

# ”Energie-RMK” - Ein Referenzmodellkatalog für die Energiewirtschaft

José M. González Vázquez<sup>1</sup> und Hans-Jürgen Appelrath<sup>2</sup>

**Abstract:** Steigende Energiepreise, klimapolitische Zielsetzungen und technologische Weiterentwicklungen insbesondere in der dezentralen regenerativen Energieerzeugung führen zu strukturellen Veränderungen in der Energiewirtschaft. Unternehmen und Softwarehersteller dieser Branche sind gleichermaßen betroffen: Sie stehen vor der Aufgabe, ihre größtenteils jahrzehntlang gewachsenen IT-Landschaften bzw. Software-Produktlinien entsprechend zu modifizieren oder neu zu gestalten. Referenzmodelle haben sich als Hilfsmittel für solche Gestaltungsprozesse in verschiedenen Branchen bewährt. Dieser Beitrag beschreibt einen Ansatz zur Konstruktion eines Referenzmodellkatalogs für Unternehmen und Softwarehersteller in der deutschen Elektrizitäts- und Gaswirtschaft.

## 1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Energiewirtschaft<sup>3</sup> befindet sich in einem tiefgreifenden Strukturwandel, der sich in den nächsten Jahren noch weiter beschleunigen wird. Die Ursachen sind klimapolitisch und regulativ motiviert, bspw. durch das im Energiewirtschaftsgesetz<sup>4</sup> beschriebene Unbundling<sup>5</sup> [Deu05] und durch Änderungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz<sup>6</sup> [Deu08]. Zusätzlich wird der Wandel durch technische Weiterentwicklungen, z.B. in der dezentralen Erzeugung, weiter vorangetrieben. Dies führt zu Veränderungen in der Wertschöpfungskette, von der Gewinnung bis zur Nutzung, und zu einem höheren Anteil an dezentraler Erzeugung (siehe [BBF<sup>+</sup>08]).<sup>7</sup> Durch steigende Energiepreise werden Energiekosten zu einem wesentlichen Kostenfaktor in Unternehmen, was den Wettbewerbsdruck, insbesondere in der Energiewirtschaft, verstärkt (siehe [Ede08]).

---

<sup>1</sup> Bereich Energie, OFFIS, Escherweg 2, 26121 Oldenburg, jose.gonzalez@offis.de

<sup>2</sup> Bereich Energie, OFFIS, Escherweg 2, 26121 Oldenburg, appelrath@offis.de

<sup>3</sup> Nach [Gab09] zusammenfassende Bezeichnung für Aufgaben unterschiedlicher Wirtschaftsbereiche zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen. Darunter werden verschiedene Aktivitäten von der Gewinnung über den Transport bis zur Umwandlung in Nutzenergie (Wärme, mechanische Arbeit, Licht, Schall u. a.) bei den Verbrauchern verstanden. Im Rahmen dieses Beitrages wird dieser Begriff auf die Elektrizitäts- und Gaswirtschaft eingeschränkt.

<sup>4</sup> Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz-EnWG).

<sup>5</sup> Unbundling (engl. für Entflechtung) beschreibt die eigentumsrechtliche, organisatorische und buchhalterische Trennung der Funktionen Erzeugung, Übertragung und Verteilung, Handel und sonstige Aktivitäten eines Energieversorgers, siehe [Deu05], EnWG Teil 2.

<sup>6</sup> Interessant ist hier die Möglichkeit der Direktvermarktung von Strom aus erneuerbaren Energien.

<sup>7</sup> Gewinnung und Nutzung entsprechen den Wertschöpfungsfunktionen Produktion und Verbrauch aus der Industrie.

Strom und Gas kommt in der deutschen Energiewirtschaft eine hohe Bedeutung zu denn mehr als 45% des Endenergieverbrauchs werden hierdurch gedeckt [Bun08b]. Als leitungsgebundene Energien weisen sie – trotz ihrer physikalischen Unterschiede – eine Reihe von Ähnlichkeiten in ihren Wertschöpfungsketten auf. Ferner gibt es eine Vielzahl von Unternehmen, die beide Sparten (Strom und Gas) bedienen.<sup>8</sup> Daher wird eine spartenübergreifende Betrachtung in diesem Beitrag verfolgt und unter Energiewirtschaft die Elektrizitäts- und Gaswirtschaft verstanden<sup>9</sup>.

Folge der organisatorischen und technischen Veränderungen im Energiemarkt sind wachsende Kommunikationsanforderungen. Auf betriebswirtschaftlicher Ebene schafft das Unbundling weitere Marktpartner, ehemals unternehmensinterne Prozesse werden in unternehmensübergreifende Prozesse externalisiert. Parallel dazu führen Smart Metering<sup>10</sup> und die zunehmende dezentrale Erzeugung zu einem erhöhten unternehmensübergreifenden Austausch von Energiedaten auf technischer Ebene. Diese Veränderungen bringen eine Reihe von Anforderungen an Informationssysteme mit sich, wie zusätzlich zu unterstützende Funktionalität und zu gewährleistende Sicherheitsanforderungen (siehe auch [AC07] und [BGPA09]). Sowohl Unternehmen in der Energiewirtschaft, im folgenden auch Anwendungsunternehmen genannt, als auch unterstützende Softwarehersteller und Beratungshäuser sind diesen Veränderungen ausgesetzt. Im Rahmen von Zusammenschlüssen und Zukäufen können weitere IT-Systeme bzw. Softwareprodukte das bisherige Anwendungsportfolio erweitern und Konsolidierungen oder Integrationslösungen erforderlich machen. Anwendungsunternehmen sind an der bestmöglichen Unterstützung der betrieblichen Aufgaben durch IT bei minimalen Kosten (IT/Business Alignment) interessiert. Daneben streben sie die Erschließung neuer Geschäftsfelder mittels IT-Einsatz an.

Softwarehersteller stehen vor der Aufgabe, für die Unterstützung der betrieblichen (teilweise neuen) Aufgaben von Unternehmen in der Energiewirtschaft zeitnah qualitativ hochwertige sowie kostengünstige Softwareprodukte anzubieten und zu entwickeln. Im Gegenzug müssen Anwendungsunternehmen entsprechende Software selbst entwickeln oder erwerben, einsetzen und betreiben.

## 2 Stand der Wissenschaft und Praxis

Die Anforderungsermittlung ist bei der Softwareauswahl und -entwicklung von entscheidender Bedeutung und gestaltet sich oftmals zeitaufwendig.

---

<sup>8</sup> Neben den größten fünf Energieversorgungsunternehmen (EVU) Deutschlands (RWE, EON, EnBW, Vattenfall und EWE) sind eine Reihe von EVU, insbesondere Querverbundunternehmen, in beiden Bereichen aktiv, siehe hierzu auch [Bun07].

<sup>9</sup> Zur Komplexitätsreduktion werden Fernwärme und die Mineralölwirtschaft nicht weiter betrachtet, eine entsprechende Erweiterung des hier beschriebenen Ansatzes ist vorstellbar.

<sup>10</sup> Unter Smart Metering wird hier zusammengefasst die automatische Verarbeitung, der Transfer, das Management und die Verwendung von Messdaten verstanden.

Referenzmodelle sind hierbei bewährte Hilfsmittel zur Entwicklung von Informationssystemen.<sup>11</sup> Bekannte Modelle in diesem Zusammenhang sind bspw. für die Industrie das Y-CIM [Sch02] und für Handelsinformationssysteme das Handels-H [BS04]. Sowohl bei der Gestaltung von Anwendungslandschaften als auch bei der Softwareproduktlinienentwicklung wird der Einsatz von Referenzmodellen empfohlen, siehe bspw. [EHH<sup>+</sup>08] und [PBL05].

Infolge von Recherchen und Befragungen von Domänenexperten wurden verschiedene (Referenz-) Modelle und Standards für den Strom- und Gasmarkt identifiziert.<sup>12</sup> In Bezug auf Standards wurden, den Empfehlungen von Domänenexperten folgend, insbesondere die internationalen Standards der International Electrotechnical Commission (IEC) des Technical Committee 57 (TC 57) ”POWER SYSTEMS management and associated information exchange” untersucht (siehe [URS<sup>+</sup>09]).<sup>13</sup>

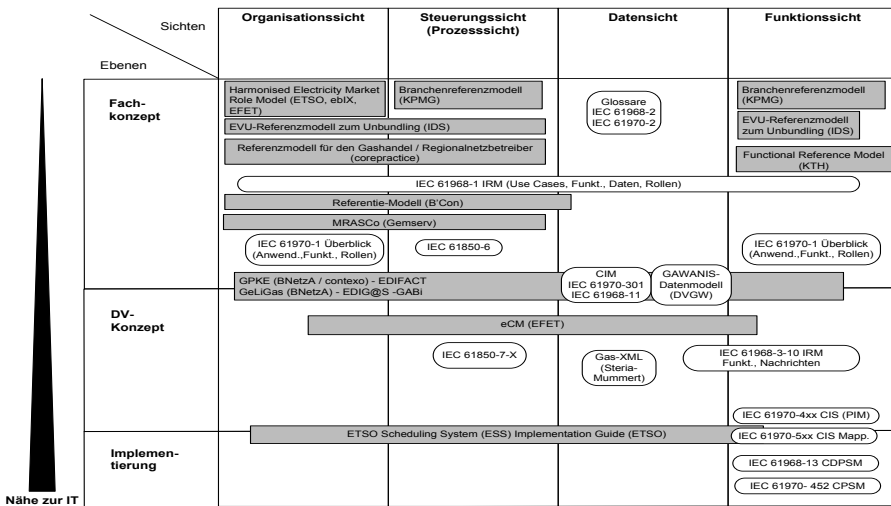


Abb. 1: Strukturierung einer Auswahl von Modellen/Standards der Energiewirtschaft (Gas- und Strombereich) anhand der ARIS-Ebenen und Sichten nach [Gon09]

In Abbildung 1 ist ein Auszug der recherchierten Modelle (Rechtecke) und Standards (Rechtecke mit abgerundeten Ecken) der Energiewirtschaft anhand der ARIS-Ebenen und -Sichten nach Scheer (siehe [Sch02]) dargestellt. Aufgrund der weiten Verbreitung der ARIS-Methode in der Modellierung wurden die hierin beschriebenen Sichten und Ebenen zur Strukturierung verwendet. Abbildung 1 veranschaulicht hierbei die Durchdringung von Normen und Standards im Hinblick auf die ARIS-Ebenen (Nähe zur IT) und -Sichten (von

<sup>11</sup> Sie werden seit Anfang der 90er-Jahre in unterschiedlichen Branchen zur Komplexitätsreduktion und zur Effizienzsteigerung bei der Prozessgestaltung eingesetzt.

<sup>12</sup> Auf eine komplette Liste mit Quellen wird an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet. Insgesamt wurden mehr als 30 Modelle identifiziert, die Suche wird weiter fortgesetzt. Die Recherche erfolgte auf Basis des Desk-Research unterstützt durch Diskussionen mit Domänenexperten.

<sup>13</sup> Die IEC ist die führende internationale Organisation zur Erarbeitung und Veröffentlichung von Standards im elektrotechnischen Umfeld [Int07]. Weitere Informationen zum TC57 finden sich unter <http://tc57.iec.ch>.

der Organisations- bis zur Funktionssicht). Bei der Auswahl darzustellender Modelle wurden vornehmlich bei Domänenexperten bekannte Modelle und Standards berücksichtigt.

Die identifizierten Referenzmodelle und Standards unterscheiden sich dabei stark hinsichtlich der betrachteten Ebenen und Sichten sowie der fokussierten Anwendungsbereiche. Entweder betrachten sie einzelne Sichten/Ebenen für eine Reihe von Anwendungsbereichen (z.B. Harmonised Electricity Market Role Model der ENTSO-E<sup>14</sup>) oder einzelne Anwendungsbereiche Sichten- und Ebenen-übergreifend (z.B. das GPKE Modell der BNetzA<sup>15</sup>). Die Modelle sind vornehmlich im Umfeld von Behörden, Verbänden, Standardisierungsorganisationen sowie im Auftrag von Softwareherstellern und Beratungshäusern entstanden. Wissenschaftliche Beiträge wurden bis auf das Functional Reference Model der KTH [NGN06] bisher nicht identifiziert. Zukünftig sind hier aber aufgrund verschiedener nationaler und internationaler Förderprojekte im Energiebereich weitere Beiträge zu erwarten.<sup>16</sup> Viele der identifizierten Modelle und Standards sind nicht oder nur teilweise öffentlich zugänglich. In der Energiewirtschaft fehlt ein Modell, das sich einer branchenbezogenen Strukturierung und Konsolidierung widmet, Verweise zu bestehenden Modellen/Standards aufzeigt und somit einen Überblick ermöglicht. Softwarehersteller und Systemdienstleister fordern zur Entwicklung eines offenen und herstellerunabhängigen Branchenreferenzmodells auf [Ban08].

Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Modelle gestaltet sich die Identifikation von im spezifischen Kontext geeigneten Modellen zur Unterstützung der Anforderungsanalyse schwierig.

Aus den oben angeführten Gründen erscheint die Entwicklung eines Referenzmodellkatalogs<sup>17</sup> als Übersicht von Referenzmodellen<sup>18</sup> im Sinne von [FL02] für die Energiewirtschaft sinnvoll.

### 3 Lösungsansatz

Nachfolgend wird der Energie-Referenzmodellkatalog (Energie-RMK<sup>19</sup>), ein Referenzmodellkatalog für die Energiewirtschaft, beschrieben.

<sup>14</sup> ENTSO-E – European Network of Transmission System Operators. Hier wird in dem Rollenmodell nur die Organisationssicht betrachtet.

<sup>15</sup> GPKE – Geschäftsprozesse zur Kundenbelieferung mit Elektrizität. Das zwischen Fach- und DV-Konzept angesiedelte GPKE-Modell betrachtet alle Sichten; BNetzA - Bundesnetzagentur

<sup>16</sup> Siehe beispielsweise nationale Projekte und Initiativen wie E-Energy [Bun08a] und Internet der Energie [BBB<sup>+</sup>08] sowie die amerikanische Smart Grids Initiative [Ele09].

<sup>17</sup> Unter einem Referenzmodellkatalog wird nach [FL02] eine in Tabellenform vorliegende Übersicht über Referenzmodelle, die nach methodischen Gesichtspunkten erstellt und innerhalb eines gegebenen Rahmens weitestgehend vollständig und systematisch gegliedert ist, verstanden.

<sup>18</sup> In der Literatur herrscht kein einheitliches Verständnis für den Begriff "Referenzmodell", siehe Untersuchungen in [Tho06] und [FL04]. Im Rahmen dieser Arbeit wird die nutzungsorientierte Referenzmodelldefinition nach ([Tho06], S. 17) verfeinert. In diesem Sinne soll hier jedes Modell bzw. Teilmodell, das auf fachlich-inhaltlicher Ebene bei der Unterstützung der Konstruktion eines anderen spezifischen Modells der Energiewirtschaft genutzt werden kann, als Referenzmodell angesehen werden (Metamodelle sind hierbei explizit ausgeschlossen).

<sup>19</sup> Im Folgenden auch als RMK oder Katalog referenziert.

### 3.1 Ziele und Bestandteile des Energie-RMK

Ziel des Energie-RMKs ist es, die Gestaltung von Anwendungen bzw. Softwareprodukten, insbesondere im Rahmen der Anforderungsanalyse, zu unterstützen. In diesem Zusammenhang sollen die Identifikation von geeigneten Modellen und Standards erleichtert sowie die Entwicklung unternehmensspezifischer Modelle unterstützt werden. Hierzu strukturiert der Energie-RMK die in Abschnitt 2 angedeutete Vielfalt an Modellen und Standards und liefert einen funktionalen Rahmen.

Auf Basis des RMKs sollen Anwendungsunternehmen und Softwarehersteller in die Lage gebracht werden, ihre aktuelle (IST) und zukünftige (SOLL) IT- bzw. Softwareproduktlandschaft in den Energie-RMK einzuordnen bzw. auf dieser Basis zu erarbeiten. Der RMK dient hierbei als Wissensbasis zur Identifikation von weiteren Informationsquellen, insbesondere Referenzmodellen, Gesetzen, Standards und Normen. Durch die Einordnung von Informationssystemen in den RMK soll eine Abdeckungsanalyse bezüglich zu unterstützender Funktionen sowie Gesetzen gegenüber den dort aufgeführten logischen Anwendungen durchführbar sein. Weiterhin sollen diese Funktionen näher beschreibende Informationsquellen, wie Standards oder Gesetze, angezeigt werden.<sup>20</sup>

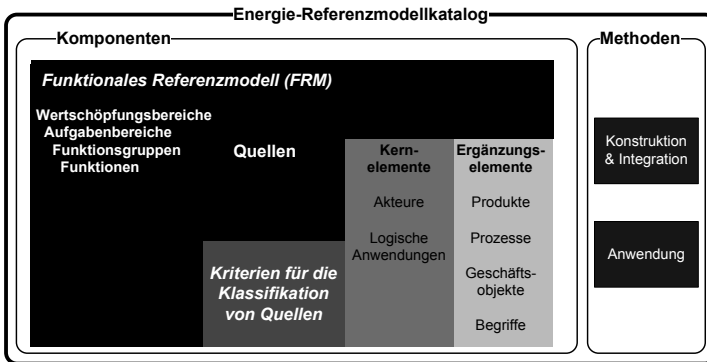


Abb. 2: Bestandteile des Energie-Referenzmodellkatalogs

Abbildung 2 stellt die Komponenten und Methoden des Energie-RMKs dar. Der Energie-RMK besteht aus vier Komponenten: ein Struktur bildendes funktionales Referenzmodell (FRM), Quellen und Kriterien zu deren Klassifikation sowie Kern- und Ergänzungselemente. Kernelemente stehen im Fokus des hier zu erarbeitenden RMKs und werden daher im Detail möglichst vollständig beschrieben. Im Gegensatz dazu werden Ergänzungselemente zur Anreicherung des RMKs eingesetzt und nur grob beschrieben. Hierbei wird angenommen, dass Funktionen bzw. Aufgaben nicht für sich alleine stehen, sondern Operationen an fachlichen Informationsobjekten ausführen. Dies erfolgt durch Akteure mit dem Ziel Produkte/Dienstleistungen bereitzustellen und zwar innerhalb von unternehmensinternen oder unternehmensübergreifenden Prozessen. Diese Annahme entspricht im We-

<sup>20</sup> Bei neu erlassenen Gesetzen oder Richtlinien und Integration in den Energie-RMK können zu untersuchende Funktionsbereiche leicht identifiziert werden.

sentlichen der ARIS-Methodik und den dort verankerten eEPK<sup>21</sup>, die als Bindeglied zwischen den verschiedenen ARIS-Sichten (Daten-, Prozess-, Funktions- und Organisations-sicht) fungieren. Zusätzlich werden zur Verbesserung des Verständnisses zentrale Begriffe erläutert. Die lediglich grob ausgeprägten Ergänzungselemente dienen der Qualitätssicherung, um die Erfassung aller relevanten Funktionen sicherzustellen.

Zusätzlich werden zwei Methoden bereitgestellt, einerseits zur Konstruktion und zur Integration weiterer Quellen in den Katalog sowie andererseits zur Nutzung des RMKs. Im Rahmen dieses Beitrages werden die Methoden nicht weiter in der Tiefe betrachtet.

Der Energie-RMK soll folgende Fragen beantworten bzw. zur besseren Beantwortbarkeit beitragen:

- Welche Funktionen werden durch welche Wertschöpfungs- und Aufgabenbereiche sowie Funktionsgruppen gruppiert? (FRM)
- In welchen Quellen finden sich welche weitere Beschreibungen zu den verschiedenen Funktionen? (Quellen und Kriterien)
- Welche Funktionen werden von welchen Akteuren wahrgenommen bzw. durch welche typischen Anwendungen unterstützt? (Kernelemente)
- Welche Produkte, Prozesse, Geschäftsobjekte und Begriffe stehen im Zusammenhang mit den groben Wertschöpfungsbereichen und Aufgabenbereichen in der Energiewirtschaft? (Ergänzungselemente)

Das FRM, bestehend aus Wertschöpfungsbereichen, Aufgabenbereichen, Funktionsgruppen und Funktionen, bildet den Kern (siehe Abbildungen 3 und 5). Das FRM beschreibt aus Sicht von Unternehmen der Energiewirtschaft spezifische Wertschöpfungs- und Aufgabenbereiche. In Abbildung 3 ist die fachliche Matrix des FRM dargestellt, auf der horizontalen Ebene sind die Wertschöpfungsbereiche von links nach rechts von der Produktion/Gewinnung bis zum Einsatz als Spalten aufgeführt, diese werden von typischen Aufgabenbereichen (wie Beschaffung und Absatz) als Zeilen durchzogen. Mit Hilfe der Matrix erfolgt die Strukturierung auf oberster Ebene, in weiteren Detaillierungsstufen werden Funktionsgruppen und Funktionen beschrieben. Auf Basis dieser Strukturierung sollen logische Anwendungen<sup>22</sup>, Akteure und Quellen (Gesetze, Verordnungen, etc.) zugeordnet und somit "einsortiert" werden. Die Prozesskette des FRM enthält vier zentrale Wertschöpfungsfunktionen der Elektrizitäts- und Gaswirtschaft: Produktion<sup>23</sup>, Handel, Transport und Einsatz. Je nach Teilbereich sind entsprechende Funktionsmuster auf betriebswirtschaftlicher und/oder technischer Ebene ausgeprägt.

Die Kategorisierung von Quellen stellt einen wesentlichen Aspekt der Arbeit dar, hier wird auf bewährte Klassifikationskriterien für Referenzmodelle und Standards aus [Sch98],

---

<sup>21</sup> eEPK - erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette.

<sup>22</sup> In Anlehnung an den Begriff der Anwendungslandschaftskomponente in [EHH<sup>+</sup>08] werden hierunter logische Anwendungssysteme wie bspw. ein Energiedatenmanagementsystem verstanden. Diese bündeln eine bestimmte Menge fachlicher Funktionalität unabhängig von einer konkreten Implementierung.

<sup>23</sup> Produktion wird in diesem Beitrag als Synonym für die Umwandlung in nutzbare Energie verwendet.

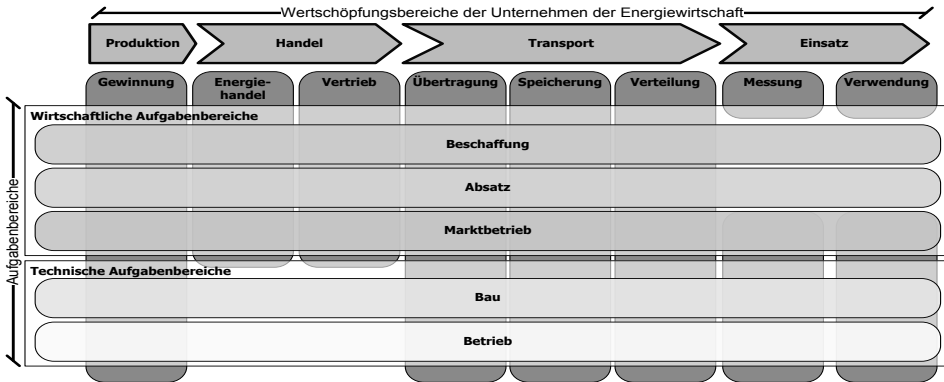


Abb. 3: Matrix (Wertschöpfungs- und Aufgabenbereiche) des funktionalen Referenzmodells des Energie-RMKs (in Anlehnung an [Gon09])

[vB03] und [dV06] zurückgegriffen. Abbildung 4 zeigt die drei wesentlichen Merkmale für die Klassifikation und mögliche Ausprägungen<sup>24</sup> auf: Abdeckung - abgedeckte Ebenen und Sichten, Typ - Herkunft und Art der Quelle, sowie Status - angenommener Einsatz und Status der Weiterentwicklung.

| Merkmale   |                             | Ausprägungen     |           |                      |                   |             |             |                  |         |            |
|------------|-----------------------------|------------------|-----------|----------------------|-------------------|-------------|-------------|------------------|---------|------------|
| Abdeckung  | Ebenenbezug                 | Fachkonzept      |           |                      | DV-Konzept        |             |             | Implementierung  |         |            |
|            | Sichten                     | Funktionen       |           | Logische Anwendungen |                   | Produkte    |             | Prozesse         |         |            |
|            |                             | Daten            |           | Akteure              |                   | Begriffe    |             |                  |         |            |
|            | Granularität                | Grob             |           | Detailliert          |                   |             |             | Anzahl           |         |            |
|            | Funktionales Referenzmodell | Beschaffung      | Gewinnung | Energiehandel        | Vertrieb          | Übertragung | Speicherung | Verteilung       | Messung | Verwendung |
|            |                             | Absatz           |           |                      |                   |             |             |                  |         |            |
| Abwicklung |                             |                  |           |                      |                   |             |             |                  |         |            |
| Bau        |                             |                  |           |                      |                   |             |             |                  |         |            |
| Betrieb    |                             |                  |           |                      |                   |             |             |                  |         |            |
| Typ        | Politische Region           | Deutsch          |           | International        | Europäische Union |             |             |                  |         |            |
|            | Dokumententyp               | Spezifikation    |           |                      | Empfehlung        |             | Verordnung  |                  | Glossar |            |
| Status     | Anwendung                   | in der Industrie |           |                      | in der Forschung  |             |             | k.a.             |         |            |
|            | Weiterentwicklung           | in Arbeit        |           |                      | abgeschlossen     |             |             | letzte Änderung: |         |            |

Abb. 4: Kriterien für die Klassifikation von Quellen (Auszug, in Anlehnung an [PGS09])

In Abbildung 5 ist ein erster Auszug des Energie-RMKs aufgeführt, die Struktur orientiert sich dabei an [FL02]. Der Gliederungsteil wird aus der funktionalen Struktur gebildet, in die entsprechende Quellen und andere Kernelemente (Hauptteil) eingeordnet werden. Die Kategorien für die Klassifikation von Quellen aus Abbildung 4 bilden den Zugriffsteil. Abbildung 5 veranschaulicht hier beispielhaft die Einordnung des Paragraphen 50 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) zu einer Funktion des FRM.

Neben der Strukturierung von Quellen, die einen wesentlichen Teil des RMKs ausmachen, sollen alle Elemente anhand des Gliederungsteils, allerdings auf unterschiedlichen Detaillierungsstufen, kategorisiert werden. Ergänzungselemente (wie beispielsweise Prozesse)

<sup>24</sup> Hierbei sind Mehrfachauswahlen möglich.

| Gliederungsteil             |                      |                       |                       | Hauptteil   |         | Zugriffsteil    |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---|---------|-----------------|---------|--------------|-----------------------------|------------------|-------------------|---------------|-----------|-------------------|--|
| Ebenen                      |                      |                       |                       | Quellen   |         | Modellkriterien |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
| Funktionales Referenzmodell |                      |                       |                       | Name  | Details | Abdeckung       |         |              |                             | Typ              | Status            |               |           |                   |  |
| 1<br>Wertschöpfung          | 2<br>Aufgabenbereich | 3<br>Funktionsgruppen | 4<br>Funktionen       |   |         | Ebenenbezug     | Sichten | Granularität | Funktionales Referenzmodell | Aufgabenbereiche | Politische Region | Dokumententyp | Anwendung | Weiterentwicklung |  |
| Gewinnung                   | Beschaffung          | Erschließung          | Operative Beschaffung | Beschaffen von Rohstoffen für die Sicherung der Energieversorgung | EnWG    | § 50            |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             |                      |                       |                       |   | ...     | ...             |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             |                      |                       |                       |   |         | ...             | ...     |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             |                      |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             |                      |                       | Lieferantenmanagement |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             |                      | Absatz                |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             | Abwicklung           |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             | Bau                  |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             | Betrieb              |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
| Energiehandel               | Beschaffung          |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             | Absatz               |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
|                             | Abwicklung           |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |
| Vertrieb                    | ...                  |                       |                       |   |         |                 |         |              |                             |                  |                   |               |           |                   |  |

Abb. 5: Struktur und exemplarische Inhalte des Referenzmodellkatalogs (Auszug)

werden nur grob und daher nur auf Ebene zwei eingeordnet (siehe Abbildung 2). Der Zugriffsteil besteht in diesem Fall nur aus einer Beschreibung des einzelnen Elements.

### 3.2 Methodisches Vorgehen

Die Entwicklung des RMKs erfolgt auf Grundlage der Design-Science Methode von Hevner et al. [HMPR04] und orientiert sich an den dort beschriebenen sieben Forschungsrichtlinien, siehe Abbildung 6. Charakteristisch für die Methode ist ein iteratives Vorgehen mit abwechselnden Phasen der Konstruktion und Evaluation, das sogenannte "build and evaluate". Weitere methodische Grundsteine bilden die Arbeiten von [FL02] zu Referenzmodellkatalogen bezüglich Vorgehensmodell und Begriffsverständnis sowie die Grundsätze Ordnungsmäßiger Modellierung (GOM) von [Sch98]. Aufgrund der Komplexität der Energiewirtschaft und eigene in Projekten gesammelte Erfahrungen der Autoren erscheint ein iteratives Vorgehen mit kontinuierlichen Evaluationszyklen nach Hevner erfolgversprechend. Im Folgenden wird das Vorgehen zu den Nummerierungen der Design Richtlinien in Abbildung 6 in Bezug gesetzt.

Im Zentrum steht hierbei die Konstruktion und Evaluation des Katalogs, welche entsprechend der Richtlinie "Design als Suchprozess" (R6) in mehreren Versionen schrittweise erarbeitet wird. Auf die Anforderungen aus den Forschungsrichtlinien "Design als zielgerichtetes Artefakt" (R1), "Problemrelevanz" (R2) und "Beitrag der Forschung" (R4) wurde in den Abschnitten 1 und 3 eingegangen. Als Artefakte werden ein Energie-RMK und Methoden zur Konstruktion und Nutzung des Katalogs erarbeitet (R1). Die Unterstützung der Gestaltung von Softwareprodukten in der Energiewirtschaft ist gerade vor dem Hintergrund des Strukturwandels von Bedeutung (R2). Der RMK trägt zur Erweiterung und Strukturierung der bisherigen Wissensbasis bei und leistet damit einen Beitrag zur For-



| Design-Science Forschungsrichtlinien |   | Beschreibung  |
|--------------------------------------|---|---|
| R1                                   | <b>Design als zielgerichtetes Artefakt</b><br>( <i>Design as an Artifact</i> )      | Das Ergebnis von Design-Science-Forschung stellt ein innovatives, zielgerichtetes Artefakt (wie ein Konstrukt, ein Model, eine Methode oder eine Instanz) dar, um ein Problem zu lösen.   |
| R2                                   | <b>Problemrelevanz</b><br>( <i>Problem Relevance</i> )                              | Das Ziel von Designwissenschaft ist die Entwicklung technischer Lösungen für wichtige aktuelle und zukünftige Probleme in Unternehmungen. Relevanz wird über den Nutzen definiert, den eine Lösung stiftet.   |
| R3                                   | <b>Evaluierung</b><br>( <i>Design Evaluation</i> )                                  | Nutzen, Qualität und Effizienz eines Artefaktes müssen durch adäquate wissenschaftliche Methoden evaluiert werden.  |
| R4                                   | <b>Beitrag der Forschung</b><br>( <i>Research Contributions</i> )                   | Designwissenschaft muss einen klar definierbaren Beitrag zur Problemlösung und/oder den Forschungsmethoden der Disziplin liefern. Die Innovationshöhe eines Beitrages kann in Bezug auf die Neuigkeit, die Allgemeingültigkeit und die Bedeutung eines Artefaktes für einen Anwendungsbereich gezeigt werden. |
| R5                                   | <b>Methodische Stringenz in den Forschungsmethoden</b><br>( <i>Research Rigor</i> ) | Designwissenschaft erfordert die stringente Anwendung wissenschaftlicher Methoden in der Schaffung und in der Evaluierung von Artefakten.   |
| R6                                   | <b>Design als Suchprozess</b><br>( <i>Design as a Search Process</i> )              | Design stellt einen Suchprozess dar, in dem Lösungen vorgeschlagen, verfeinert und evaluiert werden, um schrittweise eine Wissensbasis aufzubauen. Hier gilt es, geeignete Methoden anzuwenden, um auf Basis der verfügbaren Mittel in einer endlichen Zeit zu einem akzeptablen Ergebnis zu gelangen.        |
| R7                                   | <b>Weitergabe von Forschungsergebnissen</b><br>( <i>Communication of Research</i> ) | Die Ergebnisse von Designwissenschaft müssen sowohl technologieorientierten als auch managementorientierten Interessenten effektiv vermittelt werden können.  |

Abb. 6: Forschungsrichtlinien des Design Science nach Hevner et al.; in Anlehnung an [HMPR04] und [Bic05]

schung (R4). Die Richtlinien ”Evaluierung” (R3), ”Methodische Stringenz in den Forschungsmethoden” (R5) und ”Weitergabe von Forschungsergebnissen” (R7) betreffen das Vorgehen und werden im Folgenden behandelt.

Zentraler Bestandteil im Rahmen der Arbeit ist die Konstruktion eines Referenzmodellkatalogs für Unternehmen der Energiewirtschaft. Hierbei werden für die Energiewirtschaft spezifische und grundlegende Funktionen identifiziert, die zur Gliederung des RMKs verwendet werden. Aufbauend auf [FL02] wird eine Gliederung des Energie-RMKs in die drei Teile Gliederungsteil, Hauptteil und Zugriffsteil vorgenommen. Für den Gliederungsteil wird eine entsprechende funktionale Untergliederung der Aufgaben von Energieversorgungsunternehmen vorgesehen. In Anlehnung an den Begriff der Facharchitektur in [Kel07] werden nur branchenspezifische Funktionen aufgeführt; branchenneutrale Themenbereiche wie Personal oder Buchhaltung werden nicht betrachtet. Diese Struktur stellt selbst ein funktionales Referenzmodell dar. Der Fokus des Katalogs liegt auf der Strukturierung von Quellen zu Aktivitäten von Energieversorgungsunternehmen entlang der Wertschöpfungskette, daher erfolgt hier die Einordnung von bestehenden (Referenz-) Modellen, Standards und Normen sowie logischen Anwendungen.

Auf Basis vorhandener Modelle, Standards und Beschreibungen in der Literatur sowie Diskussionen mit Experten und Durchführung von Workshops, in denen das Modell diskutiert und angewendet wird, gilt es, iterativ verfeinerte Katalogversionen zu erstellen (R6). Neben der fachlichen Fokussierung auf Modelle und Standards der Energiebranche sollen, insbesondere bezüglich Strukturierung und Gestaltung des Modells, Erfahrungen aus verwandten Branchen wie der Telekommunikation, bspw. Prozess- und Datenmodelle wie

eTOM und SID<sup>25</sup>, der Industrie [Sch02] und dem Handel [BS04] genutzt werden. Trotz der Fokussierung auf den deutschen Energiemarkt sollen neben nationalen auch internationale Modelle (bspw. von der ENTSO-E) und Standards (bspw. von der IEC) berücksichtigt werden, um das dort beschriebene Wissen zu nutzen. Ausgehend von den bisherigen Ergebnissen und Studien (siehe [URS<sup>+</sup>09]) wird im Umfeld von Standardisierungsorganisationen (wie IEC), Branchenverbänden (wie ETSO) und Regulierungsbehörden sowie Beratungsunternehmen und Softwarehäusern nach weiteren Modellen und Standards recherchiert. Aufgrund der Komplexität der Energiebranche ist eine umfassende detaillierte Betrachtung nur mit erheblichem Aufwand möglich. Daher erfolgt eine grobe Betrachtung "in die Breite" die für ausgewählte Bereiche (wie "Smart Grids", siehe [Ele09]) punktuell detailliert wird.

Neben den GOM und dem Vorgehensmodell zur Konstruktion von Referenzmodellen nach Schütte [Sch98] sollen weitere bewährte Methoden, beispielsweise zur Konstruktion von Referenzmodellkatalogen [FL02] und Ordnungsrahmen<sup>26</sup> [Mei01], angewendet werden (R5).

Durch das bereits als Ontologie<sup>27</sup> vorliegende und bewährte Common Information Modell (CIM)<sup>28</sup> der IEC erscheint die Repräsentation des RMKs als Ontologie zur semantischen Integration mit dem CIM sowie weiterer Modelle lohnenswert (siehe hierzu auch [UG07]). Aufgrund des designorientierten Forschungsansatzes kommt der Evaluation der Ergebnisse eine besondere Bedeutung zu. Hierbei werden insbesondere analytische Methoden betrachtet.<sup>29</sup> Eine ontologiebasierte Repräsentation des RMKs wird zur Evaluation der Struktur als sinnvoll erachtet, hierzu ist die Arbeit von Fettke zur Referenzmodellevaluation auf Basis ontologischer Gütekriterien [Fet06] relevant (R3). Weiterhin sind die Ansätze zur Unternehmensmodellierung mittels Ontologien von Green und Rosemann in [GR05] betrachtenswert. Auf Basis regelmäßiger Workshops wird der Katalog schrittweise entwickelt, angewendet und mit Experten aus Fach- und IT-Abteilungen sowie mit Softwareproduktverantwortlichen diskutiert. Weiterhin sind Veröffentlichungen des Modells und die Diskussionen mit weiteren Domänenexperten aus wirtschaftlichen (bspw. EDNA, [www.edna-initiative.de](http://www.edna-initiative.de)) und wissenschaftlichen (bspw. GI-AK Energieinformationssysteme) Fachgruppen sowie Standardisierungsgremien (bspw. DKE<sup>30</sup>) geplant (R7).

Hieraus ergibt sich für die Entwicklung des Energie-RMKs das in Abbildung 7 dargestellte Vorgehen.

<sup>25</sup> Siehe hierzu Informationen des TeleManagement Forum unter [www.tmforum.org](http://www.tmforum.org).

<sup>26</sup> Ein weiterer zentraler Begriff in der Referenzmodellierungsforschung ist der Ordnungsrahmen, wobei ein Ordnungsrahmen selbst ein Referenzmodell sein kann. Im Rahmen dieses Beitrags wird unter einem Ordnungsrahmen nach [Mei01] ein Modell auf sehr hoher Abstraktionsebene verstanden, das die Navigation durch Modelle auf niedrigerer Abstraktionsebene erlaubt.

<sup>27</sup> Unter einer Ontologie wird nach [Gru93] eine explizite formale Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung verstanden.

<sup>28</sup> Das CIM stellt ein Datenmodell dar, welches Objekte für den Bereich der Energiewirtschaft sowie deren Relationen untereinander darstellt [UG07]. Das CIM ist bisher im nordamerikanischen Raum, insbesondere zum Austausch von Stromnetzmodellen, weit verbreitet.

<sup>29</sup> Eine Übersicht zu Evaluationsmethoden liefert Hevner et al. [HMPR04], in dem die fünf Kategorien *observational*, *analytical*, *expiemental*, *testing* und *descriptive* unterschieden werden.

<sup>30</sup> Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, [www.dke.de](http://www.dke.de).

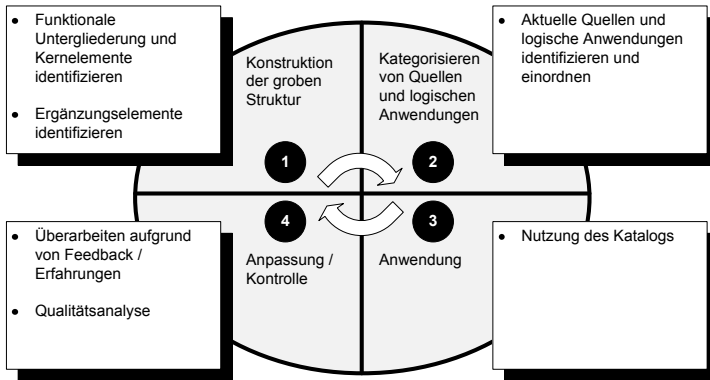


Abb. 7: Vorgehen bei Konstruktion und Anwendung des Energie-RMKs

Das Vorgehensmodell orientiert sich an den vier Phasen<sup>31</sup> zur Referenzmodellkatalogkonstruktion nach [FL02] und besteht selbst aus vier Phasen, „Konstruktion der groben Struktur“ – hier gilt es auf Basis von Kern- und Ergänzungselementen, eine initiale Struktur zu erarbeiten –, „Kategorisieren von Quellen und logischen Anwendungen“ – Einordnen von Quellen –, „Anwendung“ – Einsatz des Katalogs in Projekten – und „Anpassung / Kontrolle“ – Überarbeiten der Struktur und Qualitätsanalyse. Die Phasen sollen jeweils iterativ durchlaufen werden, um auf diese Weise überarbeitete Versionen des RMKs zu erstellen und die Wissensbasis kontinuierlich zu erweitern.

### 3.3 Energie-RMK Schema und Ontologie

Wie im vorigen Abschnitt beschrieben erscheint die Modellierung des Energie-RMK als Ontologie im Hinblick auf die Integration weiterer Quellen und Durchführung von Qualitätsanalysen vielversprechend. Weitere Vorteile ergeben sich aus der technologieneutralen Repräsentation und der einfachen Bereitstellung und Abfrage der Wissensbasis mittels Open Source Software. Die Fähigkeiten zur Ableitung von neuem Wissen aus der Wissensbasis (Reasoning) werden als besonders nützlich angesehen, um bei minimaler expliziter Modellierung weitere Beziehungen abzuleiten. Nachfolgend werden zunächst die grundlegenden Beziehungen zwischen den Elementen des RMKs dargestellt und die Modellierung als Ontologie in Form von Klassen (*Class*) und Eigenschaften (*Data* und *Object Properties*) skizziert.

In Abbildung 8 ist eine schematische Darstellung des Energie-RMKs zur Verdeutlichung der Beziehungen zwischen den einzelnen Bestandteilen aufgeführt: FRM (oben links), Sichten (rechts) und Kriterien (unten rechts). Im Zentrum stehen die Funktionen des RMKs (RM<sup>32</sup>-Funktion) die den zentralen Verknüpfungspunkt zu den Kernelementen bilden.

<sup>31</sup> Vorstudie, Erstellung, Anwendung sowie Evaluation und Pflege.

<sup>32</sup> RM - Referenzmodell; wird im Folgenden zur Bezeichnung der Bestandteile des FRMs des Energie-RMKs verwendet.

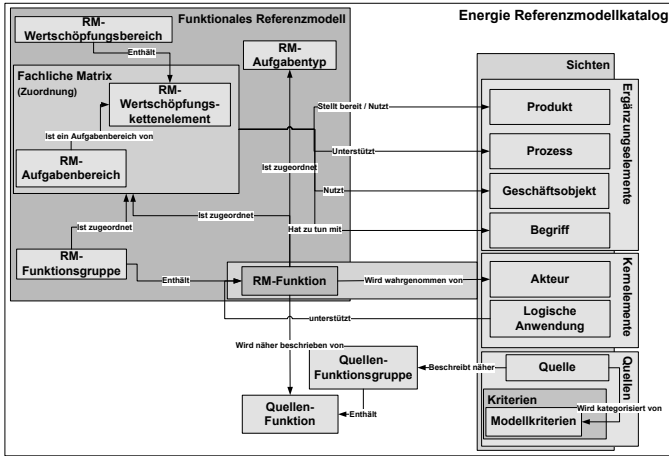


Abb. 8: Energie-RMK Schema

Funktionen werden dabei zusätzlich einem RM-Aufgabentyp zugewiesen. Aufgabentypen entsprechen dabei typischen Aufgabenfeldern aus den Bereichen des Managements<sup>33</sup>, des Produkt<sup>34</sup> / Dienstleistungs- und Anlagenlebenszyklus<sup>35</sup> in Unternehmen der Energiewirtschaft.<sup>36</sup> Die fachliche Matrix, bestehend aus der Zuordnung von Funktionsmustern (RM-Aufgabenbereichen) zu Wertschöpfungsbereichen, bildet die Verknüpfung zwischen Ergänzungselementen und Funktionsgruppen. Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt die Modellierung von Quellen und die entsprechende Zuordnung zu den Funktionen des Katalogs dar. Hier werden aufgrund des damit verbundenen Aufwands und des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit aus den GOM nach Schütte [Sch98] nur als wichtig erachtete Quellen zweistufig als Funktionshierarchie modelliert und auf Funktionsebene mit den Funktionen des RMKs verknüpft.<sup>37</sup> In diesem Fall wird sich die zweistufige Modellierung im Wesentlichen auf deutsche Gesetze und Vorschriften beschränken, da diese für Unternehmen in Deutschland zwingend zu beachten sind. Weitere Quellen werden hingegen nur grob eingeordnet.

Abbildung 9 stellt einen Ausschnitt der Repräsentation des Energie-RMKs als Ontologie dar. Hier sind in Anlehnung an Abbildung 8 Sichten (oben links), Modellkriterien (oben rechts) und Verknüpfungen von Quellen zu Funktionen (unten) angedeutet. Im Fokus steht auch hier die RM-Funktion die über die *ObjectProperty wirdBeschriebenIn* mit der *Quellen-Funktion* verbunden ist. Ferner ist die Abbildung von Funktionen des funktionalen Referenzmodells und der Quellen mit der zweistufigen Hierarchie über die Klassen Funktionsgruppen und Funktionen mit ihren Unterklassen und entsprechenden *Object-*

<sup>33</sup> Bspw. Planen, Realisieren, Kommunizieren, Kontrollieren nach dem Management-Kreis siehe [Sch72].

<sup>34</sup> Bspw. Beschaffen, Produzieren, Handeln, Vermarkten und Bereitstellen.

<sup>35</sup> Bspw. Planen, Bauen, Inbetriebnehmen, Überwachen, Betreiben, Instandhalten und Rückbauen.

<sup>36</sup> Durch die Anwendung von typischen Mustern soll eine möglichst vollständige Abdeckung der betrieblichen Funktionen erreicht werden.

<sup>37</sup> Es werden nur Quellen abgebildet, die auch die Funktionssicht adressieren, Organisationsmodelle werden bspw. nicht als funktionale Hierarchie modelliert.

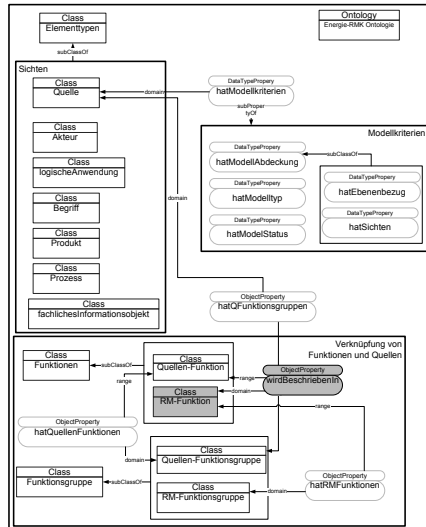


Abb. 9: Auszug aus der Energie-RMK Ontologie

*Properties* angedeutet. Die Abbildung der Sichten als Klassen und der Modellkriterien als *DataTypeProperty*-Hierarchie ist ebenfalls skizziert.

### 3.4 Einordnung des gewählten Ansatzes

Der vorliegende Beitrag greift die in [Gon09] skizzierten Ansätze auf und fokussiert diese im Hinblick auf die Entwicklung eines Referenzmodellkatalogs für die Energiewirtschaft. Ferner wurden die in den Arbeiten von [PGS09] und [BGPA09] gewonnenen Erfahrungen bei der Nutzung von Bestandteilen des Energie-RMKs berücksichtigt.

In Bezug auf die Konstruktion eines Referenzmodellkataloges lehnt sich der hier beschriebene Beitrag stark an [FL02] sowie den GOM nach [Sch98] an und folgt dem methodischen Vorgehen nach [HMPR04]. Bezogen auf die Klassifikation von Quellen für den RMK werden bewährte Klassifikations-Schemata nach [Sch98], [vB03] und [dV06] herangezogen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieses Beitrags wurden ein Ansatz und erste Ergebnisse zur Konstruktion eines Referenzmodellkatalogs für die Energiewirtschaft vorgestellt und die Modellierung des Energie-RMKs als Ontologie skizziert. Der vorgestellte Ansatz befindet sich noch in der Weiterentwicklung, erste Anwendungen des RMKs sind schon erfolgt, siehe [PGS09] und [BGPA09]. Ein wichtiger Aspekt der weiteren Arbeit stellt die Anwendung und Evaluierung des Katalogs dar. Die hieraus resultierenden Rückkopplungen und Diskussionen mit Domänenexperten werden als wichtig angesehen, um einen qualitativ hochwertigen

und nutzbaren Referenzmodellkatalog zu erarbeiten und eine Akzeptanz für den Energie-RMK innerhalb der Domäne zu erreichen.

**Danksagung:** Dieser Beitrag ist im Rahmen eines durch die EWE AG geförderten Projektes entstanden.

## Literaturverzeichnis

- [AC07] H.-J Appelrath und P. Chamoni. Veränderungen in der Energiewirtschaft-Herausforderungen für die IT. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 49(5), 2007.
- [Ban08] Ralf Banning. Modellgetriebene Integration in der Energiewirtschaft: Softwaredesign zwischen Handwerk und Industrie? 11. EDNA Fachtagung in Frankfurt, 20.03.2008.
- [BBB<sup>+</sup>08] C. Block, F. Bomarius, P. Bretschneider, F. Briegel, N. Burger, B. Fey, H. Frey, J. Hartmann, C. Kern, B. Plail, G. Praehauser, L. Schetters, F. Schöpf, D. Schumann, F. Schwammbberger, O. Terzidis, R. Thiemann, C. van Dinther, K. von Sengbusch, A. Weidlich und C. Weinhardt. Internet der Energie - IKT für die Energiemärkte der Zukunft, 2008.
- [BBF<sup>+</sup>08] Bernd Buchholz, Volker Bühner, Hellmuth Frey, Wolfgang Glaunsinger, Martin Kleimaier, Magnus Pielke, Hans Roman, Johannes Schmiesing, Johannes Stein, Zbigniew Styczynski und Hartmut Baden. Smart Distribution 2020: Virtuelle Kraftwerke in Verteilungsnetzen: Technische, regulatorische und kommerzielle Rahmenbedingungen, 26.06.2008.
- [BGPA09] Petra Beenken, José M. González, Matthias Postina und H. J Appelrath. Sicherheitsorientierte Gestaltung von Anwendungslandschaften in der Energiewirtschaft. In *Internationaler ETG-Kongress 2009*. 2009.
- [Bic05] Martin Bichler. Design Science in Information Systems Research: von Alan R. Hevner, Salvatore T. March, Jinsoo Park, Sudha Ram in *MIS Quarterly*, Vol. 28, No. 1, S. 75-105, März 2004; referiert von Prof. Dr. Martin Bichler, 15.11.2005.
- [BS04] Jörg Becker und Reinhard Schütte. *Handelsinformationssysteme: Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Redline Wirtschaft, Frankfurt am Main, 2., vollst. überarb., erw. und aktualis. Auflage, 2004.
- [Bun07] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW). Energiemarkt Deutschland: Zahlen und Fakten zur Gas- und Stromversorgung, 18.12.2007.
- [Bun08a] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. E-Energy - Informations- und kommunikationstechnologiebasiertes Energiesystem der Zukunft: Ein Förderwettbewerb des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, 2008.
- [Bun08b] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Endenergieverbrauch nach Energieträgern: Deutschland: Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand: Aug. 2008; letzte Änderung: 08.10.2008, August 2008.
- [Deu05] Deutscher Bundestag. Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG): EnWG, 2005.
- [Deu08] Deutscher Bundestag. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, 2009), 25.08.2008.

- [dV06] Henk J. de Vries. IT Standards Typology. In Kai Jakobs, Hrsg., *Advanced topics in information technology standards and standardization research*, Seiten 1–26. Idea Group Pub., Hershey PA, 2006.
- [Ede08] Helmut Edelmann. Wettbewerb in den Energiemärkten: Stadtwerkestudie 2008: Management Summary, 05.06.2008.
- [EHH<sup>+</sup>08] Gregor Engels, Andreas Hess, Bernhard Humm, Oliver Juwig, Marc Lohmann, Jan-Peter Richter, Markus Voß und Johannes Willkomm. *Quasar enterprise: Anwendungslandschaften serviceorientiert gestalten*. dpunkt.Verl., Heidelberg, 1. Auflage, 2008.
- [Ele09] Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap: Contract No. SB1341-09-CN-0031—Deliverable 10: Post Comment Period Version Document, August 2009.
- [Fet06] Peter Fettke. *Referenzmodellevaluation: Konzeption der strukturalistischen Referenzmodellierung und Entfaltung ontologischer Gütekriterien*, Jgg. 5. Logos-Verl., Berlin, 2006.
- [FL02] Peter Fettke und Peter Loos. Der Referenzmodellkatalog als Instrument des Wissensmanagements - Methodik und Anwendung. In Jörg Becker und Ralf Knackstedt, Hrsg., *Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*, Seiten 3–24. Springer, Berlin et al., 2002.
- [FL04] Peter Fettke und Peter Loos. Referenzmodellierungsforschung: Langfassung eines Aufsatzes. In Peter Loos, Hrsg., *Working Papers of the Research Group Information Systems & Management*, number 16. Juli 2004.
- [Gab09] Gabler Wirtschaftslexikon. Energiewirtschaft, 2009. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/128894/energiewirtschaft-v1.html>, zuletzt geprüft am 15.10.2009.
- [Gon09] José M. González. Gestaltung nachhaltiger IT-Landschaften in der Energiewirtschaft mit Hilfe von Referenzmodellen. In Torsten Eymann, Hrsg., *Bayreuther Arbeitspapiere zur Wirtschaftsinformatik*, Jgg. 40, Seiten 35–44. Februar 2009.
- [GR05] Peter F. Green und Michael Rosemann. *Business systems analysis with ontologies*. Idea Group Publ., Hershey Pa., 2005.
- [Gru93] Thomas R. Gruber. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. In *Knowledge Acquisition*, Jgg. 2, Seiten 199–220. 1993.
- [HMPR04] Alan R. Hevner, Salvatore T. March, Jinsoo Park und Sudha Ram. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105, 2004.
- [Int07] International Electrotechnical Commission (IEC). IEC 61968-1: Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 1: Interface architecture and general requirements, 11.04.2007.
- [Kel07] Wolfgang Keller. *IT-Unternehmensarchitektur: Von der Geschäftsstrategie zur optimalen IT-Unterstützung*. dpunkt.Verl., Heidelberg, 1. Auflage, 2007.
- [Mei01] Volker Meise. *Ordnungsrahmen zur prozessorientierten Organisationsgestaltung: Modelle für das Management komplexer Reorganisationsprojekte*, Jgg. 10. Kovac, Hamburg, 2001.
- [NGN06] Per Närman, Magnus Gammalgard und Lars Nordström. A Functional Reference Model For Asset Management Applications Based on IEC 61968–1. In *Nordic Distribution and Asset Management Conference*. 2006.

- [PBL05] Klaus Pohl, Günter Böckle und Frank Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques /// Software product line engineering: Foundations, principles, and techniques ; with 10 tables*. Springer, Berlin, 2005.
- [PGS09] Matthias Postina, José M. González und Igor Sechyn. On the Architecture Development of Utility Enterprises with Special Respect to the Gap Analysis of Application Landscapes. In Ulrike Steffens, Jan S. Addicks, Matthias Postina und Niels Streekmann, Hrsg., *MDD, SOA und IT-Management (MSI 2009)*, Seiten 17–31. Gito, 2009.
- [Sch72] U. Schubert. Der Management-Kreis. In *Management für alle Führungskräfte in Wirtschaft und Verwaltung*, Jgg. 1, Seiten 36–49. 1972.
- [Sch98] Reinhard Schütte. *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*, Jgg. 233. Gabler, Wiesbaden, 1998.
- [Sch02] August-Wilhelm Scheer. *ARIS – vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem*. Springer, Berlin, 4., durchges.. Auflage, 2002.
- [Tho06] Oliver Thomas. Das Referenzmodellverständnis in der Wirtschaftsinformatik: Historie, Literaturanalyse und Begriffsexplikation: Heft 187, Januar 2006.
- [UG07] Mathias Uslar und Fabian Grüning. Zur semantischen Interoperabilität in der Energiebranche: CIM IEC 61970. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 4(49):295–303, 2007.
- [URS<sup>+</sup>09] Mathias Uslar, Sebastian Rohjans, Tanja Schmedes, José M. González, Petra Beenken, Tobias Weidelt, Michael Specht, Christoph Mayer, Astrid Niese, Jens Kamenik, Claas Busemann, Karlheinz Schwarz und Franz Hein. Untersuchung des Normungsumfeldes zum BMWi-Förderschwerpunkt "e-Energy-IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft": Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 03.2009.
- [vB03] Jan vom Brocke. *Referenzmodellierung: Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen*, Jgg. 4. Logos, Berlin, 2003.