20Architecture.pdf> (besucht am 12. 10. 2014).
- [Sor14a] Nils-Viktor Sorge. *Wie Dänemark die Welt retten will*. URL: <http://www.manager-magazin.de/politik/artikel/energiewende-mit-windkraft-und-ferner-energie-in-daenemark-a-925586.html> (besucht am 23. 11. 2014).
- [Sor14b] Nils-Viktor Sorge. *Spanien blamiert Deutschland bei der Energiewende*. URL: <http://www.manager-magazin.de/politik/deutschland/windenergie-rekord-spanien-blamiert-die-deutsche-energiewende-a-943934.html> (besucht am 23. 11. 2014).
- [UMu14] Ute Müller. *Spaniens Energiewende wird unbezahlbar*. URL: <http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article128575756/Spaniens-Energiewende-wird-unbezahlbar.html> (besucht am 23. 11. 2014).

- [Váz12] J.M.G. Vázquez. *Ein Referenzmodellkatalog für die Energiewirtschaft: Management von Informationsmodellen für Softwareproduktmanager bei der Anforderungsanalyse*. OIWIR Verlag für Wirtschaft, Informatik und Recht, 2012.
- [Wet14] Daniel Wetzel. *Frankreich will deutschen Atomausstieg übertrumpfen*. URL: <http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article133171538/Frankreich-will-d-deutschen-Atomausstieg-uebertrumpfen.html> (besucht am 23. 11. 2014).
- [bde14] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. *BDEW zur heute veröffentlichten Studie der dena zur Einführung von Smart Metern*. URL: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20140709-ps-bdew-zur-heute-veroeffentlichen-studie-der-dena-zur-einfuehrung-von-smart-metern-de> (besucht am 22. 11. 2014).
- [den14a] Deutsche Energie-Agentur GmbH dena. *Rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von intelligenten Zählern und Messsystemen in Deutschland*. 2014. URL: <http://www.effiziente-energiesysteme.de/themen/smart-meter/rechtliche-rahmenbedingungen-fuer-den-einsatz-von-stromzaehlern-in-deutschland.html> (besucht am 04. 11. 2014).
- [den14b] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). *Das „EU-Szenario“ und die deutsche Kosten-Nutzen-Analyse*. 2014. URL: <http://www.effiziente-energiesysteme.de/themen/smartmeter/das-eu-szenario-und-die-deutsche-kosten-nutzen-analyse.html> (besucht am 04. 11. 2014).
- [den14c] Deutsche Energie-Agentur. *Intelligente Zähler*. URL: [http://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Energiesysteme/Dokumente/InfobroschA1\\_4re\\_Intelligente\\_ZA\\_hler.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Energiesysteme/Dokumente/InfobroschA1_4re_Intelligente_ZA_hler.pdf) (besucht am 07. 11. 2014).
- [htt12] Torben Pfau / Anita GreenPocket auf <http://reset.org/>. *Smart Metering – Die Zukunft des Energiesparens*. 2012. URL: <http://reset.org/knowledge/smart-meter-%E2%80%93-die-zukunft-des-energiesparens> (besucht am 07. 11. 2014).

## Abbildungsverzeichnis

1	Anwendungssysteme der Energiewirtschaft . . . . .	16
2	Aufbau ERP-System . . . . .	19
3	3-Schicht-Architektur . . . . .	23
4	BSI Architektur eines Intelligenten Messsystems . . . . .	24
5	BSI Architektur eines Intelligenten Messsystems . . . . .	26
6	Web Service Architekturmodell . . . . .	31
7	Web Service Lebenszyklus . . . . .	34
8	Protokollstapel und Zwiebelschalenmodell der Web Service Architektur	35
9	Struktur einer SOAP-Nachricht . . . . .	37
10	IBM und Microsoft Roadmap für sichere Web Services . . . . .	39
11	Ablauf einer SOAP/HTTP Kommunikation eines Web Service . . . . .	40
12	Schematischer Aufbau eines WSDL Dokuments . . . . .	42
13	Smart Meter Gateway in seiner Einsatzumgebung . . . . .	48
14	Systemarchitektur . . . . .	49
15	Zugriff aus MS NAV per Add-In auf einen Web Service . . . . .	51
16	Bereitstellen eines Page Web Services aus MS NAV . . . . .	53
17	Sequenzdiagramm zum Kommunikationsszenario „INFO-REPORT“ . . . . .	54
18	Seite im Dynamics NAV mit dem Inhalt der Web Service URL . . . . .	57
19	Lokale Variablen der Codeunit zum Aufruf des Web Service Add-In . . . . .	58
20	Dialogfenster im MS NAV nach dem Web Service Aufruf . . . . .	58
21	Architektur zum Import von Rechnungsdaten per Web Service . . . . .	59
22	Zustandsdiagramm zur Abarbeitung von Rechnungsdaten im MS NAV . . . . .	60
23	Tabelle UEN Smart Meter Web Service . . . . .	62
24	Lokale Variablen der Codeunit zum Import der Daten . . . . .	63
25	Gesamtsystem in Abhängigkeit der physischen Struktur . . . . .	65
26	Systemvariante mit Proxy in Abhängigkeit der physischen Struktur . . . . .	67
27	Netzwerkanalyse Aufruf SOAP Nachricht . . . . .	74
28	Netzwerkanalyse Antwort SOAP Nachricht . . . . .	74

## Tabellenverzeichnis

1	Vorteile durch den Einsatz eines ERP-Systems . . . . .	20
---	--	----

## Listings

1	Anfragenachricht mit XML-RPC . . . . .	36
2	Beispiel einer SOAP-Nachricht . . . . .	38
3	WSDL Wurzel- und Dokumentationselement . . . . .	43
4	WSDL Datentypelement . . . . .	43
5	WSDL Nachrichtenelement . . . . .	44
6	WSDL Porttypeelement . . . . .	44
7	WSDL Bindungselement . . . . .	45
8	WSDL Service- und Portelement . . . . .	46
9	einfacher .NET Web Service . . . . .	55
10	Auszug .NET Klassenbibliothek als Add-In . . . . .	56
11	Codeunit zum Aufruf des Web Service Add-In . . . . .	57
12	Codeunit zum Import von Daten in das Buchungsblatt . . . . .	63
13	Auszug 2 .NET Klassenbibliothek als Add-In . . . . .	73

## CD-ROM

Der Arbeit ist eine CD-ROM mit den Quellcodes der erstellten Projekte beigefügt.

## **Selbständigkeitserklärung**

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Ort, Datum

eigenhändige Unterschrift

## **Einverständniserklärung**

Ich erkläre mein Einverständnis zu einer Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit im Internet.

ja

nein

Ort, Datum

eigenhändige Unterschrift