

Erweiterung des Common Information Model zur Modellierung von dezentralen Energieprodukten an einem regionalen Marktplatz

Michael Specht
OFFIS
Escherweg 2
26121 Oldenburg
Michael.Specht@offis.de

Dr. Andre Osterloh
BTC AG Oldenburg
Escherweg 5
26121 Oldenburg
Andre.Osterloh@btc-ag.com

Abstract: Durch den aktuellen Wandel der Energiewirtschaft von einer zentralen hin zu einer dezentralen Energieversorgung ergeben sich technische und konzeptuelle Herausforderungen, vor allem auch für die bisher verwendeten Standards und Normen. Prozesse der Geschäftsebene werden dabei vorrangig mit dem Common Information Model modelliert, welches momentan auf eine zentralisierte Stromversorgung und den dazugehörigen Stromprodukten basiert. Um Produkte auf einem dezentralen Markt abzubilden, ist es notwendig, den bisherigen Standard zu erweitern.

1 Einleitung

Durch das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderte E-Energy-Verbundvorhaben entstehen derzeit sechs Leuchtturmprojekte zur Demonstration möglicher Energieversorgungsszenarien in der Zukunft [Ba09]. Das Projekt eTelligence in der Modellregion Cuxhaven hat dabei als Ziel, eine zukunftsfähige und dezentralisierte Elektrizitätsversorgung zu entwickeln und die daraus entstehenden Konzepte, wie zum Beispiel regionale Marktplätze, zu realisieren.

Die lokalen Charakteristika eines regionalen Marktplatzes ermöglichen eine optimierte Bereitstellung von Elektrizität durch den Handel von innovativen Stromprodukten. Es bietet neuen Akteuren wie dezentralen Energieanlagen (DEA), Netzbetreibern bis hin zu Haushalten die Möglichkeit, sich aktiv an Handelsaktivitäten zu beteiligen. Die Anbindung der Teilnehmer erfolgt dabei über moderne Informations- und Kommunikationstechnologie, wobei die Anwendung standardisierter Kommunikation sowie automatisierter Geschäftsprozesse eine nahtlose Integration der Akteure garantieren soll.

Die bisher etablierten Standards in der Energiedomäne bieten dabei nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Modellierung eines solchen regionalen Marktplatzes und der damit einhergehenden Produkte. Damit ist es für eine effektive Integration notwendig, diese Standards zu erweitern und die Ergebnisse für die weitere Verwendung in den Standardisierungsprozess der entsprechenden Gremien einzubringen.

In dem Kontext der Energiewirtschaft wird den Standards IEC 61970/61968 für zukünftige Entwicklungen eine große Relevanz zugestanden wie auch den Studien [EP09] und [Us09] zu entnehmen ist. Aufgrund der in den Studien ausgesprochenen Empfehlungen wird dieser Kommunikationsstandard als Grundlage in dieser Arbeit verwendet.

2 Das Common Information Model (CIM)

Die IEC verantwortet seit 1996 das sogenannte CIM, Basis der Normenreihen IEC 61968 [IEC07] und IEC 61970 [IEC03], im Bereich der Standardisierung von Systemschnittstellen und Datenmodellen für die Netzführung und Integration von Anwendung in bestehende IT-Systemlandschaften von Energieversorgungsunternehmen. Das CIM ist unter anderem als ein Integrationsframework aufzufassen und hilft dabei, eine nahtlose Integration einer vertikalen Wertschöpfungskette durch Schnittstellen und Datenmodelle für Energiemanagementsysteme (EMS) zu definieren [IEC05]. Derzeit existieren drei große Anwendungsfälle für das CIM: Austausch von Netztopologiedaten, Kopplung von EVU-Systemen und XML-basierter Nachrichtenaustausch mit CIM-Semantik innerhalb einer SOA (serviceorientierte Architektur).

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf dem XML-basierten Nachrichtenaustausch, um Stromprodukte an einem Markt anzubieten. Die Nutzdaten der Nachrichten basieren dabei auf ein fest definiertes UML Datenmodell, welches durch den Standard vorgegeben wird.

3 Mögliche handelbare Stromprodukte

Im Zuge der im Projekt durchgeführten Anforderungsanalyse wurden Stromprodukte gemäß [Ko09] ermittelt, die auf einem dezentralen Markt gehandelt werden können. Zunächst wurden Basisprodukte aus dem Bereich Wirk- bzw. Blindleistung identifiziert, um zu einem späteren Zeitpunkt auf dieser Grundlage komplexere Produkte mittels vorgegebener Verknüpfungen bilden zu können. Zusätzlich ist die Möglichkeit von Optionen geplant. Beim Optionsprodukt wird das Recht verkauft, für einen bestimmten Zeitraum Leistung abzurufen oder abzustoßen.

Mit Hilfe von Verknüpfungen ist es möglich, ein Produkt zu formalisieren, das den Verkauf von Blindleistung an den Verkauf von Wirkleistung bindet. Bei der zeitlichen Dimensionierung der Basisprodukte wurden 15-minütige Zeitblöcke gewählt, da dem vom Übertragungsnetzbetreiber benutzten Zeitraster für Fahrplananmeldungen entspricht.

Um die grundlegende Struktur der handelbaren Produkte zu beschreiben, wird eine kontextfreie Grammatik angewendet, da diese gut geeignet ist, rekursive Strukturen eindeutig zu modellieren. Anhand dieser Basis konnten die Anforderungen an das Datenmodell formal spezifiziert werden. Eine gut lesbare Einführung in kontextfreie Grammatiken zur Modellierung ist in [KB05] zu finden.

4 Modellierung von Produkten durch eine Kontextfreie Grammatik

Die vorgestellte Produktbeschreibung gliedert sich in zwei Teile. Zuerst werden Basisprodukte definiert, aus denen dann komplexere Produkte gebildet werden. Beispiel:

1. $X1 ::= \text{Definition von Basisprodukt1};$
2. $X2 ::= \text{Definition von Basisprodukt2};$
3. $V2[V1[X1, X2]; V2[X1]]$

In den Zeilen 1 und 2 werden Basisprodukte $X1$ und $X2$ definiert. In der Zeile 3 wird daraus mittels der Verknüpfungen $V1$ und $V2$ ein komplexes Produkt gebildet. Damit ist es möglich komplexere Stromprodukte wie Verschiebepotential zu formulieren oder den Verkauf von Blindleistung an den Verkauf von Wirkleistung zu binden.

4.1 Beschreibung der Basisprodukte

Es wird eine kontextfreie Grammatik $G_1 = (N, T, P, S)$ definiert. Die Mengen N , T und P sind implizit durch die Regeln gegeben. Die Terminale der Menge T werden **fett** dargestellt. Das Startsymbol ist Teil_1 . Regeln zur Erzeugung einer Zahl, von Preisen und Zeiten werden nicht angegeben. In den Regeln zu den Basisprodukten wird Wirkleistung mit WL und Blindleistung mit BL abgekürzt. Zu Nichtterminalen gleichlautende Terminale werden unterstrichen dargestellt. Die Basisprodukte werden erzeugt durch:

$\text{Teil}_1 \rightarrow \text{Definition}; \text{Teil}_1 | \text{Definition}, \text{Definition} \rightarrow \underline{X} \text{Zahl} ::= \text{Basisprodukt}$

$\text{Basisprodukt} \rightarrow \underline{WL} | \underline{BL} | \text{Option} \underline{WL} | \text{Option} \underline{BL}$

4.1.1 Wirkleistungsprodukte

Ein Wirkleistungsprodukt besteht aus einer Aktion, die beschreibt, ob das Produkt gekauft oder verkauft werden soll, einer Lieferzeit, die den Zeitpunkt beschreibt, wann das Produkt geliefert werden soll, einer Wirkleistungsdefinition, die die Menge und Art der Leistung beschreibt und einem Preis der Leistung pro Kilowattstunde.

$\underline{WL} \rightarrow (\underline{WL}; \text{Aktion}; \text{Lieferzeit}; \underline{WL} \text{def}; \text{PreisProkWh}), \text{Aktion} \rightarrow \text{Kaufen} | \text{Verkaufen}$

Die Wirkleistungsdefinition gibt die Menge der Leistung durch einen Maximal- bzw. Minimalwert in Kilowatt an. Es kann eine Lokalität angegeben werden, die charakterisiert, wo die Leistung geliefert bzw. abgenommen werden soll. Die Regeln zur Lokalität werden nicht angegeben. Weiterhin kann eine Herkunft der Leistung definiert werden, die die Art der Erzeugung beschreibt. Bei der Herkunft steht grün für regenerative Energien, rot für Kraftwärmekopplung, gelb für fossile Rohstoffe und grau für eine Kombination verschiedener Erzeugungsarten.

$\underline{WL} \text{def} \rightarrow \underline{WL} \text{Intervall} | \underline{WL} \text{Intervall}; \underline{WL} \text{Zusätze}, \underline{WL} \text{Intervall} \rightarrow \text{Zahl}; \text{Zahl}$

$\underline{WL} \text{Zusätze} \rightarrow \text{Lokalität} | \text{Herkunft} | \text{Lokalität}; \text{Herkunft}, \text{Herkunft} \rightarrow \text{rot} | \text{grün} | \text{gelb} | \text{grau}$

Bei einer Option auf Wirkleistung gibt Verfall an, wann die Option nicht mehr ausgeübt werden kann. Der Preis einer Option wird in Euro angegeben. Wird eine Option ausgeübt, dann ist vom Optionsnehmer zusätzlich der in dem Produkt angegebene Preis pro Kilowattstunde zu zahlen. Die Lieferzeit gibt den Zeitpunkt, an wann die Leistung geliefert werden soll.

OptionWL → (**OptionWL**; Aktion; Verfall; Preis; Lieferzeit; WLdef; PreisProkWh)

4.1.2 Blindleistungsprodukte

Analog zur Wirkleistung besteht ein Blindleistungsprodukt aus einer Aktion und einer Lieferzeit. Die Angabe einer Lokalität ist hier zwingend, da Blindleistung nur lokale Wirkung besitzt. Das Leistungsintervall gibt die minimale bzw. maximale Menge und die Art der Blindleistung an, der Preis wird in Euro pro kVarh angegeben. Das Optionsprodukt für Blindleistung ist analog zur Wirkleistung definiert.

BL → (**BL**; Aktion; Lieferzeit; Lokalität; BLintervall; PreisProkVarh)

BLintervall → Zahl{BLart}:Zahl{BLart}, BLart → **ind|kap**

4.2 Beschreibung der Komplexen Produkte

Wie im ersten Teil wird eine Grammatik angegeben. Das Startsymbol ist Teil₂. Aus den im ersten Teil definierten Variablen können mit fünf Verknüpfungen (Operatoren) komplexe Produkte gebildet werden. Die Basis bilden dabei Listen von Variablen auf die Operatoren angewendet werden. Zu einer mit einem Operator verknüpften Liste können optional Preisangaben formuliert werden. Diese Preisangabe dient zur Angabe von Preisen oder Erlösen, die in der unterliegende Liste mindestens erzielt bzw. maximal bezahlt werden sollen. Preisangaben in Euro, pro kWh und pro kVarh sind möglich.

Teil₂ → Operator[Teil₂liste] | Operator[Variablenliste] Preisfestlegung

Teil₂liste → Teil₂; Teil₂liste

Operator → **OP**₁ | **OP**₂:Zahl | **OP**₃:Zahl | **OP**₄:Zahl | **OP**₅:Zahl

Variablenliste → Variable; Variablenliste | Variable mit Variable → **X**Zahl

Einige der Operatoren besitzen einen zusätzlichen Parameter. Die Bedeutung der Operatoren bei der Anwendung auf eine Liste von Variablen:

OP₁: Alle Basisprodukte aus einer Liste sollen erfolgreich gehandelt werden.

OP₂:**x**: Mindestens **x** Basisprodukte aus einer Liste sollen erfolgreich gehandelt werden.

OP₃:**x**: Genau **x** Basisprodukte einer Liste sollen erfolgreich gehandelt werden.

OP₄:**x**: Min. die ersten **x** Basisprodukte einer Liste sollen erfolgreich gehandelt werden.

OP₅:**x**: Max **x** Basisprodukte aus einer Liste sollen erfolgreich gehandelt werden.

Eine Operation wird am Markt nur dann ausgeführt, wenn sie vollständig erfolgreich ausgeführt werden kann.

5 Verfahren zur Erweiterung des Datenmodells CIM

Auf Basis der vorhergehenden Arbeitsschritte und Analysen der Anforderungen, wird zunächst überprüft, ob eine Erweiterung des Modells erforderlich ist. Daraufhin wird ein Verfahren bestimmt, mit dem der bisherige Standard erweitert werden kann. Hierbei handelt es sich um eine bewährte Methode die von der CIM Usergroup empfohlen wird [Co09]. Die Erweiterung des Standards setzt voraus, dass überprüft wird, ob möglicherweise ähnliche oder gleiche Objekte bereits im Datenmodell vorhanden sind. Nach erfolgter Überprüfung stehen zwei Optionen zur Verfügung:

Fall 1: Sollte im Modell eine ähnliche Klasse mit Attributen, die denen des Zielobjekts entsprechen, existieren und sind bereits einige verwendbare Attribute vorhanden, wird diese Klasse gewählt und dient damit als Ursprung für eine Vererbung. Eine neue Klasse wird erstellt mit einer Namensgebung, die möglichst der Verwendung des Zielobjekts entspricht. Nach erfolgter Vererbung wird die Klasse mit den nötigen Attributen angereichert. Möglicherweise reichen auch die bisherigen Assoziationen nicht aus und müssen erweitert werden.

Fall 2: Im Gegensatz zum vorherigen Fall ist die Voraussetzung zur Anwendung die Abwesenheit von ähnlichen Klassen. In diesem Falle ist es notwendig, eine gänzlich neue Klasse ohne Vererbung zu erstellen und mit den nötigen Attributen zu versehen. Die Assoziationen müssen ebenso überprüft und nötigenfalls erstellt werden.

Bei der Namensgebung wird auf eine Kompatibilität zum Standard IEC 61968-14 „XML Naming and Design Rules“ [IEC08] geachtet. Das Ergebnis ist der Abbildung 1 zu entnehmen. Dieses UML-Modell zeigt das erweiterte Datenmodell auf Basis des CIM Standards. Um die geforderte Komplexität abbilden zu können, wird auf die rekursive Konstruktion aus der kontextfreien Grammatik zurückgegriffen. Die Klasse *ProductBidSet* kann sowohl sich selber als auch endgültige Produkte beinhalten. Dies gibt die Flexibilität, um noch nicht absehbare Produktverschachtelungen abzubilden. Zudem wurde das Attribut *operator* in die Klasse *ProductBidSet* modelliert, welches es erlaubt, verschiedene Verknüpfungseigenschaften abzubilden, wie z.B. „Alle aus einer Liste“.

6 Zusammenfassung

Durch die kontextfreie Grammatik war es möglich, widerspruchsfreie Anforderungen zu definieren um diese als Basis für Erweiterungen zu nutzen. Es wurde erstmalig gezeigt, dass das CIM für die Erweiterung, im Kontext eines regionalen Marktplatzes geeignet ist. Auch für zukünftige Erweiterungen sind sowohl das Modell, als auch die Methode anwendbar. Durch die so entstandenen Erweiterungen bleiben die bereits vorhandenen Elemente standardkonform und werden nur durch zusätzliche Informationen angereichert. Diese hier erstellte Erweiterung wurde im Projektkontext eTelligence implementiert und erfolgreich erprobt. Zu beachten wäre, dass es in vielen Teilbereichen des Datenmodells diverse Akteure in der Standardisierung gibt, welche gegensätzliche Vorstellungen vertreten. Somit kann nicht garantiert werden, dass alle ergänzten Erweiterungen in den Standard einfließen werden.

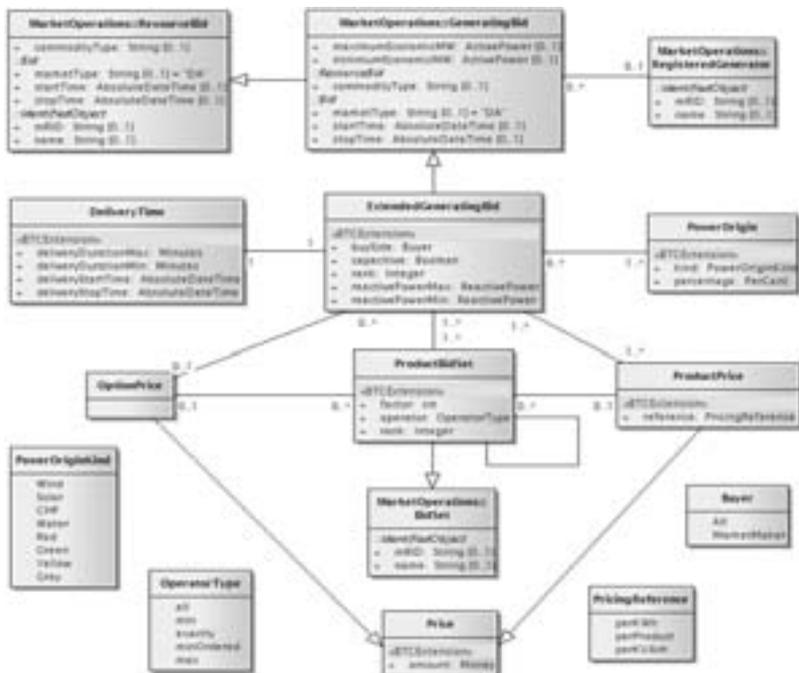


Abbildung 1:UML Diagramm der CIM Erweiterung

Danksagung: Das diesen Ausführungen zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01MR08007A gefördert. Weiterhin danken wir unseren Konsortialpartnern.

Literaturverzeichnis

- [Ba09] Bauknecht, D; Bischofs, L.; Erge, T.; Klose, T.; Krause, W.; Rüttinger, H.; Stadler, M.: Das Leuchtturmprojekt eTelligence, Energy 2.0 Juli 2009
- [Co09] Constable, B: Extending the IEC Common Information Model (CIM), Genval, 2009
- [EP09] Electric Power Research Institute: Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap, 2009, www.nist.gov/smartgrid/
- [IEC03] IEC 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common Information Model (CIM) Base. IEC (2003)
- [IEC05] IEC 61970-1 Ed. 1: Energy management system application program interface (EMS-API) - Part 1: Guidelines and general requirements IEC, 2005
- [IEC07] IEC 61968-11 and -12 System Interfaces for Distribution Management IEC, 2007
- [IEC08] IEC 61968-14: System Interfaces for distribution management - XML Naming and Design Rules IEC, 2008
- [KB05] Uwe Karstens, Hans Kleine Büning: Modellierung – Grundlagen und formale Methoden, Carl Hanser Verlag, 2005.
- [Ko09] Konstantin, P: Praxisbuch Energiewirtschaft: Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt, Springer Berlin, 2009
- [Us09] Uslar, M. et al.: Untersuchung des Normungsumfeldes zum BMWi-Förderschwerpunkt „e-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft“, 2009