



Standardkonforme Integration quelloffener Big Data-Lösungen
in existierende Netzeleitsysteme

Technische Dokumentation der Referenzarchitektur und der Schnittstellen

Editor

André Göring (OFFIS)

Contributors

Michael Brand (OFFIS), Jad Asswad (OFFIS), Patrick Bruns (OFFIS), Norman Ihle (OFFIS), Adrian Jimenez (OFFIS), Michael Specht (KISTERS), Carsten Saathoff (KISTERS), Bernd Grünefeld (KISTERS), Jörg Friebe (KISTERS), Tim Rasim (IMIS)

29. Mai , 2020

Revision 0.4

Versionsverlauf

Version	Datum	Autor	Beschreibung / Kommentare
0.1	2018-09-29	Andre Göring	Erzeugung des Dokuments und erste Version gemäß NetzDatenStrom Diskussionen. Eingeschränkt auf Client-Server-Communication und technischer Verbindungsauflbau der Zeitreihenanfragesprache.
0.3	2019-11-19	Andre Göring	Referenzarchitektur hinzugefügt.
0.4	2020-05-25	Andre Göring	Schnittstellenprofilierung, RabbitMQ-Vermittlung für Publish-Subscribe beschrieben. Thema eingeleitet und zusammengefasst.

Inhalt

1	Einführung	1
2	Referenzarchitektur	2
2.1	Datenflüsse.....	2
2.2	Komponenten und Schnittstellen	2
2.3	Technische Festlegungen	5
3	Schnittstellenprofilierung.....	9
3.1	Messwerte.....	10
3.2	Sollwerte	13
3.3	Smart Meter-Daten	14
3.4	Plausibilitäten und Ersatzwerte von Smart-Meter-Daten.....	17
3.5	Wetterdaten.....	20
3.6	CIM Header nach IEC 61968-100	22
4	Client-Server-Kommunikation	24
4.1	Nachrichtenübermittlung.....	24
4.1.1	Technologie RESTful Webservices	24
4.1.2	Adresse	24
4.1.3	POST-Nachrichten.....	24
4.1.3.1	POST-Anfrage.....	24
4.1.3.2	POST-Antwort	24
4.2	Anfragesprache	24
4.2.1	Technologie RESTful Webservices	24
4.2.2	Adresse	25
4.2.3	POST-Nachrichten.....	25
4.2.3.1	POST-Anfrage.....	25
4.2.3.2	POST-Antwort	25
5	Publish-Subscribe-Kommunikation	27
5.1	Measurement für Netzeitsystemmesswerte	28
5.2	SCADASetPointCommand für Netzeitsystemsollwerte	29
5.3	SmartMeter für Smart Meter Daten	29
5.4	SmartMeterPlausibility für Smart Meter Plausibilitäten	30
5.5	Weather für Wetterdaten	30
6	Zusammenfassung.....	32
7	Anhang	33
7.1	Schnittstellenanforderungen	33
7.2	Bewertungsmatrix Publish –Subscribe-Mechanismus	40
7.3	Webservice-Vermittlung	43
7.4	XSD-Schnittstellenprofil Measurement.....	47
7.5	XSD-Schnittstellenprofil SCADASetPointCommand	59
7.6	XSD-Schnittstellenprofil SmartMeter.....	77
7.7	XSD-Schnittstellenprofil SmartMeterPlausibility	95
7.8	XSD-Schnittstellenprofil Weather	113
7.9	CIM-Beispielnachricht mit Messwerten und Header	119

1 Einführung

Im Projekt NetzDatenStrom sollen Möglichkeiten und Vorteile eines offenen Referenzarchitekturkonzeptes für eine funktionale Kopplung von mächtigen – in anderen Anwendungsbereichen bereits etablierten – Big Data-Komponenten an existierende Leitsysteme untersucht und exemplarisch demonstriert werden. Die Referenzarchitektur bildet die Grundlage für die technische Anbindung von Big-Data-Modulen, welche in weiteren Arbeitspakten des Projekts in konkreten Anwendungsfällen beispielhaft integriert werden. Die Anwendungsfälle liegen zum Zeitpunkt der Referenzarchitekturentwicklung bereits vor. Zur Erstellung der Referenzarchitektur wird eine Technologieauswahl sowohl für die Schnittstellentechnologien als auch für Referenzarchitektur selbst benötigt und basierend auf der Anforderungserhebung der Anwendungsfälle durchgeführt. Der spezielle Fokus der Berücksichtigung von Security-Aspekten (Verfügbarkeit, Vertraulichkeit, Integrität) und “Security-by-Design” – die Erarbeitung von Security-Vorgaben, die von den Komponenten (OSS und Closed Source) eingehalten werden müssen – findet sich in der Dokumentation zum Arbeitspaket 8.2.

Das vorliegende Dokument beschreibt die entwickelte Referenzarchitektur des Gesamtsystems in Abschnitt 2. Anschließend werden in Abschnitt 3 Schnittstellenprofile für den Datenaustausch zwischen den anzubindenden Komponenten mit dem Ziel definiert, die Kombinierbarkeit von Big Data-Komponenten unterschiedlicher Entwickler und Hersteller mit (kommerziellen) State-of-the-Art-Netzleitsystemen zu erreichen. Für den technischen Verbindungsaufbau werden nötige Parameter für eine Client-Server-Kommunikation sowohl für die Datenübermittlung als auch die Datenabfrage mittels der parallel entwickelten Zeitreihenanfragesprache in Abschnitt 4 festgelegt. Der technische Verbindungsaufbau für Event-Nachrichten mittels Publish-Subscribe-Mechanismus wird in Abschnitt 5 beschrieben.

2 Referenzarchitektur

2.1 Datenflüsse

Im Projekt NetzDatenStrom werden drei wesentliche Datenquellen in Betracht gezogen:

- Daten aus der Mittelspannungsebene (im Format IEC 60870-5-104)
- Daten aus dem Bereich der Niederspannung (im Format DLMS / COSEM IEC 62056)
- Zusätzliche heterogene Daten aus unterschiedlichen Quellen (z.B. Wetterdaten)

NetzDatenStrom verwendet dabei ein zukünftiges Ausbauszenario für den Niederspannungsbereich (100% Smart Meter im Feld für Verbraucher und Erzeugungsanlagen). Diese Daten werden über eine Integrationsschicht in eine Big Data Komponente geschrieben und zum Teil aggregiert an das Leitsystem weitergesendet und dort visualisiert. Alle Rohdaten werden an die sogenannte Big Data-Komponente weitergeleitet. Diese übernimmt Aufgaben der Plausibilisierung von Daten und speichert diese effizient ab. Eine Auswertung erfolgt in einer Störungs- sowie Plausibilitätsvisualisierung für die Niederspannung (siehe Abbildung 1).

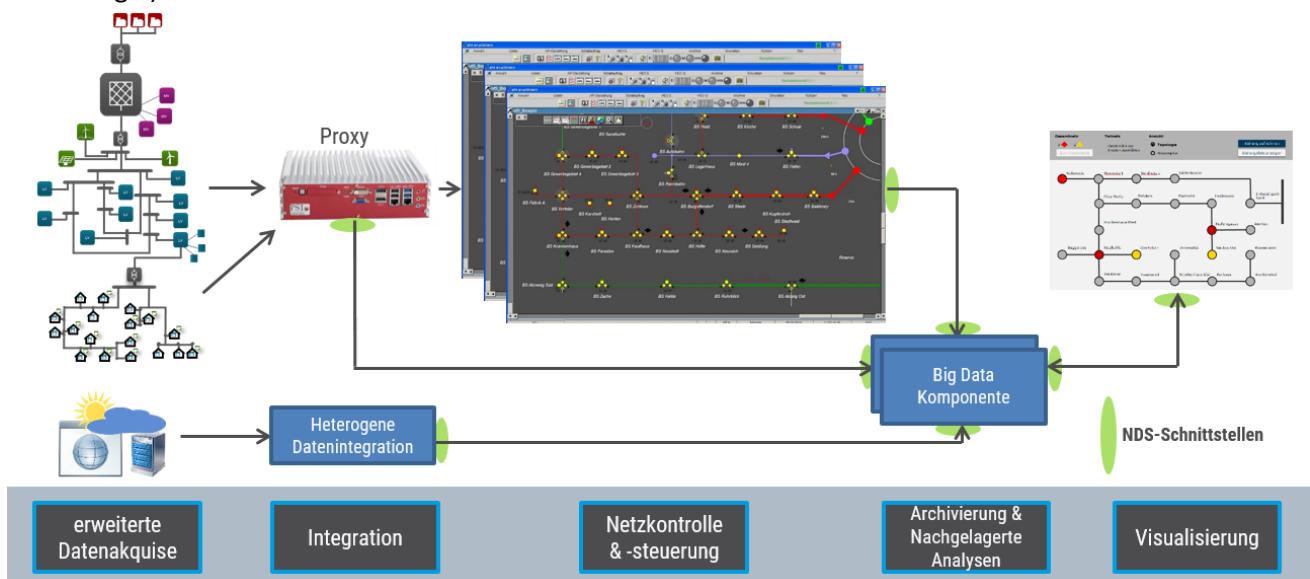


Abbildung 1: NDS Datenflüsse

2.2 Komponenten und Schnittstellen

Die für die NetzDatenStrom-Referenzarchitektur nötigen Komponenten und Schnittstellen für einen Laboraufbau sind in Abbildung 2 für den Einsatz mit einem Netzteilsystem (NLS) und einem Big Data-Archiv dargestellt. Netzteilsystem und Big Data Archiv sind hier Platzhalter für das PSI Control, KISTERS Control Star und BTC Prins (letzteres fiel im Projektverlauf aufgrund des Ausscheidens der BTC weg) beziehungsweise für das KISTERS KiBiD und das Open Source Big Data Archiv. Zu Testzwecken wird auch der Proxy als Platzhalter einmal mit dem PSI Hardware Proxy und einmal als Open Source Software Proxy eingesetzt. Die Auflistung aller betrachteter Schnittstellen und ihrer Anforderungen aus den gewählten Anwendungsfällen findet sich in Anhang 7.1.

Die Schnittstelleneinfärbung im Komponentenschaubild erfolgt nach folgendem Schema:

- Hellblau: Schnittstellen, die bereits definiert sind und wiederverwendet werden sollen
- Orange: Schnittstellen, die im Rahmen der Entwicklung des openKONSEQUENZ-Moduls CIM Cache 2 (TDM & ADM) unter Berücksichtigung der Anforderungen von NetzDatenStrom nach Absprache entstanden sind und eine Wiederverwendung des CIM Caches erlauben.

- Grün: Komponentenspezifische Schnittstellen, die für die innere Kommunikation in Komponenten benötigt werden und deshalb für die übergreifende Referenzarchitektur zunächst ausgeblendet werden.
- Lila: Schnittstellen, die im Rahmen der Gesamtbetrachtung von Netzdatenstrom die unterschiedlichen Komponenten standardisiert verbinden sollen, um eine Austauschbarkeit der Komponenten zu gewährleisten. Diese Schnittstellen werden in diesem Dokument spezifiziert.

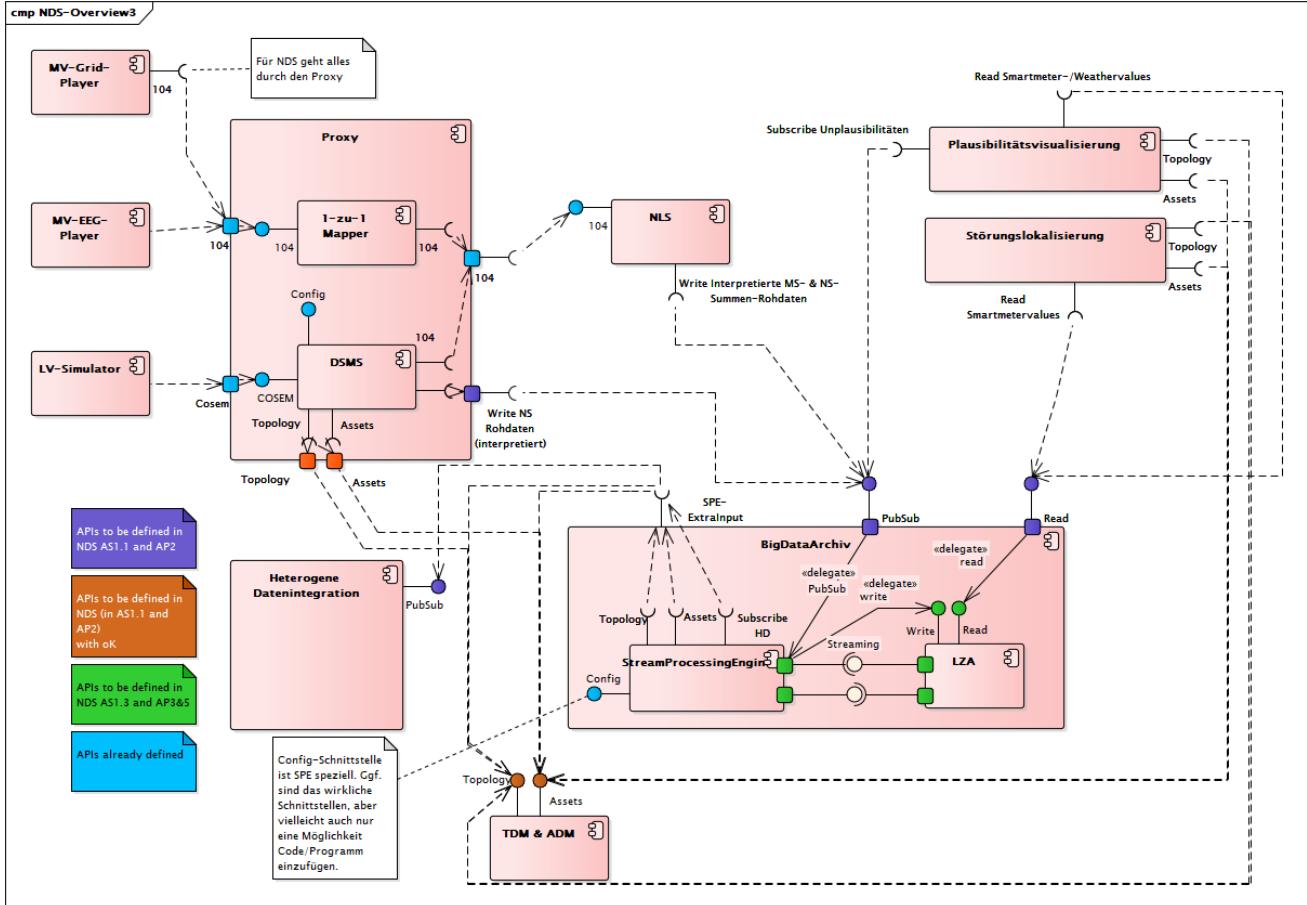


Abbildung 2: Komponentendiagramm für den Aufbau mit einem Netzleitsystem (NLS) und einem Big Data-Archiv und den im jeweiligen Arbeitspaket zu definierenden Schnittstellen.

Der Mittelspannungsdatenabspieler für Netzdaten (MV-Grid-Player) und der Mittelspannungsdatenabspieler für Daten erneuerbarer Energien (MV-EEG-Player) liefern Daten aus einem Mittelschnitt tatsächlicher Daten der EWE Netz GmbH für einen Netzausschnitt des EWE Netzes, welches anonymisiert wurde. Da die Aufzeichnung nicht getrennt zwischen Mittelspannungsnetzdaten und erneuerbare Energien erfolgte, werden die Daten auch aus einer Quelle eingespielt, sodass MV-EEG-Player und MV-Grid-Player zusammenfallen und alle Daten an den Proxy gehen. Diese Daten liegen als IEC 60870-5-104 (im Folgenden „IEC 104“ genannt beziehungsweise in der Abbildung als „104“ abgekürzt) vor und werden so auch in den Proxy gespielt. Die Schnittstellen sind bereits ausspezifiziert. Aus Sicherheitsgründen werden MV-EEG-Daten in einem Proxy aus ihren Datenpaketen ausgepackt und erneut verpackt, um versteckte, sicherheitskritische Nachrichteninhalte auszufiltern. Dies geschieht im 1-zu-1 Mapper.

Für den entsprechenden Netzausschnitt werden Niederspannungsdaten simuliert, um Smart Meter Werte für alle Verbraucher und Erzeuger zu erhalten. Die Daten aus der Niederspannungssimulation (LV-Simulator) werden mittels COSEM-Datenformat, welches für die Smart Meter- bzw. Smart Meter Gateway-Kommunikation spezifiziert ist, an den Proxy zur Vorverarbeitung weitergeleitet. Das Datenstrommanagementsystem (DSMS) aggregiert diese Daten zu Ortsnetzstationstransformatordaten. Dazu werden Informationen über die Niederspannungstopologie – welches Smart Meter ist welchem Ortsnetzstationstransformator zugeordnet – und die Assets – welches Smart Meter stellt Verbräuche und

welches welche Art von Erzeugung dar – mittels der mit openKONSEQUENZ für den CIM Cache 2 definierten Schnittstellen¹ eingebunden. Die Daten können für die Niederspannung in eine Instanz des openKONSEQUENZ CIM Caches (TDM & ADM) für das Topologie- und Asset-Datenmanagement eingespielt und von dort abgerufen werden. Die im Proxy aggregierten Ortsnetztransformatordaten werden wie die Mittelspannungsdaten aus dem Proxy mittels IEC 104er Schnittstelle an die Netzeleitsysteme (NLS) angebunden. So ist die Eingangsseite des Netzeleitsystems nicht neu zu spezifizieren. Dementsprechende Schnittstellen sind dort bereits vorhanden und müssen nur entsprechend konfiguriert werden. Zudem werden die Niederspannungsrohdaten mittels einer CIM-basierten Schnittstelle an das Big Data Archiv publiziert, sodass alle Niederspannungsdaten dort abgelegt werden können und zu späteren Zeitpunkten aggregierte Werte nachvollzogen werden können, oder mit den Niederspannungsdaten weitere Analysen durchgeführt werden können.

Die Netzeleitsysteme interpretieren die im IEC 104er Format binär codierten Mittelspannungsdaten und die zu Ortsnetztransformatordaten aggregierten Niederspannungsdaten anhand ihrer Konfiguration, um menschenlesbare Werte darzustellen zu können und mit den Werten weitere Berechnungen durchzuführen. Diese interpretierten Werte werden ebenfalls mittels einer CIM-basierten Schnittstelle an das Big Data Archiv publiziert, sodass dort alle Mittelspannungsmessdaten und Ortsnetztransformatordaten abgelegt werden können. Die Ortsnetztransformatordaten kommen also nicht aus ihrer Entstehungsquelle, dem Proxy, sondern aus dem Netzeleitsystem in das Big Data Archiv. Durch diese Vorgehensweise muss im Netzeleitsystem nicht zwischen Ortsnetztransformatordaten und anderen Mittelspannungswerten unterschieden werden. Alle im Netzeleitsystem interpretierten Messdaten können und sollen von dort an das Archiv publiziert werden.

Die heterogene Datenintegration stellt zudem heterogene Daten zur Verfügung. Diese werden in der Heterogenen Datenintegration selbst aus unterschiedlichen Quellen gesammelt. Die Anbindung an diese Quellen erfolgt je nach technischer Möglichkeit der Quellen. Die Anbindung ist also Quellenindividuell und nicht Gegenstand dieser Gesamtbetrachtung. Die in der heterogenen Datenintegration gesammelten Wetterdaten werden mittels einer CIM-basierten Schnittstelle an das Big Data Archiv publiziert, sodass diese dort abgelegt werden können, aber auch als Grundlage für weitere Berechnungen zur Verfügung stehen.

An dieser Stelle ist der innere Aufbau eines Big Data-Archivs nicht weiter relevant – und wird für das Open Source Archiv gesondert dokumentiert. Wichtig ist, dass das Archiv heterogene Daten, Niederspannungsmesswerte und die interpretierten Rohdaten aus dem Netzeleitsystem entgegennehmen und zur weiteren Verarbeitung auch Informationen aus dem oben bereits eingeführten TDM & ADM abfragen kann. Aufgrund dieser Daten erfolgt eine Plausibilisierung von Niederspannungsmesswerten anhand von Wetterdaten und anhand von historischen Daten. Nach Bestimmung der Plausibilität werden Eventnachrichten erzeugt. Informationen aus dem Big Data Archiv werden für die im Archiv erzeugten Eventnachrichten publiziert oder über eine spezielle Zeitreihen-Anfragesprache über eine Read-Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Die im Projekt NetzDatenStrom entwickelte Anfragesprache wird in der gesonderten Dokumentation zur Zeitreihen-Anfragesprache genauer vorgestellt. Diese ist allgemein für Zeitreihenarchive definiert und soll die Austauschbarkeit von ebensolchen Archiven erleichtern.

Eine einheitliche Konfigurationssprache beziehungsweise Konfigurationsschnittstelle (Config) für DSMS beziehungsweise StreamProcessingEngine aber auch für Archive erscheinen aus dem Projektkontext aufgrund der Unterschiedlichkeit der in der Praxis eingesetzten Varianten nicht sinnvoll (im Projekt) umsetzbar, sodass hier die jeweilig bereits vorhandene, individuelle Lösung Anwendung finden muss.

Die im Archiv abgelegten Niederspannungsdaten und berechneten Plausibilitäten können durch die Plausibilitätsvisualisierungskomponente und die Störungslokalisierungskomponente visualisiert werden. Dazu werden ebenfalls TDM & ADM über die oben angesprochenen Schnittstellen eingebunden.

¹ <https://wiki.openkonsequenz.de/Dom%C3%A4nen-API> – zuletzt abgerufen am 29.5.2020

2.3 Technische Festlegungen

Für die Auswahl von Kommunikationstechnologien wurden die genannten Schnittstellen gruppiert (siehe Spalte „Cluster“ in Anhang 7.1) und für jeden Cluster gemäß Tabelle 1 zu verwendende Technologien festgelegt.

Bestehende Übertragungsstandards für die Feldkommunikation (104er, COSEM) werden weiterverwendet. Eine entsprechende Schnittstellentechnologieauswahl entfällt hier. Spezialschnittstellen wie beispielsweise für die Konfiguration einzelner Werkzeuge werden – wie vorab bereits benannt – auch weiterverwendet, da sie Tool-individuell sind und Vereinheitlichung kaum möglich ist beziehungsweise kaum Sinn ergibt, da völlig unterschiedliche Parameter zu erwarten sind. Für das Versenden von Zeitreihendaten, also Messwerten, Sollwerten, Plausibilitätsdaten und Events erfolgt der Datenaustausch auf Basis des Common Information Model (CIM – IEC 61970, 61968, 62325), welches mit einem kanonischen Datenmodell Semantik und Syntax für Daten vorgibt. Die Daten sind per XML serialisiert zu übertragen. Für Zeitreihendaten wird sowohl die Möglichkeit vorgesehen, Webservice basiert auf RESTful Webservices als auch als Publish-Subscribe-Events Daten zu übermitteln. Die Schnittstellenkonformität der Daten kann mittels XSD validiert werden.

Anfragen hinsichtlich Zeitreihendaten an die Big-Data-Archive sollen über eine im Projekt spezifizierte Anfragesprache erfolgen. Der technische Verbindungsaufbau erfolgt mittels RESTful Webservices. Eine Validierung der Anfrage erfolgt im Parser der den Anfrage-String zerlegt. Für die Antworten auf solche Anfragen ist eine Validierung nicht möglich, beziehungsweise wäre so generisch, dass nur geprüft werden könnte, ob ein CSV-Format vorliegt. Eine inhaltliche Validierung ist nicht möglich, da die Anfragesprache generisch ist und dementsprechend unterschiedlichste Antworten geben kann.

Für Topologie- und Asset-Daten-Management (TDM beziehungsweise ADM) werden die bereits durch openKONSEQUENZ entwickelten TDM & ADM Module eingesetzt und deren Swagger-Spezifikation verwendet (CIM basiert, mittels REST als XML serialisiert).

Die sicherheitstechnische Kapselung der versendeten Daten wird in der Dokumentation zu Arbeitspaket 8.2 diskutiert und wird für den Demonstrationsaufbau nicht umgesetzt und bleibt an dieser Stelle offen.

Für den Publish-Subscribe-Mechanismus wurden verschiedene Technologien verglichen. Eine detaillierte Gegenüberstellung der berücksichtigten funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen und verschiedener Technologien findet sich im Anhang 7.2. Die Tabelle umfasst die Gewichtung der Anforderungen nach Priorität für das Projekt und die Experteneinschätzung des Erfüllungsgrades von Anforderungen einzelner vergleichener Technologien. Dabei stellte sich heraus, dass die führenden Technologien Kafka und RabbitMQ fast gleichauf liegen. Kafka übt jedoch größeren Einfluss auf die Systemlandschaft der Verwender aus als das leichtgewichtige RabbitMQ. RabbitMQ kann einen Nachteil im Datendurchsatz aufweisen der hier jedoch in Kauf genommen wird, da RabbitMQ den Overhead für die (angenommene) Vielzahl von Modulen, die nur hin und wieder Benachrichtigungen empfangen geringer hält. Deshalb wird RabbitMQ mit AMQP als Publish-Subscribe-Mechanismus verwendet. Falls zukünftig ein extrem hoher Publish-Subscribe Datenverkehr auftritt, so könnte die Nutzung von Kafka in diesen Bereichen sinnvoll sein.

Für die Vermittlung von Webservice-Daten wurden verschiedene Technologien verglichen. Eine detaillierte Gegenüberstellung der berücksichtigten funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen und verschiedener Technologien findet sich im Anhang 7.3. Die Tabelle umfasst die Gewichtung der Anforderungen nach Priorität für das Projekt und die Experteneinschätzung des Erfüllungsgrades von Anforderungen einzelner vergleichener Technologien. Die verschiedenen Technologien unterscheiden sich nicht fundamental. Bei Energieversorgern werden unterschiedliche Vorgehensweisen vorzufinden sein. Der vorab diskutierte Einsatz eines Enterprise Service Buses wurde zugunsten einer Lösung mit dezentralen Proxies aufgegeben, da letzterer Ansatz keiner anderen Lösungsmöglichkeit den Weg verbaut. Sind zukünftig viele Module im Betrieb, könnte durch eine dezentrale Service Discovery eine Erleichterung bei der Wartung erfolgen. Dieses kann aber mit wenig Aufwand nachimplementiert werden, sodass im Projekt davon abgesehen werden soll.

Der technische Aufbau von Einzelkomponenten wurde zugunsten einer Service-orientierten Software-Landschaft mit Micro Services nicht über Schnittstellenvorgaben weiter eingeschränkt. So soll Entwicklern

eine große Freiheit bei der Wahl der eingesetzten Komponenten ermöglicht werden, um Problemstellungen nicht durch technische Vorgaben von vornherein weiter zu verkomplizieren und die Verwendung neuer Technologien nicht zu verhindern. Die Auswahl eingesetzter Komponenten und Bibliotheken sollte jedoch mit Bedacht erfolgen. Die Weiterentwicklung von Modulen für den zukünftigen Einsatz im kommerziellen Umfeld sollte jedoch durch verwendete externe Open Source-Bibliotheken beziehungsweise deren Lizenzen nicht ver-/behindert werden.

Für das Deployment von Modulen in die Evaluationslandschaft wurde für die Containerisierung Docker zur Verwendung – wo sinnvoll möglich – festgelegt.

Cluster	Schnittstellen	Async vs. Sync	Paradigma	generisch vs. Fachbezogen	Sprache/ Semantik	Übertragungsart	Übertragungsformat	Technische Schnittstellen beschreibung/ Validierung	Bemerkung
BDA-Anfrage	Anfragen an BDA	sync	Webservices	generisch (Zeitreihen-Anfrage)		REST		Parser	Siehe Zeitreihen-Anfragesprachen-Definition
BDA-Antwort	Antworten auf Anfragen ans BDA	sync	Webservices	generisch		REST	CSV	nicht möglich	Siehe Anfragesprachendefinition
Zeitreihen-Write	Wetterdaten, MS-Daten, NS-Daten, (Un-)plausibilitätswert	sync/async	Webservices / Publish-Subscribe	generisch	CIM	Webservices: REST bzw. Publish-Subscribe	XML	XSD	
Sicherheits-Anfragen	Anfragen bzgl. Authentication und Authorization	offen	offen	offen	offen	offen			Für Demonstrator offen. Siehe Bericht zum AP 8.2
Sicherheits-Envelope	Layer für Security-Tokens	offen	offen	offen	offen	offen			Für Demonstrator offen. Siehe Bericht zum AP 8.2
Publish-Subscribe-Event	HD-Werte, Unplausibilitäten, ggf. Topologieupdate-Hinweise?	async	Publish-Subscribe	generisch	CIM	Publish-Subscribe	XML	XSD	
TDM-	Anfragen an	sync	Webservices	generisch	CIM	REST	XML	Swagger	wie oK

Anfrage	TDM			Topologie	basiert				
TDM- Antwort	Topologien für NS- Störungsloka lisierung und Zuordnung von Smart Metern zu Ortsnetztran sformatoren	sync	Webservices	generisch Topologie - RDF	CIM	REST	XML	Swagger	wie oK
ADM- Anfrage	Anfragen an ADM	sync	Webservices	bisher sowohl fachbezoge n als generisch bei Assets.	CIM basiert	REST	XML	Swagger	wie oK
ADM- Antwort	Smart Meter/Leitun gs-/Knoten- Lokalisierung	sync	Webservices	bisher sowohl fachbezoge n als generisch bei Assets.	CIM	REST	XML	Swagger	wie oK
104er									Wie Standard
COSEM									Wie Standard
Proprietär									Wie gehabt

Tabelle 1: Schnittstellencluster und zu verwendende Technologien

3 Schnittstellenprofilierung

Da größtenteils bestehende Kommunikationsstandards beziehungsweise etablierte Kommunikationsmethoden genutzt werden, sind nur wenige Schnittstellen von Grund auf neu zu definieren. Diese sind in der Abbildung 2 lila gefärbt. Die Anfragesprache der in der Abbildung als „Read“ bezeichneten Schnittstelle der Big Data-Archive wird in der Dokumentation zur Anfragesprache gesondert festgehalten.

An dieser Stelle bleiben deshalb nur folgende Schnittstellen zu definieren:

1. Messwerte aus den Netzeleitsystemen in Big Data Archive
2. Sollwerte aus den Netzeleitsystemen
3. Smart Meter-Messwerte vom Proxy
4. Plausibilitäten und Ersatzwerte von Smart-Meter-Daten
5. Wetterdaten der Heterogenen Datenkomponente

Es wurde festgelegt, dass diese Daten durch die benannten Quellsysteme interpretiert werden sollen und in einem neuen Format an das Big Data-Archiv zu übermitteln sind, sodass die Interpretation von Sensordaten nur in der ersten Instanz, die diese Daten einbindet erfolgen muss. So muss eine Konfiguration der Interpretation nicht an unterschiedlicher Stelle erfolgen und unterschiedliche Konfigurationen beziehungsweise Konfigurationsfehler verschiedener nachgelagerter Instanzen werden vermieden. Zudem sind Daten einheitlich im Big Data Archiv abzulegen und erfordern auch keine weitere Interpretation von Nutzern dieser Daten, sodass die Übertragung von Konfigurationen zwischen Systemen entfällt.

Für die benannten Schnittstellen wurde festgelegt, dass diese auf dem Datenmodell des Common Information Model (CIM) der IEC 61970, IEC 61968, IEC 62325 Normenreihe basieren sollen. Hier wird die zum Erstellungszeitpunkt der Profile aktuellste, vorliegende, vorläufige Modellversion iec61970cim17v23_iec61968cim13v11_iec62325cim03v17 verwendet in welcher bereits die Abbildung von Wetterdaten integriert ist. Dies erfolgt mit dem Gedanken, proprietäre Umsetzungen weitestgehend zu vermeiden und größtmögliche Übereinstimmungen mit den ebenfalls auf CIM Version 17 basierenden Topologie- sowie Asset-Datenmanagement-Schnittstellen sicherzustellen.

Die Vorgehensweise, die für alle genannten Schnittstellen eingesetzt wurde, wird im Folgenden vorgestellt.

Zunächst wurden die zu übermittelnden Daten für jede Schnittstelle tabellarisch erfasst und beschrieben. Anschließend wurde ein CIM-Mapping durchgeführt, bei dem die zu übertragenden Datenfelder aus dem CIM Datenmodell herausgesucht wurden. Dabei wurde eine mögliche Verallgemeinerung der Schnittstellendefinitionen vorgenommen, um die Komplexität verschiedener Schnittstellen zu reduzieren und eine Vielzahl von Daten auf gleiche Weise übertragen zu können. Dies trägt dazu bei, dass unterschiedliche Daten gleichzeitig in Nachrichten gesammelt übertragen werden können. Dadurch lässt sich eine Flut an Einzelnachrichten vermeiden, die den Netzwerk-Traffic erhöhen und zudem sowohl auf Senderseite als auch auf Empfängerseite zu Ressourcen-Engpässen führen könnten, die insbesondere im Big Data-Umfeld zu vermeiden sind.

Für die Schnittstellendefinition und Validierbarkeit von Schnittstellendaten wurden Schnittstellenprofile erzeugt. Diese beschreiben in einem Datenmodell, welche Daten über die Schnittstelle ausgetauscht werden können und welcher Semantik und Syntax die Daten unterliegen. Diese Schnittstellenprofile sind dabei Ausschnitte aus dem übergeordneten CIM-Datenmodell, welches die grundlegende Semantik und Syntax vorgibt und zur Erfüllung der Anforderungen an geeigneter Stelle erweitert wurde.

Für diese Profile wurden XSD-Schemata erzeugt, die die auszutauschenden Daten technisch beschreiben. Als Austauschformat für die Daten wird XML festgelegt. Für eine standardkonforme Baumstruktur der serialisierten Daten wurde den Vorgaben der IEC 62361-100 gefolgt. Aufgrund des zur Profilierung verwendeten Toolings wird in der XSD als Präfix der Namespace „m“ verwendet. Die XML Nachrichten in denen Daten gemäß der Schnittstellenprofile ausgetauscht werden, sollen den Präfix „cim“ für die Namespaces verwenden. Eine Unterscheidung, ob originär CIM-Datenmodell Elemente verwendet wurden oder durch das Projekt Datenelemente hinzugefügt wurden, ist an dieser Stelle nicht ohne händischen, fehleranfälligen und immer wieder zu erledigenden Aufwand möglich, weshalb auf die Verwendung weiterer Namespaces verzichtet wird.

Die für die aufgelisteten Schnittstellen entsprechend erzeugten Artefakte finden sich in den nachfolgenden Unterabschnitten, in denen die einzelnen Schnittstellen detailliert beschrieben sind.

Zudem wurde für die unterschiedlichen Schnittstellen CIM Header / Envelopes gemäß IEC 61968-100 vorgegeben. Die entsprechenden Vorgaben finden sich im abschließenden Unterabschnitt.

Zur Übertragung sind je nach Charakter der Nachricht das Publish-Subscribe-Verfahren oder eine Client-Server-Kommunikation bei der Schnittstellendefinition vorgesehen. Entsprechende Details finden sich nachfolgend.

3.1 Messwerte

Die Übertragung von Messwerten aus Netzeleitsystemen an Big Data-Archive wurde für folgende Messwerttypen bedarf in den Anwendungsfällen festgestellt:

1. Strom
2. Spannung
3. Wirkleistung
4. Blindleistung
5. Aggregierte Ortsnetzstationsdaten
6. Zählung Bezug
7. Trafo-Stufe
8. Kuppelschalter

Für diese wurden ihre Anforderungen jeweils tabellarisch erfasst und ein zusammenfassendes CIM-Mapping durchgeführt. Exemplarisch wird in Tabelle 2 die Detaillerfassung der Schnittstelle „Strom“ aufgeführt.

Tabelle 2: Detail-Erfassung der Anforderungen und CIM-Mapping für den Netzeleitsystem-Messwert ""Strom"" exemplarisch für Messwerte im Bereich Strom, Spannung, Wirkleistung, Blindleistung, aggregierte Ortsnetzstationsdaten, Zählung Bezug, Trafo-Stufe und Kuppelschalter.

CIM-Mapping	Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Bemerkung
PowerSystemResource.mrid	1	name_betriebsmittel	Name des Betriebsmittels, dem der Messwert zugeordnet ist	Der Begriff "Betriebsmittel" wurde hier als Oberbegriff gewählt und umfasst tatsächliche Netzbetriebsmittel (Trafos, Sammelschienen, Abgänge der Sammelschienen) und EE-Anlagen
AnalogValue.value	2	wert	Übermittelter Wert	kann nur positive Werte annehmen
Analog.unitSymbol	3	phys_einheit	A,	
AnalogValue.timestamp	4	zeitpunkt	Zeitstempel des Telegramms	Zu klären, ob das Format bei der Interpretation eines Telegramms eingesetzt wird
Beim Mapping neu hinzugefügte Anforderungen				
Analog.unitMultiplier	5	exponent	Exponent des Wertes zur Einheit (unitSymbol)	
Terminal.mrid	6	id des Anschlusses	Anschlusseite des Gerätes	
Analog.measurementType	7	Messart	Messart	Einschränkung von String auf ENUM ist vorgenommen worden
Analog.MeasurementValueQuality.status	8	Status	Status des Messwertes	Neu eingeführt in NDS
Analog.MeasurementValueQuality.statusdescription	9	Status-Beschreibung	Beschreibung des Status	Neu eingeführt in NDS

Analog.phases	10	Phase	Bei der Messung berücksichtigte Phasen	
---------------	----	-------	--	--

Der Ausschnitt des entsprechenden CIM-Datenmodells findet sich in Abbildung 3. Als Einstieg für die Messwertlokalisierung im Netz ist die PowerSystemResource zu nennen, an der der Messwert abgenommen wird.

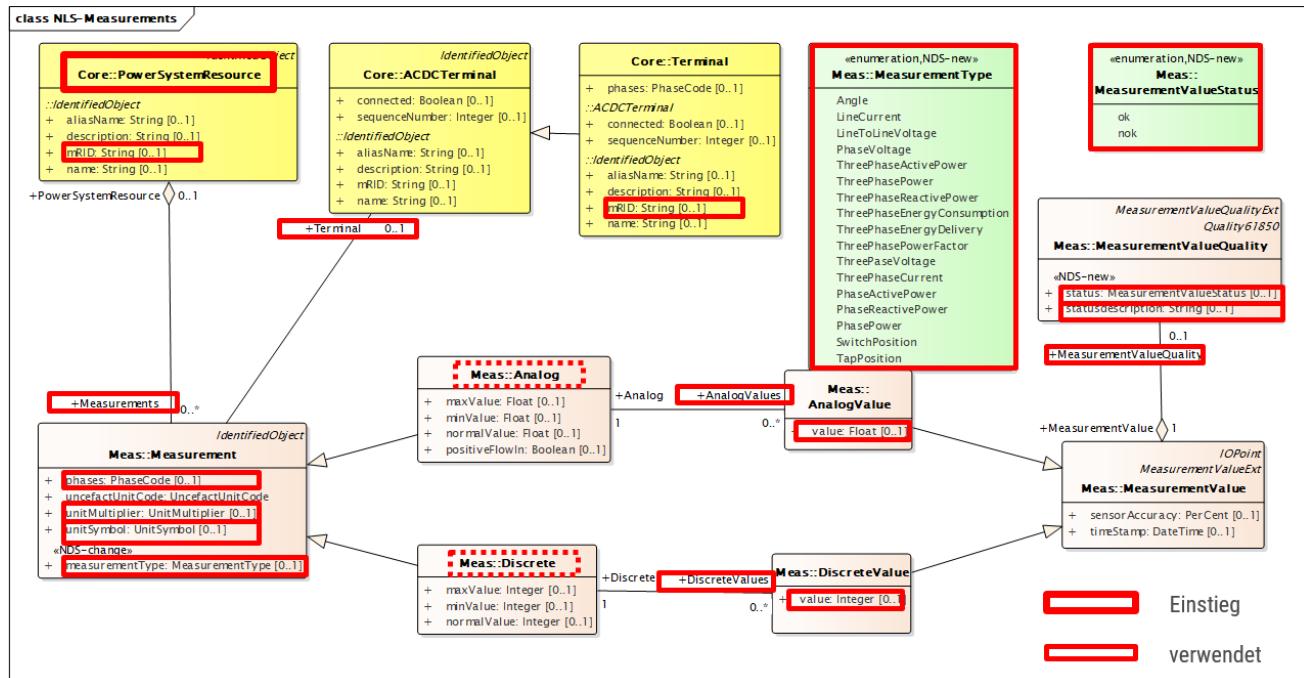


Abbildung 3: Ausschnitt des Messwerte-Profil aus dem CIM-Gesamtmodell als Klassendiagramm mit roter Markierung der verwendeten Elemente.

Die letzten beiden Messwerttypen (Trafo-Stufe, Kuppelschalter) sind als diskrete Messwerte (Discrete) und die anderen mit kontinuierlichem Wertebereich (Analog) zu übertragen. Dieser Wertebereich ist bei Strom, Spannung und Zählung Bezug für das im Projekt umgesetzte Netz positiv und bei Wirkleistung, Blindleistung und aggregierten Ortnetzstationsdaten sowohl positiv als auch negativ. Die Einschränkung des kontinuierlichen Wertebereichs wurde für eine allgemein verwendbare Schnittstelle jedoch nicht im Übertragungsformat berücksichtigt.

Der im ursprünglichen Datenmodell als offener String definierter MeasurementType wurde als Enumeration gemäß der Beschreibung zum MeasurementType des Entso-E CGMES 2.4.15 eingeschränkt. Diese Enumeration wurde für die Übermittlung weiterer im Beispielnetz existierender Messwerte zu den bestehenden Punkten Angle, LineCurrent, LineToLineVoltage, PhaseVoltage, ThreePhaseActivePower, ThreePhasePower, ThreePhaseReactivePower um die folgenden Möglichkeiten erweitert:

- ThreePhaseEnergyConsumption – für dreiphasige Energieaufnahme
- ThreePhaseEnergyDelivery – für dreiphasige Energielieferung
- ThreePhasePowerFactor – für dreiphasigen Leistungsfaktor
- PhaseActivePower – für phasenbezogene Wirkleistung
- PhaseReactivePower – für phasenbezogene Blindleistung
- PhasePower – für phasenbezogene Scheinleistung
- SwitchPosition – für diskrete Schalterpositionen
- TapPosition – für diskrete Trafostufenschalterpositionen

Darüber hinausgehende Informationen zur Netztopologie und Betriebsdaten, also beispielsweise an welcher Seite/Spannungsebene eines Transformators Daten erhoben werden sollen nicht im Zeitreihenarchiv abgelegt werden, sondern über die Topologie- beziehungsweise Asset-Datenmanagement-Module abfragbar

sein, da solche Informationen im Allgemeinen über die Zeit konstant bleiben und Redundanzen und unnötige Synchronisationsaufgaben vermieden werden.

Zudem wurde ein sehr einfacher, optionaler Mechanismus für die Übertragung der Qualität von Messdaten (MeasurementValueQuality) hinzugefügt mit den Attributen Status (status) mit der Ausprägung „okay“ (ok) beziehungsweise „nicht okay“ (nok) und einem String als Platzhalter für die Beschreibung des Status (statusdescription). Dies wurde so als größter gemeinsamer Nenner umgesetzt, da die beteiligten Netzteilsystemhersteller hier sehr unterschiedliche Ausprägungen nutzen, aber dennoch solche Qualitätsattribute gerne mit übersenden können möchten.

Aus dieser Elementauswahl wurde eine XSD erzeugt, laut der mindestens ein gemessener Messwert auch übertragen werden muss, damit keine inhaltlosen Nachrichten versendet werden. Eine Darstellung der XSD findet sich in Abbildung 4. Der Zweig „Discrete“ wurde für eine bessere Abbildbarkeit eingeklappt, enthält aber bis auf ein DiscreteValue statt des AnalogValue die gleichen Elemente wie der Zweig „Analog“. Die entsprechende XSD findet sich in Anhang 7.4.

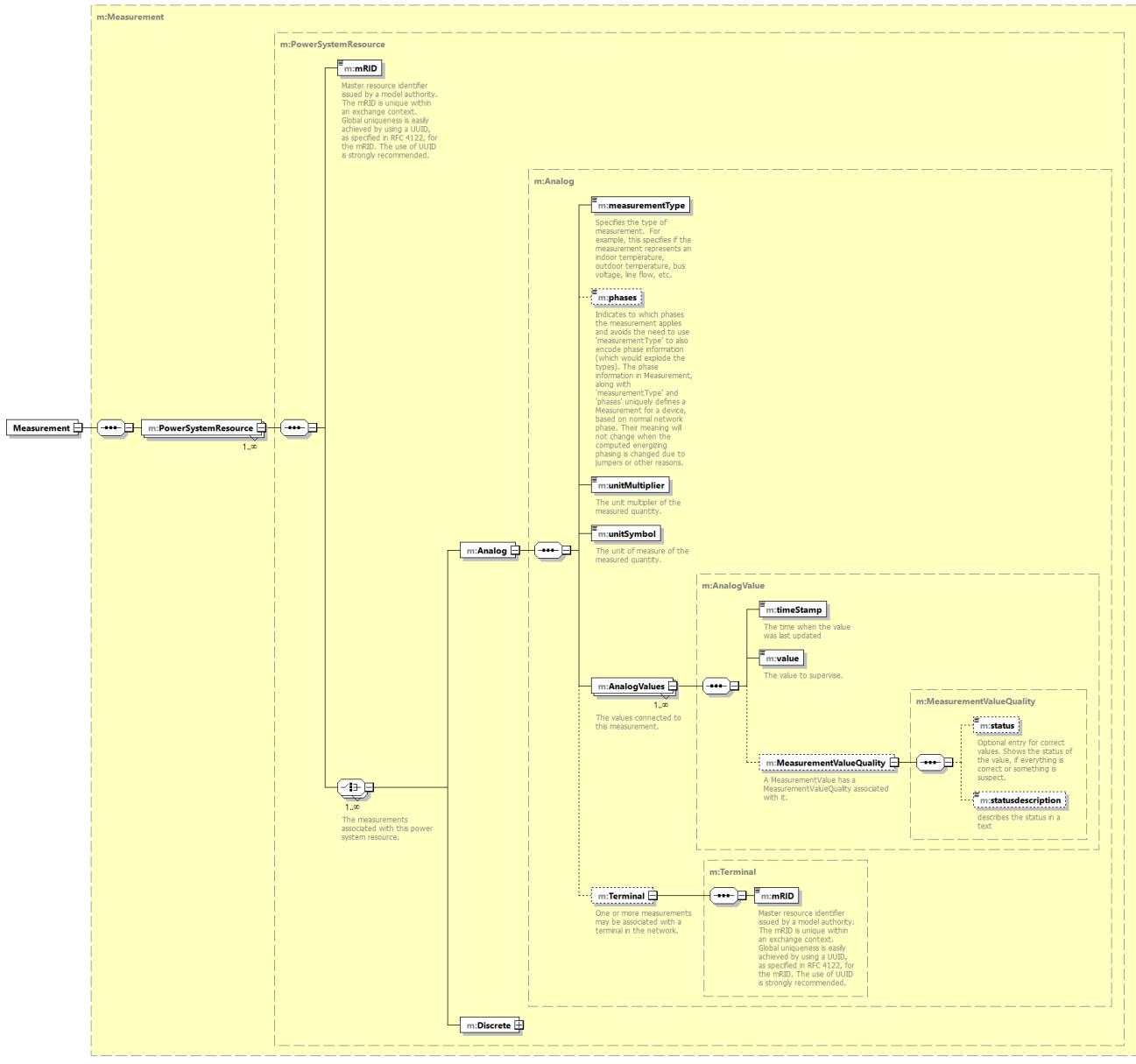


Abbildung 4: XSD-Visualisierung des Schnittstellenprofils für Energienetz-bezogene Messwerte (Measurement).

3.2 Sollwerte

Die Übertragung von Sollwerten erfolgt analog zu denen der Messwerte. Die entsprechende Tabelle 3 listet die erhobenen Anforderungen auf.

Tabelle 3: Detail-Erfassung der Anforderungen und CIM-Mapping für Sollwerte exemplarisch am Beispiel für Erneuerbare Energie-Anlagen.

CIM-Mapping	Nr	Bezeichnung	Beschreibung	Bemerkung
entfällt - Information im TDM	1	name_trafo	Name des Trafos, zu dem die Anlage gehört	
PowerSystemResource.mrid	2	name_EE	Name der EE Anlage	
Command.value (Alternativ: SetPoint.value)	3	sollwert	Vorgegebener Sollwert	Klassische Sollwerte, genauere Steuerung wird aktuell noch nicht großflächig eingesetzt
Beim Mapping neu hinzugefügte Anforderungen				
Control.timeStamp	4	Zeitstempel	Zeitpunkt des Sollwertes	
Control.controlType	5	Controlltyp	EEG-Umschaltung 0-100%	
Control.unitMultiplier	6	Exponent	Exponent zur Einheit	
Control.unitSymbol	7	Einheit	Einheitssymbol	
Command.normalValue (Alternativ: SetPoint.value)	8	Normalwert	Wert ohne Eingriff	

Der Ausschnitt des entsprechenden CIM-Datenmodells findet sich in Abbildung 5. Als Einstieg für die Sollwertlokalisierung im Netz ist die PowerSystemResource zu nennen, an der der Sollwert vorliegen soll.

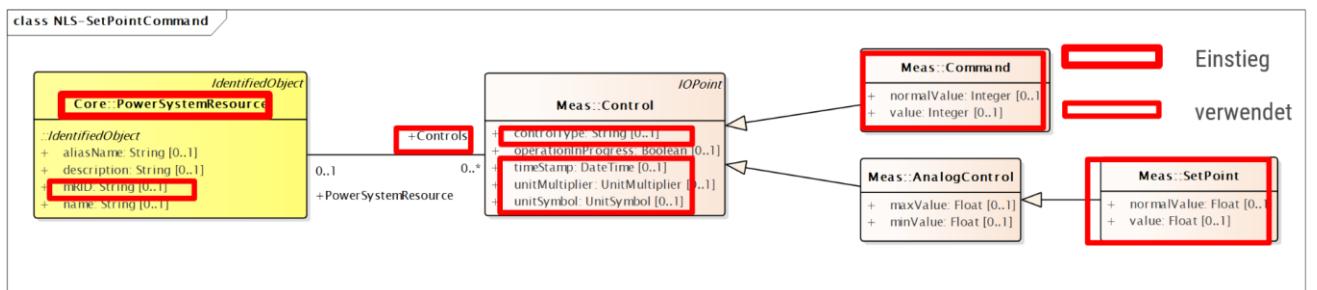
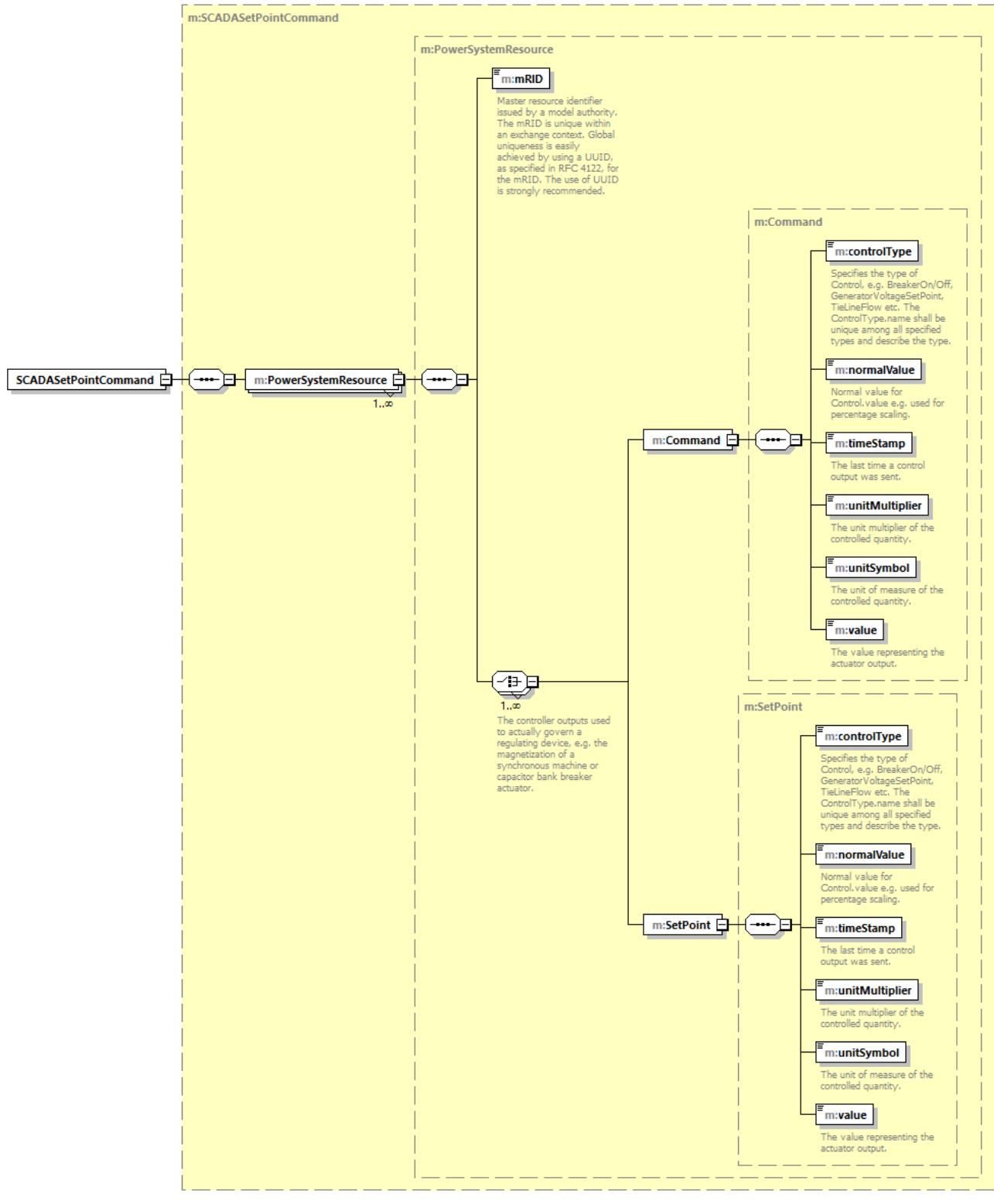


Abbildung 5: Ausschnitt des Sollwerte-Profil aus dem CIM-Gesamtmodell als Klassendiagramm mit roter Markierung der verwendeten Elementen.

Wie auch bei den Messwerten wird für Sollwerte zwischen diskreten Werten (Command) für Schalterstellungen oder Trafostufenschalter und kontinuierlichen Werten (SetPoint) unterschieden.

Aus dieser Elementauswahl wurde eine XSD erzeugt, laut der mindestens ein Sollwert auch übertragen werden muss, damit keine inhaltlosen Nachrichten versendet werden. Eine Darstellung der XSD findet sich in Abbildung 6. Die entsprechende XSD findet sich in Anhang 0.



Generated by XMLSpy

www.altova.com

Abbildung 6: XSD-Visualisierung des Schnittstellenprofils für Energienetz-bezogene Sollwerte (SCADASetPointCommand).

3.3 Smart Meter-Daten

Für die Übertragung von Smart Meter-Daten wurde ein Profil angelehnt an das IEC 61968-9 MeterReadings erstellt. Die entsprechenden Anforderungen sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4: Detail-Erfassung der Anforderungen und CIM-Mapping für Smart Meter Werte und Ersatzwerte.

CIM-Mapping	Nr	Bezeichnung	Beschreibung	Bemerkung
Reading.value	1	value	Zählerstand	In der COSEM-Spezifikation werden verschiedene Datentypen für dieses Feld angeboten. Jede COSEM-Klasse hat das Attribut "value" weshalb es auf die Generalisierung zurückzuführen ist.
readingtype.multiplier	2	scaler	Bestimmt die Skalierung des Wertes Beispiel: scaler=3; value=593; unit=30 (Wh) Ergibt: 593.000 Wh => 593 kWh	ggfs. muss das DSMS eine Interpretation vornehmen(siehe Seite 33 in Excerpt_BB11.pdf)
readingtype.unit	3	unit	W, V, usw.	ggfs. muss das DSMS eine Interpretation vornehmen(siehe Seite 35 in Excerpt_BB11.pdf)
Reading.timeStamp	4	capture_time	Zeitpunkt des Auslesens	Übertragung in Sekunden(Long) wäre auch möglich
-Entfällt -	5	status		Genaue Verwendung wird nicht beschrieben. Vermutlich Herstellerspezifische Codes. Status wird aktuell in der Simulation nicht verwendet (Default: 0).
-Entfällt- (Informationen werden im ADM vorgehalten)	6	logical_name	OBIS-Kennzahl (Enthält auch die Information, ob Bezug oder Verbrauch)	Die OBIS Kennzahl gibt aber nicht an welche Art von Erzeuger. Das müsste zusätzlich aufgenommen werden. Des Weiteren enthält die OBIS-Kennzahl die Messart (z.B. Zählerstand, Maximum), Informationen zum Tarif und was dort eigentlich gemessen wird (Elektrizität, Wasser, Gas).
meter.mrid	7	smartmeter_id	UUID Version 4	Die ID wird von der Simulation vergeben. Herstellerspezifisch kann es Unterschiede geben, die aber nicht in der Simulation abgebildet werden
ReadingQualityType.category	8	ersatzwert	Ersatzwertmarkierung mit Systemname des Ersatzwerterzeugers	Wird nur verwendet, falls es sich um einen Ersatzwert handelt.

Der Ausschnitt des entsprechenden CIM-Datenmodells findet sich in Abbildung 7. Als Einstieg wird das MeterReading verwendet, welches das Smart Meter im Netz über Meter.mrid lokalisiert und die Ablesung über Reading referenziert.

Falls für ein SmartMeter-Wert ein Ersatzwert gebildet wird, soll dieser in den normalen Platzhalter für den Wert eingetragen werden, aber zusätzlich eine Ersatzwertmarkierung für diesen Wert erfolgen, in dem in die ReadingQualityType.category der Systemname des Ersatzwertgebersystems eingetragen wird.

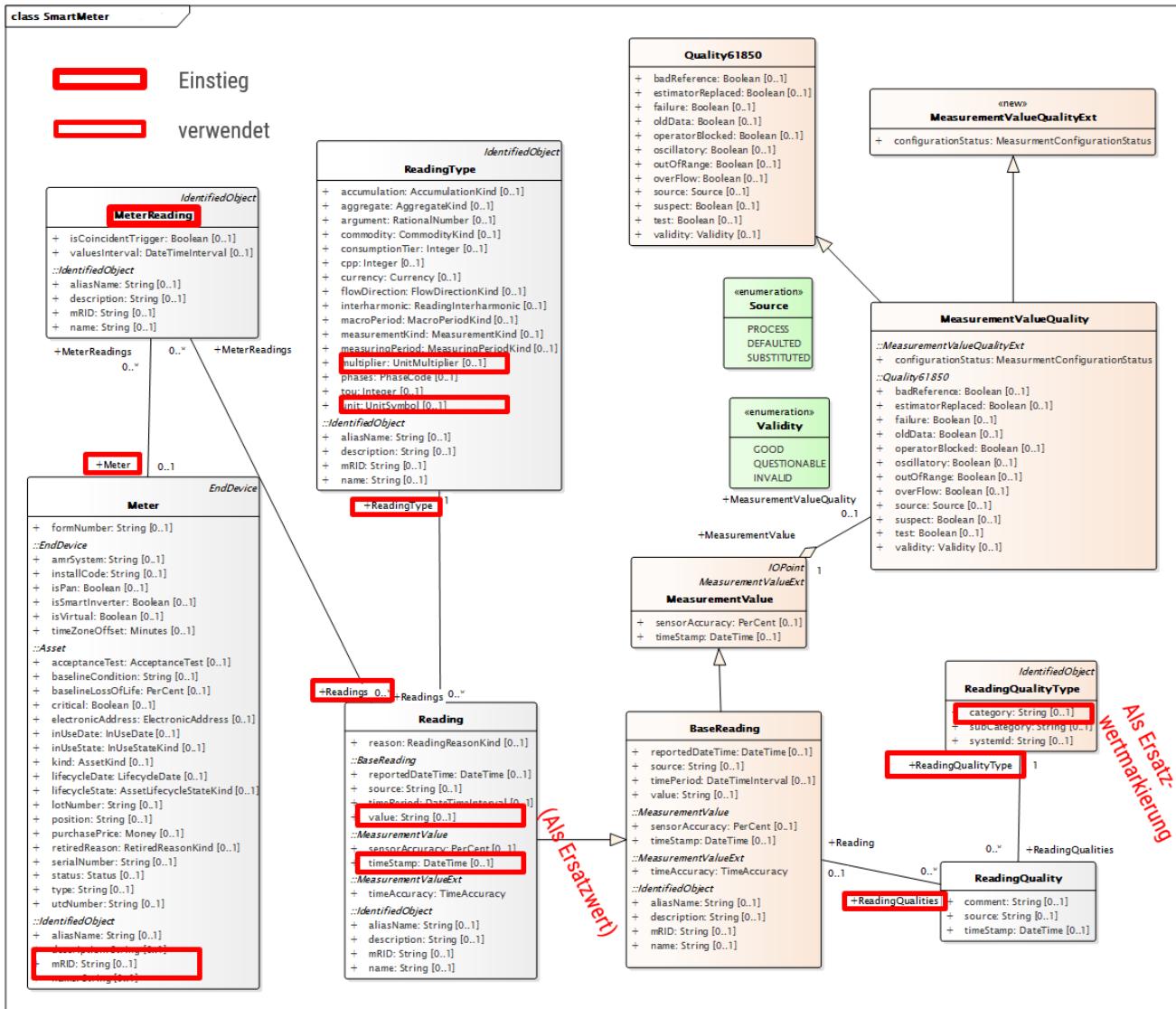
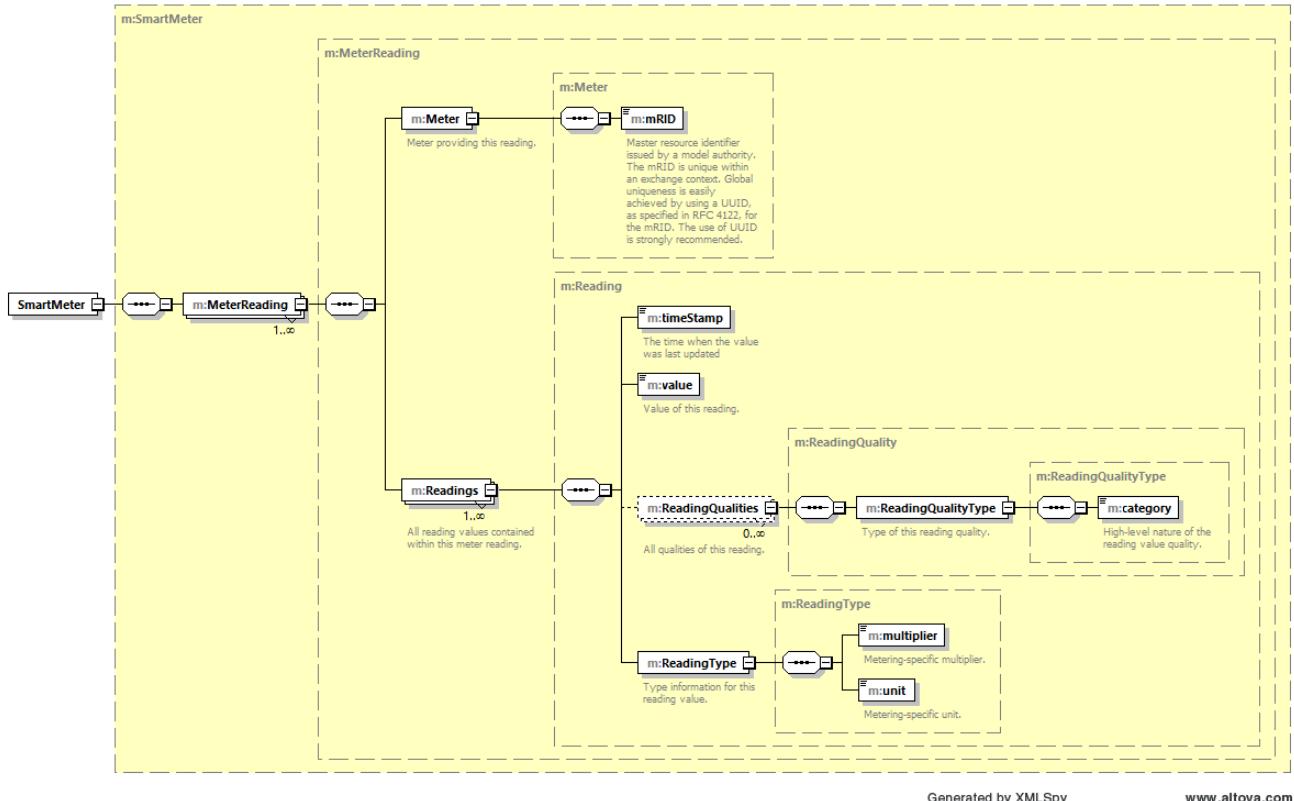


Abbildung 7: Ausschnitt des Smart Meter-Profil aus dem CIM-Gesamtmodell als Klassendiagramm mit roter Markierung der verwendeten Elemente.

Aus dieser Elementauswahl wurde eine XSD erzeugt, laut der mindestens eine Smart Meter-Ablesung auch übertragen werden muss, damit keine inhaltlosen Nachrichten versendet werden. Eine Darstellung der XSD findet sich in Abbildung 8. Die entsprechende XSD findet sich in Anhang 7.6.



Generated by XMLSpy

www.altova.com

Abbildung 8: XSD-Visualisierung für das Schnittstellenprofil für SmartMeter-Ablesungen und Ersatzwerte (SmartMeter).

3.4 Plausibilitäten und Ersatzwerte von Smart-Meter-Daten

Für die Übertragung von Plausibilitäten von Smart Meter-Daten wurde ein entsprechend an das Smart Meter-Profil angelehntes Profil erzeugt. Hierbei sollen die Plausibilitäten nicht nur direkt vom Quellsystem mit den Smart Meter Daten zu versenden sein. Auch nachträglich durch andere Systeme ermittelte Plausibilitäten sollen zu bestehenden Daten hinzuzufügen sein oder Ersatzwerte gesetzt werden können. Die entsprechenden Anforderungen sind in Tabelle 5 gesammelt aufgelistet.

Tabelle 5: Detail-Erfassung der Anforderungen und CIM-Mapping für Smart Meter Plausibilitäten und nachträgliche Ersatzwerte.

CIM-Mapping	Nr	Bezeichnung	Beschreibung	Bemerkung
meter.mrid	1	smartmeter_id	UUID Version 4	Die ID wird von der Simulation vergeben. Herstellerspezifisch kann es unterschiedlich geben, die aber nicht in der Simulation abgebildet werden
ReadingType.unit	2	logical_name	OBIS-Kennzahl (Enthält auch die Information, ob Bezug oder Verbrauch)	Die OBIS Kennzahl gibt aber nicht an, welche Art von Erzeuger. Das müsste zusätzlich aufgenommen werden. Des Weiteren enthält die OBIS-Kennzahl die Messart (z.B. Zählerstand, Maximum), Informationen zum Tarif und was dort eigentlich gemessen wird (Elektrizität, Wasser, Gas).
Reading.timeStamp	3	capture_time	Zeitpunkt des Auslesens	

readingQuality.timeStamp	4	processing_time	Datenverarbeitungsdatum / Transaktionsdatum für Plausibilisierungen / Ersatzwerte	
readingQuality.plausibilityValue	5	plausibility_value	Plausibilitätswert zwischen 0 (unplausibel) und 1 (plausibel)	Optional! Hier wird der Plausibilitäts-Wert angegeben, den die Plausibilisierung berechnet hat. Neu eingeführt in NDS
readingQuality.source	6	plausibility_origin	Ursprung des Wertes (Plausibilisierungsalgorithmus)	Optional! Hier wird die Quelle/der Algorithmus für die Plausibilisierung angegeben.
Reading.value (+ ReadingQualityType.category)	7	substitute_value	Ersatzwert für den ursprünglichen Wert der im Smart Meter abgelesen wurde	Optional! Falls ein Ersatzwert gesetzt werden soll. In der COSEM-Spezifikation werden verschiedene Datentypen für dieses Feld angeboten. Jede COSEM-Klasse hat das Attribut "value" weshalb es auf die Generalisierung zurückzuführen ist.
readingtype.multiplier (+ ReadingQualityType.category)	8	substitute_scaler	Bestimmt die Skalierung des Ersatzwertes Beispiel: scaler=3; value=593; unit=30 (Wh) Ergibt: 593.000 Wh => 593 kWh	Optional! Falls ein Ersatzwert gesetzt werden soll.

Der Ausschnitt des entsprechenden CIM-Datenmodells findet sich in Abbildung 9. Als Einstieg wird wie beim Smart Meter-Profil das MeterReading verwendet, welches das Smart Meter im Netz über Meter.mrid lokализiert und die Ablesung über Reading referenziert.

Durch die Angabe von Meter.mrid, ReadingType.unit, Readings.timestamp als Identifier (ID) kann eine bereits im Zielsystem existierende Smart Meter-Ablesung eindeutig referenziert werden, um die Daten mit Plausibilitäten anzureichern oder nachträglich Ersatzwerte zu setzen. Für eine Ersatzwertübermittlung ist die ReadingQualityType.category als Ersatzwertmarkierung zu setzen und der ReadingType.multiplier und Readings.value zu nennen.

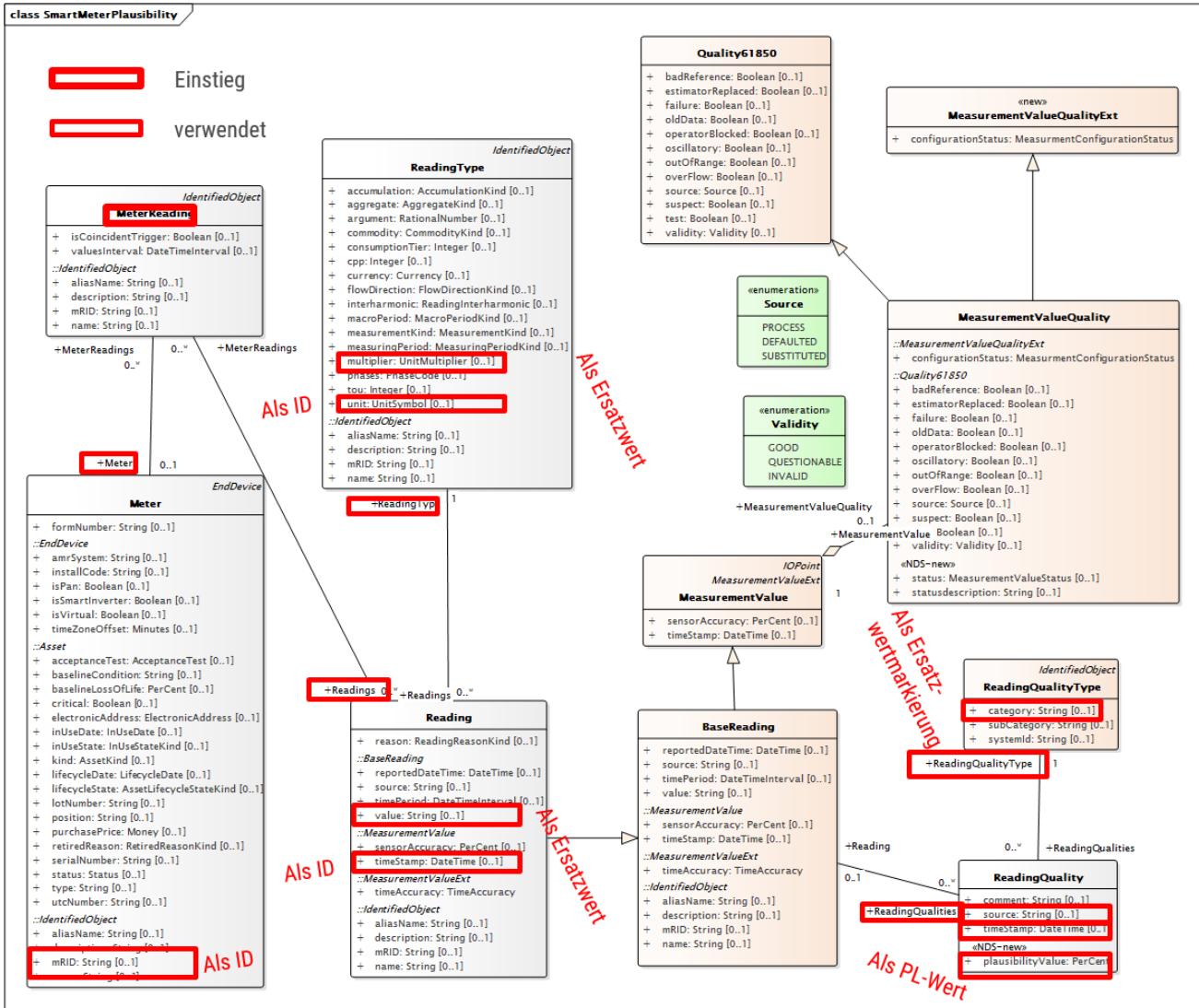
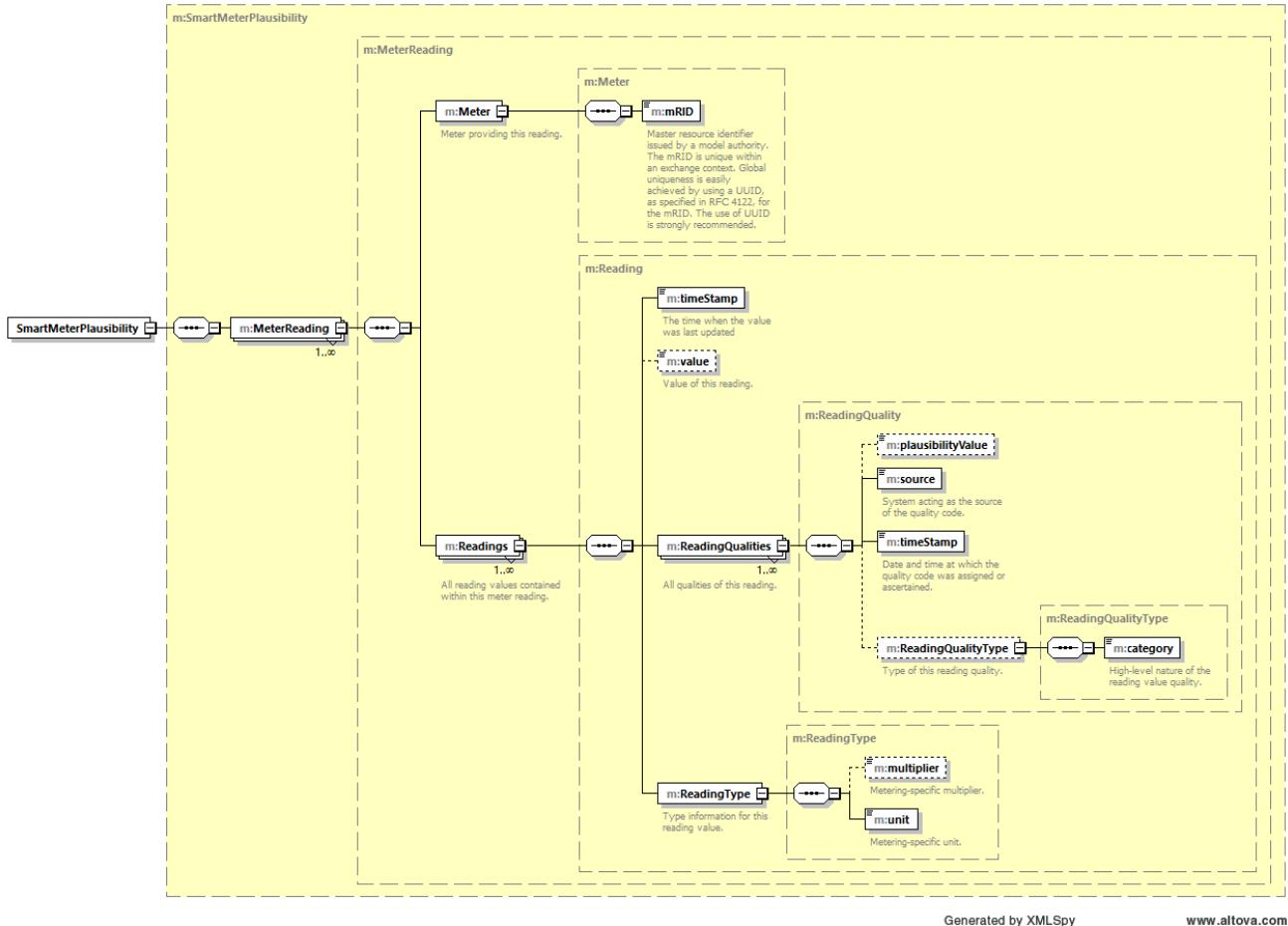


Abbildung 9: Ausschnitt des Smart Meter-Plausibilitäten-Profil aus dem CIM-Gesamtmodell als Klassendiagramm mit roter Markierung der verwendeten Elemente.

Aus dieser Elementauswahl wurde eine XSD erzeugt, laut der mindestens eine Smart Meter-Ablesung auch übertragen beziehungsweise referenziert werden muss, damit keine inhaltlosen Nachrichten versendet werden. Eine Darstellung der XSD findet sich in Abbildung 10. Die entsprechende XSD findet sich in Anhang 7.7.



Generated by XMLSpy

www.altova.com

Abbildung 10: XSD-Visualisierung des Schnittstellenprofils für Plausibilitäten und Ersatzwerte (SmartMeterPlausibility) von Smart Meter-Ablesungen.

3.5 Wetterdaten

Für die Übertragung von Wetter-Daten wurde ein Profil auf Basis der vorläufigen Erweiterungen der CIM Version iec61970cim17v23_iec61968cim13v11_iec62325cim03v17 erstellt. Die entsprechenden Anforderungen sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Detail-Erfassung der Anforderungen und CIM-Mapping für Wetterdaten.

CIM Mapping	Nr	Bezeichnung	Beschreibung	Bemerkung
AnalogValue.value (+AtmosphericAnalog.AtmosphericAnalogKind + Measurement.unitMultiplier + Measurement.unitSymbol)	1	temp	Temperatur [Celsius]	Temperatur in Grad Celsius
AnalogValue.value (+AtmosphericAnalog.AtmosphericAnalogKind + Measurement.unitMultiplier + Measurement.unitSymbol)	2	solar_radiation	Globalstrahlung [W/m ²]	Unter Globalstrahlung versteht man die gesamte auf der Erdoberfläche auf eine horizontale Empfangsfläche auftreffende Solarstrahlung.
TownDetail.name	3	coord_name	Bezeichnung der Koordinate	z.B. Stadt in der Nähe der Koordinate
AnalogValue.timeStamp	4	created_at	Zeitpunkt der Abfrage	ISO 8601. Unklar ob Zeitzone benötigt wird.
Beim Mapping neu hinzugefügte / entfernte Anforderungen				

Entfällt – Ortsname ausreichend	5	coord_lat	Breitengrad der Messung	Geographischer Breitengrad (Latitude); Wertebereich: -90 bis + 90
Entfällt – Ortsname ausreichend	6	coord_lng	Längengrad der Messung	Geographischer Längengrad (Longitude); Wertebereich: -180 bis +180
EnvironmentalMonitoringStation.mrid	7	Monitorstation-ID		Eingefügt als Einstiegspunkt um gleiche Hierarchien wie bei den anderen Profilen aufzuweisen.

Der Ausschnitt des entsprechenden CIM-Datenmodells findet sich in Abbildung 11. Als Einstieg wird die EnvironmentalMonitoringStation verwendet, um einen entsprechenden Einstiegspunkt wie bei Messwerten im Allgemeinen vorzufinden und über die TownDetail.name eine örtliche Referenzierung zum Netz herzustellen.

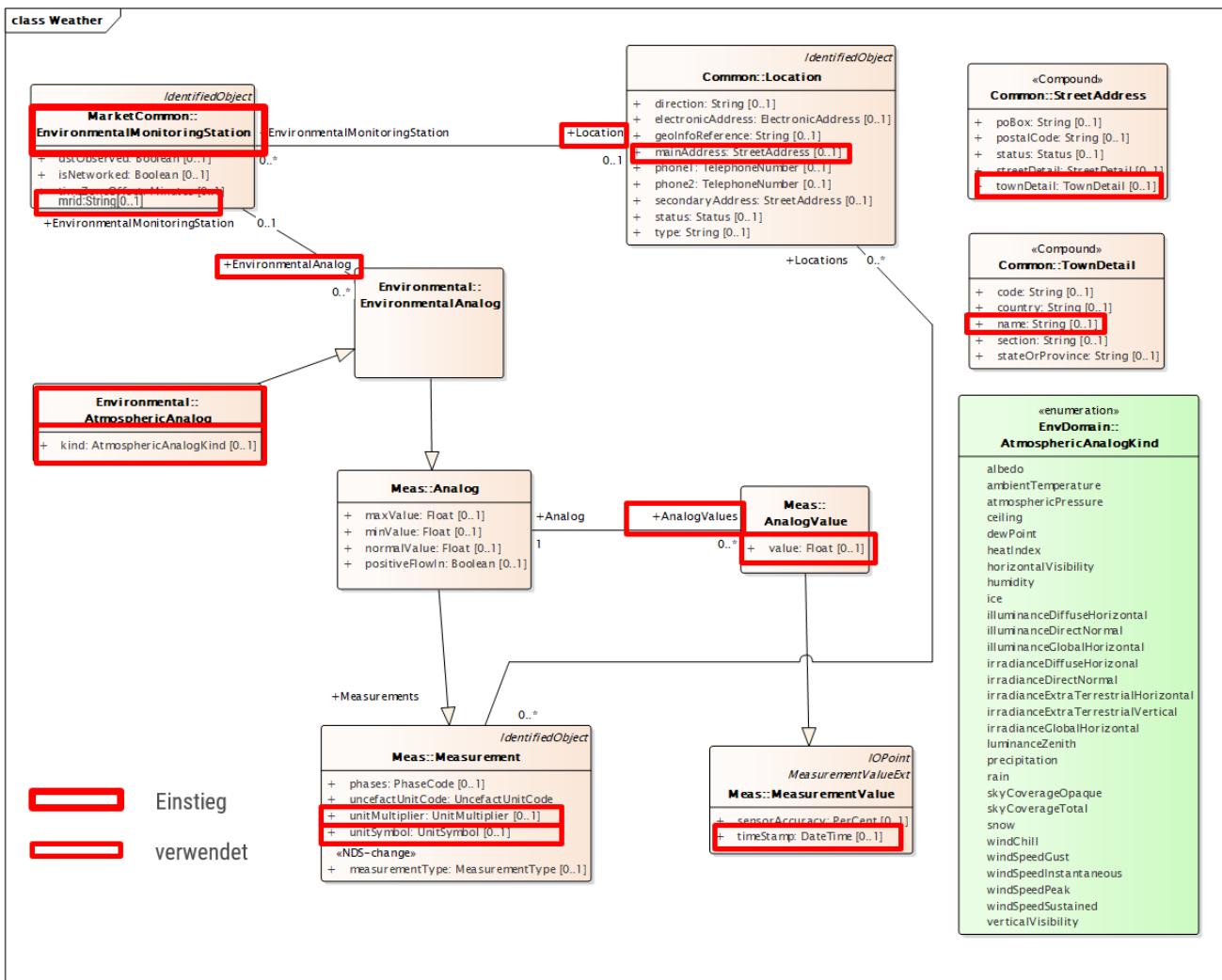
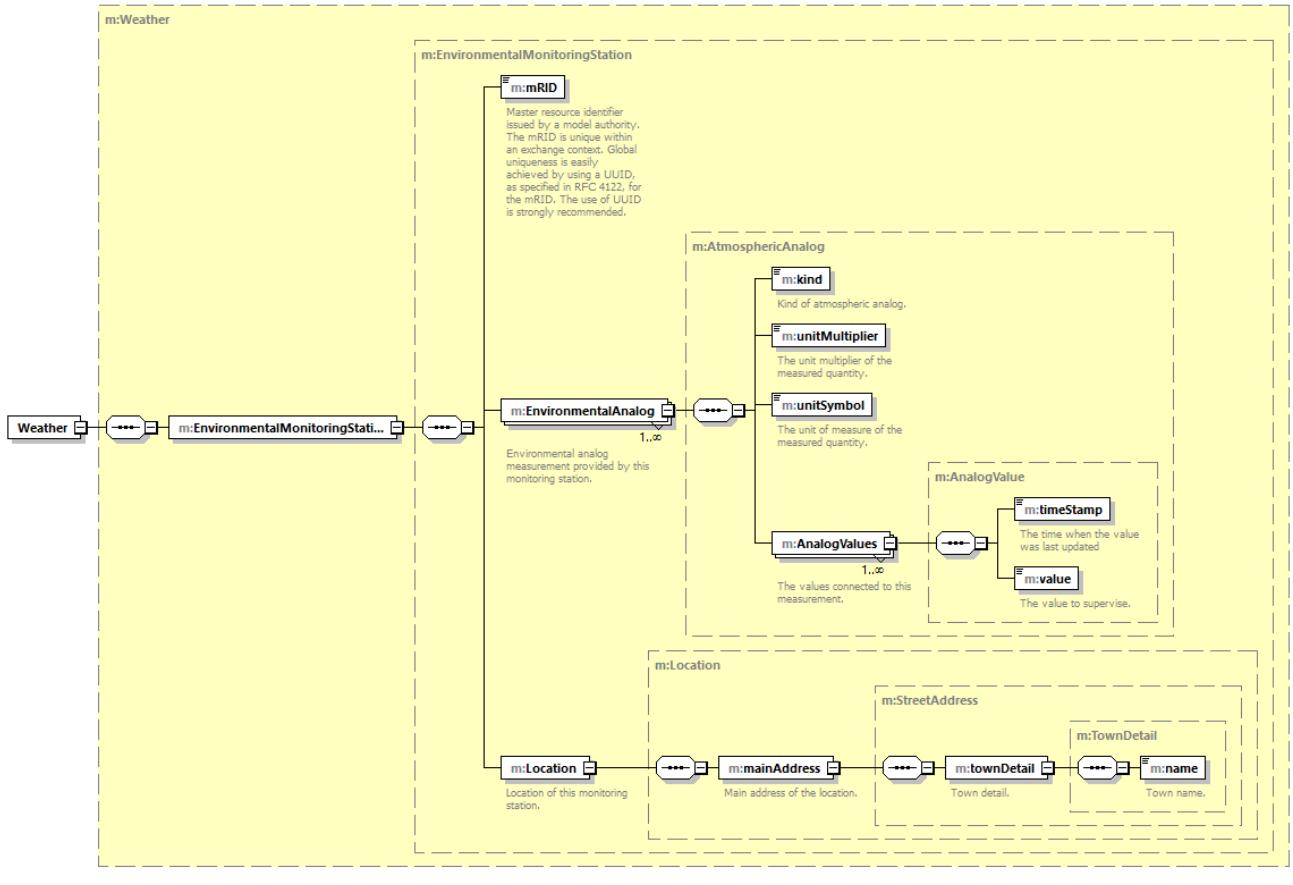


Abbildung 11: Ausschnitt des Wetterdaten-Profiles aus dem CIM-Gesamtmodell als Klassendiagramm mit roter Markierung der verwendeten Elemente.

Für die an den Messstationen gemessenen Temperatur-Werte wird der Enumerator AtmosphericAnalogKind.ambientTemperature und für die Globalstrahlung der Enumerator AtmosphericAnalogKind.irradianceGlobalHorizontal verwendet, die sich bereits im vorläufigen CIM Datenmodell befinden und nicht ergänzt werden müssen.

Aus dieser Elementauswahl wurde eine XSD erzeugt, laut der mindestens ein Wetter-Wert auch übertragen werden muss, damit keine inhaltlosen Nachrichten versendet werden. Eine Darstellung der XSD findet sich in Abbildung 12. Die entsprechende XSD findet sich in Anhang 7.8.



Generated by XMLSpy

www.altova.com

Abbildung 12: XSD-Visualisierung des Schnittstellenprofils für Wetterdaten (Weather).

3.6 CIM Header nach IEC 61968-100

Die Norm IEC 61968-100 gibt einen Message-Envelope für CIM-Nachrichten vor und stellt dafür auch das entsprechende XML-Schema zur Verfügung. In dem Envelope werden grundlegende Informationen über die in der Nachricht enthaltenen Daten zusammengefasst. Der Nachrichtentyp wird für die Nachrichten als EventMessage festgelegt, deren Aufbau wie in Abbildung 13 gezeigt nur einen Header und den Nachrichten-Payload enthält.

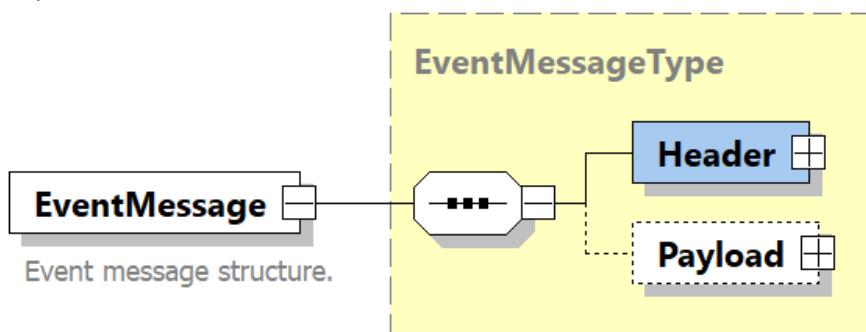


Abbildung 13: CIM-Message-Envelope nach IEC 61968-100 für Event-Nachrichten.

Folgende Header-Inhalte sind bei Versendung von Nachrichten unter Verwendung der oben genannten CIM-Schnittstellenprofile zu nennen:

- Timestamp: Der Zeitpunkt der Nachrichtenerstellung.
- Message-ID: Eindeutiger Identifier der Nachricht.
- User: Hier nur der Identifier des Users (UserID).
- Source: Name des Quellsystems der Nachricht.

- Verb: „changed“. Ein Wert hat sich verändert.
- Noun: Bezeichnung des Typs der übertragenen Daten. Hier die Schnittstellenbezeichnungen
 - Measurement,
 - SCADASetPointCommand,
 - SmartMeter,
 - SmartMeterPlausibility oder
 - Weather.
- Revision: Die Versionsnummer der Schnittstelle

Zudem ist das „Format“ im Payload-Tag als „XML“ anzugeben, da XML-Inhalte versendet werden und die Zeichenkodierung der Nachricht (content-encoding) im XML-Header zu nennen.

Eine Beispieldatenübertragung mit Header und Inhalt für die Messwertübermittlung von Messwerten (Analog/Discrete) unterschiedlicher Feldgeräte (PowerSystemRessource) findet sich in Anhang 7.9.

4 Client-Server-Kommunikation

Die Übermittlung von Informationen erfolgt über POST vom Client an den Server. Abrufe an den Server sind nur per Anfragesprache mittels POST vorgesehen.

4.1 Nachrichtenübermittlung

Im Folgenden werden Vorgaben für den technischen Verbindungsaufbau gemacht, um Daten an das / die Big Data-Archive senden zu können.

4.1.1 Technologie RESTful Webservices

Um Daten an die Big Data-Archive senden zu können, kann die RESTful-Webservice-Technologie eingesetzt werden. Das Big Data-Archiv stellt dann hierzu die entsprechenden Webservices zur Verfügung. Alternativ kann dazu auch eine Publish-Subscribe-Schnittstelle verwendet werden. Die entsprechenden Verbindungsparameter finden sich im Abschnitt 5.

4.1.2 Adresse

Als Adresse ist `/write/Interfacename/Versionsnummer` zu verwenden.

4.1.3 POST-Nachrichten

Die Daten sind in einer POST-Nachricht zu kodieren. Als MIME-Type ist bei Request application/xml zu wählen bei Response text/plain oder application/xml. Das Charset, also die Zeichenkodierung muss zwingend benannt werden (und je Nachricht eindeutig sein).

4.1.3.1 POST-Anfrage

Die Anfrage (also das Versenden der Daten) ist durch den Anfragenden (das Quellmodul) als XML (application/xml) in die Nachricht zu schreiben und anschließend mittels POST an die oben genannte Adresse zum Big Data-Archiv zu senden. Der Aufbau des XML-Payloads und des CIM-Headers ist in Abschnitt 3 beschrieben.

4.1.3.2 POST-Antwort

Die Antwort vom Archiv wird als Response auf das POST direkt nach Verarbeitung als einfacher Text (text/plain) oder als XML (application/xml) zurückgegeben. Im Allgemeinen sind die Antworten leer und es wird nur ein Statuscode aus der folgenden Liste zurückübermittelt:

- 201 – Created – Die Daten wurden erfolgreich entgegengenommen und abgelegt.
- 408 – Request Timeout – Die Datenübermittlung wurde abgebrochen
- 426 – Upgrade Required – falls die Daten nicht in der gewählten Schnittstellenversion entgegengenommen werden können.
- 500 – Internal Server Error – falls während des Ablegens der Daten im Archiv ein Fehler aufgetreten ist.
- 501 – Not Implemented – falls die Daten nicht auf der gewählten Schnittstellenversion bearbeitet werden kann, weil diese nicht vollständig implementiert ist.

4.2 Anfragesprache

Im Folgenden werden Vorgaben für den technischen Verbindungsaufbau gemacht, um Anfragen mittels der Anfragesprache an das / die Big Data-Archive versenden zu können.

4.2.1 Technologie RESTful Webservices

Um Anfragen an das / die Big Data-Archive senden zu können, wird mittels RESTful-Webservice-Technologie die Kommunikation ermöglicht. Das Big Data-Archiv stellt hierzu den Webservice zur Verfügung.

4.2.2 Adresse

Als Adresse ist `/timeseriesquerylanguage/Versionsnummer/` zu verwenden. Die Versionsnummer ist 0.1 aufwärts (siehe Definition Anfragesprache).

4.2.3 POST-Nachrichten

Die Anfrage ist vom anfragenden Modul in einer POST-Nachricht zu kodieren. GET-Nachrichtenaufrufe reichen aufgrund der URL-Beschränkung nicht – dies steht zwar konträr zu nicht idempotenten Auslegung von POST im REST-Paradigma, lässt sich aber aufgrund der oben genannten Beschränkung nicht umgehen. Nichtdestotrotz sollen nach derzeitigem Stand der Anfragesprache Anfragen idempotent bezüglich der Big Data-Archive sein und dort keine vorhandenen Daten ändern oder hinzufügen. Die Anfragesprache beschränkt sich derzeit auf lesende Zugriffe.

Als MIME-Type ist bei Request und Response `text/plain` bzw. `text/csv` zu wählen. Das Charset, also die Zeichenkodierung muss zwingend benannt werden (und je Nachricht eindeutig sein).

4.2.3.1 POST-Anfrage

Die Anfrage in der Anfragesprache ist durch den Anfragenden (das Usermodul) als einfacher Text (`text/plain`) in die Nachricht zu schreiben und anschließend mittels POST an die oben genannte Adresse zum Big Data-Archiv zu senden.

4.2.3.2 POST-Antwort

Die Antwort vom Archiv wird als Response auf das POST direkt nach Verarbeitung als CSV (`text/csv`) zurückgegeben, wenn eine Anfrage beantwortet werden kann. Kommt es zu einem Fehler, wird einfacher Text versendet (`text/plain`). Dauert die Berechnung länger, so wird der Kanal so lange offen gehalten bis die Berechnung abgeschlossen und die Ergebnisdaten abschließend zurückübermittelt wurden. Letzteres kann zukünftig auch anders geplant werden. Zum Beispiel durch Einrichtung eines einmaligen RabbitMQ-Topics oder einer einmaligen GET-Adresse – Unter Berücksichtigung der sich dadurch öffnenden Angriffsmöglichkeiten und dementsprechend der nötigen Sicherheitsvorkehrungen).

Für Antworten sollen folgende HTTP-Statuscodes verwendet werden:

- 200 – OK – falls die Anfrage ausgewertet und bearbeitet werden konnte.
- (202 – Accepted – falls die Anfrage zu einem späteren Zeitpunkt beantwortet wird (s.o.))
- 400 – Bad Request – falls die Anfrage nicht geparsed werden konnte
- 408 – Request Timeout – falls die Anfrage nicht vollständig übermittelt wurde.
- 426 – Upgrade Required – falls die Anfrage nicht in der gewählten Anfragesprachenversion gestellt werden kann.
- 500 – Internal Server Error – falls während der Bearbeitung der erfolgreich geparssten Anfrage im Archiv ein Fehler auftritt, der die korrekte Antwort verhindert
- 501 – Not Implemented – falls die Anfrage nicht in der gewählten Anfragesprachenversion beantwortet werden kann, weil diese nicht vollständig implementiert ist.

Sowohl die erfolgreiche Antwort (`text/csv`) als auch etwaige Fehlermeldungen bei Parsen oder Bearbeitung sowie die Anfrage in einer falschen Anfrageversion (`text/plain`) werden als Text in die Antwort wie folgt geschrieben:

- Statuscode 200: Für die erfolgreiche bearbeitete Anfrage reicht die Antwort als CSV (`text/csv`) aus.
- Statuscode 202: Falls die Anfrage zu einem späteren Zeitpunkt übertragen wird werden folgende Informationen als Text (`text/plain`) zurückgegeben – das Parsen der Anfrage muss dazu allerdings abgeschlossen sein.
 - Wie der Abruf erfolgen soll: „Response via: *Methodename*“
 - Beispiel: REST-GET, RabbitMQ-Publish
 - Unter welcher Adresse der Abruf erfolgen kann: „Response Address: *Adressname*“
 - Die Anfrage: „Request: *Anfrage*“

- Statuscode 400: Für die Fehlermeldung beim Parsen des Anfragestrings sind folgende Angaben als Text (text/plain) zu übermitteln:
 - Welche Anfrage übermittelt wurde: „Request: *Anfrage*“,
 - Wo die Fehlermeldung beim Parsen entsteht: „Parse-Error at *Position*“,
 - Die Fehlermeldung: „Error Message: *Fehlermeldung*“.
- Statuscode 408: Falls die Anfrage unvollständig übertragen wurde befindet sich im Body der Nachricht die Anfrage soweit sie übermittelt wurde: „Received Request: *Anfrageteil*“ als Text (text/plain).
- Statuscode 426: Wurde die falsche Anfragesprachenversion durch den Client verwendet, wird in der Antwort mit oben genanntem Fehlercode folgende Informationen als Text (text/plain) geliefert:
 - Welche Anfragesprachenversionen sind auf dem Server implementiert sind: „Time Series Query Language-Server-Version Implementations: *Versionsnummern*“
 - Welche Anfragesprachenversion durch den Client gewählt wurde: „Time Series Query Language-Client-Version: *Versionsnummer*“
 - Falls möglich: Welche Versionsnummern eine Antwort erfolgreich erzeugen können: „Possible Time Series Query Language-Versions for the Request: *Versionsnummern*“
 - Die Anfrage: „Request: *Anfrage*“
- Statuscode 500: Für die Fehlermeldung beim Auswerten der Anfrage sind folgende Angaben als Text (text/plain) zu übermitteln:
 - Welche Anfrage übermittelt wurde: „Request: *Anfrage*“,
 - An welcher Position der Anfrage die Auswertung nicht möglich ist: „Calculation-Error at *Position*“,
 - Die Fehlermeldung: „Error Message: *Fehlermeldung*“.
- Statuscode 501: Wird zwar die richtige Anfragesprachenversion durch den Clienten verwendet, fehlt die entsprechende Implementierung jedoch (noch) auf dem Server, wird in der Antwort mit oben genanntem Fehlercode folgende Informationen als Text (text/plain) geliefert:
 - Welche Anfragesprachenversionen sind auf dem Server implementiert sind: „Time Series Query Language-Server-Version Implementations: *Versionsnummern*“,
 - Welche Anfragesprachenversion durch den Client gewählt wurde: „Time Series Query Language-Client-Version: *Versionsnummer*“,
 - Falls möglich: Welche Versionsnummern eine Antwort erfolgreich erzeugen können: „Possible Time Series Query Language-Versions for the Request: *Versionsnummern*“,
 - Die Anfrage: „Request: *Anfrage*“,
 - Das Problem: „Missing Function: *Funktionsname*“.

Die jeweiligen Textausgaben in den text/plain Nachrichten der Fehlerfälle sind durch einen Zeilenvorschub voneinander zu trennen.

5 Publish-Subscribe-Kommunikation

Die Publish-Subscribe-Kommunikation erfolgt über RabbitMQ mit AMQP. Der grundlegende Aufbau der AMQP-Nachrichten ist in Abbildung 14 dargestellt. Hierbei kapselt AMQP im AMQP-Payload ein weiteres Mal den bereits im CIM-Message-Envelope befindlichen CIM-Nachrichten-Payload und den entsprechenden CIM-Nachrichten-Header.

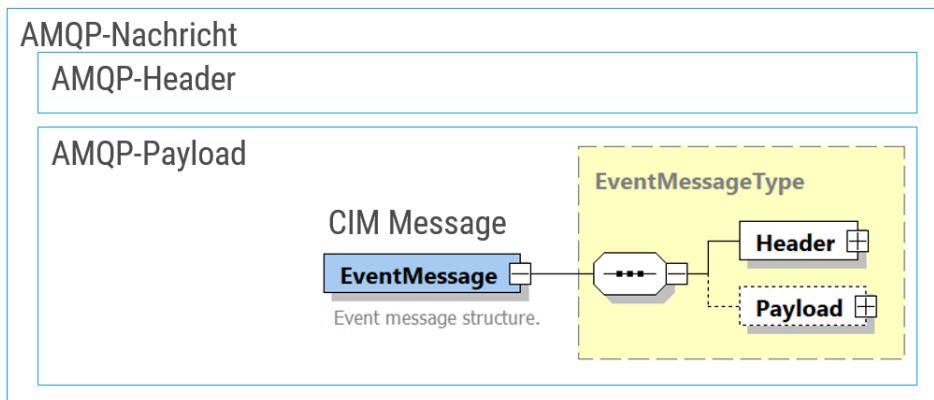


Abbildung 14: Schematischer Aufbau einer RabbitMQ AMQP-Nachricht für Event-Nachrichten mit CIM-Header und CIM-Payload.

Für die Übermittlung von Daten kann in RabbitMQ ein Matching auf Topics sowohl mittels Routing Key als auch über Key-Value-Paare erfolgen. Da ein Matching per Routing Key im Allgemeinen weniger aufwändig ist, erscheint es gerade im Big Data Kontext sinnvoll, ein solches Verfahren wo möglich zu verwenden, damit der RabbitMQ-Broker nicht zum Flaschenhals bei der Datenübermittlung wird. Für alle im Projekt verwendeten RabbitMQ-Schnittstellen wurde das Routing Key Matching als zu verwendendes Verfahren ausgewählt. Die Befüllung des AMQP-Header wird dadurch optional, ist aber für eine erleichterte Fehlersuche / für die Zukunft sinnvoll, da ein RabbitMQ-Broker den eigentlichen AMQP-Payload nicht untersuchen kann, sondern nur aufgrund von Informationen des AMQP-Headers eine über das Routing Key Matching-Verfahren hinausgehende Unterscheidung verschiedener Nachrichteninhalte erfolgen kann.

Die Nennung folgender AMQP-Header-Inhalte ist bei Versendung von Nachrichten unter Verwendung der oben genannten CIM-Schnittstellenprofile empfohlen.

- Timestamp: Der Zeitpunkt der Nachrichtenerstellung.
- Message-ID: Eindeutiger Identifier der Nachricht.
- User-ID: Eindeutiger Identifier des Users.
- App-ID: Name des Quellsystems der Nachricht.
- Verb (custom header): „changed“. Ein Wert hat sich verändert.
- Noun (custom header): Bezeichnung des Typs der übertragenen Daten. Hier die Schnittstellenbezeichnungen
 - Measurement,
 - SCADASetPointCommand,
 - SmartMeter,
 - SmartMeterPlausibility oder
 - Weather.
- Revision (custom header): Die Versionsnummer der Schnittstelle.
- Content-type: „application/xml“, da XML-Inhalte versendet werden.
- Content-encoding: Zeichenkodierung der Nachricht.

Die entsprechenden Informationen sind zu großen Teilen dem CIM-Header zu entnehmen und werden dann im AMQP-Header gedoppelt.

Für den Verbindungsaufbau zum RabbitMQ-Broker werden Informationen zu den Feldern Username, Password, VirtualHost, HostName, portNumber sowie exchangeName und routingKey für das Routing Key Matching benötigt.

Username/Password-Kombinationen sind für Quellsysteme fest zu vergeben und im Broker entsprechend ihrer Rechte einzurichten. Für Software mit grafischen Nutzungsoberflächen können die Zugangsdaten des angemeldeten Users verwendet werden. Hostname und portNumber sind für den RabbitMQ-Broker einmalig festzulegen und zu verwenden. Die weiteren Informationen sind abhängig von den zu sendenden Daten und werden in den folgenden Unterabschnitten für die entwickelten Schnittstellen beschrieben. Dabei wurde für alle Schnittstellen als allgemeine Anforderungen berücksichtigt, dass Daten gesammelt versendet werden können sollen, dass Routing Keys eine Versionsnummer enthalten und sich weitere Routing Key Bestandteile von Schnittstellenversion zu Schnittstellenversion ändern können sollen. Damit soll sichergestellt werden, dass Daten nur solchen Gegenseiten zur Verfügung gestellt werden, in denen die entsprechende Schnittstellenversion auch implementiert ist, um den Versand von unnötigen, möglicherweise nicht zu interpretierenden Daten zu vermeiden. Zudem sollen sich von Version zu Version möglicherweise unterschiedliche nötige Routing Keys verwenden lassen, so dass bestehende Routing Keys aufgeteilt oder zusammengefasst beziehungsweise der Umfang der über ein Routing Key versendeten Datentypen erweitert oder verengt werden kann, wenn die Daten dem gleichen Schnittstellenprofil unterliegen. So können Namen von Routing Keys beschreibende Namen enthalten, auch wenn sich die versendeten Inhalte mit der Zeit verändern. Die Versionsnummer setzt sich aus drei Feldern Major, Minor und Patch zusammen. Diese haben folgende Bedeutung:

- Major: Hauptversionsnummer – erhebliche Veränderung der Gestaltung und Funktionalität der Schnittstellen führen zu einer neuen Hauptversionsnummer.
- Minor: Nebenversionsnummer – kleine Veränderungen an Gestaltung und Funktionalität der Schnittstellen führen zu einer neuen Nebenversionsnummer.
- Patch: Revisionsnummer – kleine Korrekturen/Fehlerbehebungen an einer Schnittstelle führen zu einer neuen Revisionsnummer.

5.1 **Measurement für Netzteilsystemmesswerte**

Für die Versendung von Netzteilsystemmesswerten über RabbitMQ wird das im Abschnitt 3 definierte Messwert-Profil Measurement mit dem entsprechenden CIM-Header und optional mit dem oben genannten AMQP-Header verwendet.

Die allgemeine Anforderung, dass Daten gesammelt in Nachrichten versendet werden können, überträgt sich für Messwerte der Netzteilsysteme so, dass in einem Routing Key weder nach Typ des Messwertes noch nach Messgerät unterschieden werden kann. Für die Versendung von Netzteilsystem-Messwertdaten mit dem Schnittstellenprofil Measurement über RabbitMQ wurden als

- Exchange: SCADAMeasurements, als
- Virtuelle Host: scadavalue, als
- Routing Key: <Major>.<Minor>.<Patch>.SCADAMeasurement

festgelegt. Hierbei sind die Platzhalter für die Versionsnummern entsprechend der obigen Beschreibung zu verwenden. Im Folgenden werden Beispiele für Routing Keys für Publish beziehungsweise Subscribe von Netzteilsystemmesswerten genannt:

- Publish:
 - 1.0.0.SCADAMeasurement – ein oder mehrere Messwerte können pro Nachricht veröffentlicht werden über eine Schnittstelle mit fester Versionsnummer 1.0.0.
- Subscribe:
 - 1.0.0.SCADAMeasurement – alle Messwert-Nachrichten mit der exakten Versionsnummer werden an die Queue weitervermittelt.
 - 1.0.*.SCADAMeasurement.# - alle Messwert-Nachrichten der gleichen Major- und Minor-Version aber unterschiedlicher Patch-Version werden an eine Queue weitervermittelt.

5.2 SCADASetPointCommand für Netzteilsystemsollwerte

Für die Versendung von Netzteilsystemsollwerten über RabbitMQ wird das im Abschnitt 3 definierte Messwert-Profil SCADASetPointCommand mit dem entsprechenden CIM-Header und optional mit dem oben genannten AMQP-Header verwendet.

Die allgemeine Anforderung, dass Daten gesammelt in Nachrichten versendet werden können, überträgt sich auch für Sollwerte der Netzteilsysteme so, dass in einem Routing Key weder nach Typ des Sollwertes noch nach Messgerät unterschieden werden kann. Für die Versendung von Netzteilsystem-Sollwertdaten mit dem Schnittstellenprofil SCADASetPointCommand über RabbitMQ wurden als

- Exchange: SCADASetpoints, als
- Virtuelle Host: scadavalues, als
- Routing Key: <Major>.<Minor>.<Patch>.SCADASetpoint

festgelegt. Hierbei sind die Platzhalter für die Versionsnummern entsprechend der obigen Beschreibung zu verwenden. Im Folgenden werden Beispiele für Routing Keys für Publish beziehungsweise Subscribe von Netzteilsystemsollwerten genannt:

- Publish:
 - 1.0.0.SCADASetpoint – ein oder mehrere Sollwerte können pro Nachricht veröffentlicht werden über eine Schnittstelle mit fester Versionsnummer 1.0.0.
- Subscribe:
 - 1.0.0.SCADASetpoint – alle Sollwert-Nachrichten mit der exakten Versionsnummer werden an die Queue weitervermittelt.
 - 1.0.*.SCADASetpoint - alle Sollwert-Nachrichten der gleichen Major- und Minor- Version aber unterschiedlicher Patch-Version werden an eine Queue weitervermittelt.

5.3 SmartMeter für Smart Meter Daten

Für die Versendung von Smart Meter-Daten über RabbitMQ wird das im Abschnitt 3 definierte Smart Meter-Profil SmartMeter mit dem entsprechenden CIM-Header und optional mit dem oben genannten AMQP-Header verwendet.

Die allgemeine Anforderung, dass Daten gesammelt in Nachrichten versendet werden können, überträgt sich auch für Smart Meter-Daten so, dass in einem Routing Key weder nach Typ des Smart Meter-Datums noch nach Smart Meter Identifier unterschieden werden kann. Auch eine Unterscheidung nach Ortsnetzstationen ist unterblieben, da ansonsten Nachrichten nur wenig gebündelt versendet werden können. Für die Versendung von Smart Meter-Daten mit dem Schnittstellenprofil SmartMeter über RabbitMQ wurden als

- Exchange: SmartMeter, als
- Virtuelle Host: smartmeter, als
- Routing Key: <Major>.<Minor>.<Patch>.SmartMeterMeasurement

festgelegt. Hierbei sind die Platzhalter für die Versionsnummern entsprechend der obigen Beschreibung zu verwenden. Im Folgenden werden Beispiele für Routing Keys für Publish beziehungsweise Subscribe von Smart Meter-Daten genannt:

- Publish:
 - 1.0.0.SmartMeterMeasurement – ein oder mehrere Smart Meter-Daten können pro Nachricht veröffentlicht werden über eine Schnittstelle mit fester Versionsnummer 1.0.0.
- Subscribe:
 - 1.0.*.SmartMeterMeasurement – alle Smart Meter-Nachrichten der gleichen Major- und Minor- Version aber unterschiedlicher Patch-Version werden an eine Queue weitervermittelt.

5.4 SmartMeterPlausibility für Smart Meter Plausibilitäten

Für die Versendung von Smart Meter-Plausibilitäten über RabbitMQ wird das im Abschnitt 3 definierte Smart Meter--Plausibilitätsprofil SmartMeterPlausibility mit dem entsprechenden CIM-Header und optional mit dem oben genannten AMQP-Header verwendet.

Die allgemeine Anforderung, dass Daten gesammelt in Nachrichten versendet werden können, überträgt sich auch für Smart Meter-Plausibilitäten so, dass in einem Routing Key weder nach Typ des Smart Meter-Datums noch nach Smart Meter-Identifier unterschieden werden kann. Auch eine Unterscheidung nach unterschiedlichen Plausibilitätswerten ist aus dem gleichen Grund nicht sinnvoll. Hinzu kommt, dass feste Bereiche zu vergeben wären, in welche Plausibilitätswerte hineinkategorisiert werden. Die Bereichsgrenzen wären aber willkürlich. Zudem müssten Plausibilitäten unterschiedlicher Plausibilitätsquellen normiert werden und für unterschiedliche Auswertung wäre die Normierung und Ordnung in Kategorien eine Vorwegnahme der Auswertemetrik. Außerdem soll keine Anwendungslogik im Publish/Subscribe-System integriert werden. Eine Unterscheidung nach Plausibilitätsquelle soll ermöglicht werden. Für die Versendung von Smart Meter-Plausibilitäten mit dem Schnittstellenprofil SmartMeterPlausibility über RabbitMQ wurden als

- Exchange: SmartMeterPlausibility, als
- Virtuelle Host: plausibility, als
- Routing Key: <Major>.<Minor>.<Patch>.Plausibility.<plausibilitySource>

festgelegt. Hierbei sind die Platzhalter für die Versionsnummern entsprechend der obigen Beschreibung zu verwenden. Zudem gibt es einen Platzhalter <plausibilitySource> in dem die Quelle der Plausibilitätsdaten genannt werden muss. Im Folgenden werden Beispiele für Routing Keys für Publish beziehungsweise Subscribe von Smart Meter-Plausibilitäten genannt:

- Publish:
 - 1.0.0.Plausibility.weatherPlausibility – ein oder mehrere Smart Meter-Plausibilitäten können pro Nachricht veröffentlicht werden über eine Schnittstelle mit fester Versionsnummer 1.0.0. Die Quelle der Plausibilitäten ist beispielsweise ein Plausibilisierungssystem für Smart Meter Daten nach Wetter und wird deshalb „weatherPlausibility“ genannt.
- Subscribe:
 - 1.0.*.Plausiblity.# – alle SmartMeter-Plausibilitäten unterschiedlicher Plausibilitätsquellen, der gleichen Major- und Minor- Version aber unterschiedlicher Patch-Version werden an eine Queue weitervermittelt.

5.5 Weather für Wetterdaten

Für die Versendung von Wetterdaten über RabbitMQ wird das im Abschnitt 3 definierte Wetterdatenprofil Weather mit dem entsprechenden CIM-Header und optional mit dem oben genannten AMQP-Header verwendet.

Die allgemeine Anforderung, dass Daten gesammelt in Nachrichten versendet werden können, überträgt sich auch für Wetterdaten so, dass in einem Routing Key weder nach Messtyp des Wetterdatums noch nach dem Messgerät unterschieden werden kann. Eine Unterscheidung nach Ortsnamen soll ermöglicht werden. Für die Versendung von Wetterdaten mit dem Schnittstellenprofil Weather über RabbitMQ wurden als

- Exchange: Weather, als
- Virtuelle Host: weather, als
- Routing Key: <Major>.<Minor>.<Patch>.EnvironmentalMeasurement.<LocationName>

festgelegt. Hierbei sind die Platzhalter für die Versionsnummern entsprechend der obigen Beschreibung zu verwenden. Zudem gibt es einen Platzhalter <LocationName> in dem die Ortsbezeichnung der Quelle der Wetterdaten genannt werden muss. Die Ortsbezeichnung ist dabei flexibel verwendbar. Unterscheidet sich das Wetter regional im Allgemeinen sehr stark, können beispielsweise lokale Ortsbezeichnungen verwendet werden. Im Folgenden werden Beispiele für Routing Keys für Publish beziehungsweise Subscribe von Wetterdaten genannt:

- Publish:
 - 1.0.0.EnvironmentalMeasurement.Oldenburg – ein oder mehrere Wetterdaten können pro Nachricht veröffentlicht werden über eine Schnittstelle mit fester Versionsnummer 1.0.0. Die Ortsbezeichnung der Quelle ist „Oldenburg“.
- Subscribe:
 - 1.0.0.EnvironmentalMeasurement.* – alle Wetterdaten verschiedener Orte der Versionsnummer 1.0.0 werden an eine Queue weitervermittelt.
 - 1.*.*.EnvironmentalMeasurement.# - alle Wetterdaten unterschiedlicher Orte, der gleichen Major-Version aber unterschiedlicher Minor- und Patch-Versionen werden an eine Queue weitervermittelt.

6 Zusammenfassung

Im Projekt NetzDatenStrom sollen Möglichkeiten und Vorteile eines offenen Referenzarchitekturkonzeptes für eine funktionale Kopplung von mächtigen – in anderen Anwendungsbereichen bereits etablierten – Big Data-Komponenten an existierende Leitsysteme untersucht und exemplarisch demonstriert werden. Die Referenzarchitektur bildet die Grundlage für die technische Anbindung von Big-Data-Modulen, welche in weiteren Arbeitspakten des Projekts in konkreten Anwendungsfällen beispielhaft integriert werden. Die Anwendungsfälle liegen zum Zeitpunkt der Referenzarchitekturentwicklung bereits vor. Zur Erstellung der Referenzarchitektur wird eine Technologieauswahl sowohl für die Schnittstellentechnologien als auch für Referenzarchitektur selbst benötigt und basierend auf der Anforderungserhebung der Anwendungsfälle durchgeführt. Der spezielle Fokus der Berücksichtigung von Security-Aspekten (Verfügbarkeit, Vertraulichkeit, Integrität) und “Security-by-Design” – die Erarbeitung von Security-Vorgaben, die von den Komponenten (OSS und Closed Source) eingehalten werden müssen – findet sich in der Dokumentation zum Arbeitspaket 8.2.

Das vorliegende Dokument beschreibt die entwickelte Referenzarchitektur des Gesamtsystems. Dazu werden die Datenflüsse der Anwendungsfälle detailliert analysiert sowie Akteure/Komponenten und benötigte Schnittstellen identifiziert und für die Referenzarchitektur und Schnittstellen Technologien festgelegt. Die anschließend definierten Schnittstellenprofile für den Datenaustausch zwischen den anzubindenden Komponenten wurden standardbasiert, auf das Common Information Model (CIM) IEC 61970, IEC 61968, IEC 62325 aufbauend, entwickelt. Dies erfolgte unter Berücksichtigung bereits verabschiedeter aber auch in Entwicklung befindlicher Bestandteile des kanonischen CIM Datenmodells als auch unter Berücksichtigung bereits bestehender Normen beispielsweise zur Smart Meter Kommunikation (IEC 62056 COSEM, IEC 61968-9 MeteringReadings) oder zur Feldkommunikation (IEC 60870-5-104), um die Kombinierbarkeit von Big Data-Komponenten unterschiedlicher Entwickler und Hersteller mit (kommerziellen) State-of-the-Art-Netzleitsystemen zu erreichen. Zudem wurden besondere Big Data-Anforderungen durch die Kombinierbarkeit einer Vielzahl von Daten in zusammenhängenden Nachrichtenpaketen berücksichtigt. Für den technischen Verbindungsaufbau wurden mögliche Vermittlungstechnologien diskutiert und geeignet ausgewählt. Die Client-Server-Kommunikation erfolgt mittels RESTful Webservices über lokale Proxies sowohl für die Datenübermittlung als auch die Datenabfrage mittels der parallel entwickelten Zeitreihenanfragesprache. Für die Kommunikation von Event-Nachrichten wurde als Publish-Subscribe-Mechanismus RabbitMQ gewählt. Dadurch ist gewährleistet, dass eine Einbindung unterschiedlichster Komponenten auf einfache Weise erfolgen kann. Die nötigen Parameter zur Kommunikation wurden festgelegt.

7 Anhang

7.1 Schnittstellenanforderungen

Allgemeine Beschreibung							Besondere Anforderungen			
Nr.	Schnittstellenna me	Use Case Kürzel	API- Cluster	Kurzbeschreibung	Ursprung	Ziel	Domäne	erwartetes Datenaufko mmen	sonstige besondere Anforderungen	Bemerkungen
1	Authentication- Request	Alle	Sicherheits- Anfragen	Anfrage für Benutzer/Passwort -> Security-Token (bzw. System/Passwort -> Security-Token für Komponenten, die losgelöst von Benutzern agieren)	Modul X	Authenticatio n module	Sicherheit, Authentication	sehr niedrig	Sicherheit!	Für Demonstrator-Aufbau nicht berücksichtigt. Umsetzungsoptionen siehe Bericht AP 8.2
2	Authentication- Reply	Alle	Sicherheits- Anfragen	Security-Token	Authentication module	Modul X	Sicherheit, Authentication	sehr niedrig	Sicherheit!	Für Demonstrator-Aufbau nicht berücksichtigt. Umsetzungsoptionen siehe Bericht AP 8.2
3	Authorization- Request	Alle	Sicherheits- Anfragen	Anfrage ob ein Benutzer mit einem Security-Token ein Recht/Erlaubniss hat	Modul X	Authorization module	Sicherheit, Authorization	sehr hoch	Sicherheit!	Für Demonstrator-Aufbau nicht berücksichtigt. Umsetzungsoptionen siehe Bericht AP 8.2. Je nach Rechtegranularität unterschiedlich hohes Datenaufkommen
4	Authorization- Reply	Alle	Sicherheits- Anfragen	Übermittlung, ob ein Recht/Erlaubniss für einen Security-Token besteht.	Authorization module	Modul X	Sicherheit, Authorization	sehr hoch	Sicherheit!	Für Demonstrator-Aufbau nicht berücksichtigt. Umsetzungsoptionen siehe Bericht AP 8.2. Je nach Rechtegranularität unterschiedlich hohes Datenaufkommen

5	Authentifikationsübermittlung	Alle	Sicherheits-Envelope	Briefumschlag für jegliche Anfragen, Events oder selbst aufgebaute Wertübermittlung, der den Security-Token enthält.	Modul X	Modul Y	Sicherheit, Authorization	sehr hoch	Sicherheit!	Für Demonstrator-Aufbau nicht berücksichtigt. Umsetzungsoptionen siehe Bericht AP 8.2. Wäre bei jedem Austausch über Schnittstellen zu berücksichtigen
6	PV-Langzeitdaten-Request	EALA-Plausi	BDA-Anfrage	Request der im LZA archivierten PV-Erzeugungsdaten durch das SPE zum Aufbau/Aktualisierung des 61 Tage-Fensters (am Ende eines Tages). Übermittlung Zeitraum und Gerätenamen	SPE (BDA)	LZA (BDA)	Energie, Anfrage	hoch		Zugriff ggf. nicht für alle PV gleichzeitig, sondern nacheinander. Voraussetzung: aktuelle Einspeiser-Daten sind aus EA-AggNS (und ggf. EA-RohMS bekannt). Fällt für globale Betrachtung weg, da innerhalb des BDA gelöst.
7	PV-Langzeitdaten-Reply	EALA-Plausi	BDA-Antwort	Lieferung der im LZA archivierten PV-Erzeugungsdaten (Viertelstundenwert des Zählerstandes, Zeitpunkt) gemäß Anfrage nach Tag/Fenster und Gerätenamen	LZA (BDA)	SPE (BDA)	Energie, PV Daten	sehr hoch		Zugriff ggf. nicht für alle PV gleichzeitig, sondern nacheinander. Voraussetzung: historische Daten der PV-Erzeuger sind aus EALA-AggRohNS (und ggf. EA-RohMS bekannt). Fällt für globale Betrachtung weg, da innerhalb des BDA gelöst.

8	Plausibilitätswert	EALA-Plausi	Zeitreihen-Write	Übertragung eines und absoluten (historischen) Plausibilitätswertes zum Rohdatum (ggf. direkt in EALA-AggRohNS) - ohne zur Plausibilisierung herangezogene Rohdaten	SPE (BDA)	LZA (BDA)	Energie, PV Plausibilität (historisch)	sehr hoch		Fällt für globale Betrachtung weg, da innerhalb des BDA gelöst.
9	Unplausibilitätsevent	EALA-Plausi	Publish-Subscribe-Event	Weitergabe des (historischen) Plausibilitätswertes bei Unplausibilität. Die relative und absolute Abweichung, Erzeugerindikator, Zeitstempel, Plausibilisierungsart (historisch)	SPE (BDA)	Visualisierungskomponente	Energie, Event, PV Unplausibilität (historisch)	sehr niedrig		Wenn die Frequenz zu hoch wird, sollte die Event-Schwellen anders eingestellt werden (hierfür ist dann keine Schnittstelle nötig, wenn das direkt im DSMS / Proxy eingestellt wird).
10	Interpretierte MS-Daten speichern	LA-RohMS	Zeitreihen-Write	Sende eines interpretierten Telegramms an das Langzeitarchiv. Übermittelt wird die ID (z.B. Name der Anlage oder des Betriebsmittels) und der gemessene Wert mit Status und Zeitstempel.	Leitsystem	BDA	Energie, MS Daten (?)	sehr hoch		Wird jeder interpretierte Messwert einzeln im LZA abgelegt, dann wird das Datenaufkommen und die Frequenz u.U. zu hoch. Dann müsste man vorher eine geeignete Bündelung der Daten vornehmen. Wenn es im Leitsystem geschieht, dann wird keine zusätzliche Schnittstelle bzw. Komponente benötigt.
11	NS-Topologie-Zuordnung-Request	EA-AggNS	TDM-Anfrage	Anfrage des DSMS, welche Smart Meter Werte zu welchen Punkten aggregiert werden sollen.	DSMS	oK-Topologie Modul (oder BDA)?	Energie	niedrig		Ggf. sinnvoll die gleiche Schnittstelle wie bei Request / Reply NS-Topologie aus LA-StörNS verwenden.

12	NS-Topologie-Zuordnung-Reply	EA-AggNS	TDM-Antwort	Liefern einer Zuordnungstabelle, welches Smart Meter unterhalb von welchen Ortsnetzstationstransformatoren liegt	oK-Topologie Mdl (oder BDA)?	DSMS		niedrig		Ggf. sinnvoll die gleiche Schnittstelle wie bei Request / Reply NS-Topologie aus LA-StörNS verwenden. Das DSMS kann sich dann durch Traversierung selbst die Tabelle berechnen. Änderungen der Zuordnung / der Topologie sollten automatisch übertragen werden. Ansonsten müsste immer ein Request erfolgen.
13	Aggregierte ONT-Werte	EA-AggNS	104er	Übertragung von zu Ortsnetzstationstransformatoren (ONT) aggregierten Werten der unterliegenden Smart Meter mit Markierung, ob Schätzwerte / Ersatzwerte beinhaltet sind.	DSMS / Proxy	NLS	Energie	niedrig	NLS sollte die Daten ohne neue Schnittstellen verstehen. => IEC 104 kodierte Message für einen Ortsnetztransformator	
14	NS-Rohdaten	EALA-AggRohNS	Zeitreihen-Write	Senden der "interpretierten NS-Smart Meter-Daten" Zählerdaten mit Zeitstempel und deren Gültigkeit / Ersatzwertmarkierung jeweils im Eingangszyklus.	DSMS / Proxy	BDA	Energie	sehr hoch		

15	Wetterdaten-Request	HD-Plausi	Publish-Subscribe-Event	Anfrage von Wetterdaten des Integrationsservice für externe (Wetter-) Daten durch das DSMS zur späteren Plausibilisierung mittels Wetterdaten	SPE (BDA)	Integrationsservice für externe Daten	Heterogene Daten, Externe Daten, Wetterdaten, Anfrage	sehr niedrig		Abonnement des Wetterdienstes für eine/mehrere Locations
16	Wetterdaten-Response	HD-Plausi	Publish-Subscribe-Event	Liefern der Wetterdaten (Ort und Zeit abhängig) an das DSMS durch den Integrationsservice für externe (Wetter-) Daten	Integrationsservice für externe Daten	SPE (BDA)	Heterogene Daten, Externe Daten, Wetterdaten, Antwort	niedrig		erwartetes Datenaufkommen sehr Abhängig von der Orts- und Zeitauflösung
17	Plausibilitätswert	HD-Plausi	Zeitreihen-Write	Übertragung eines relativen und absoluten (historischen) Plausibilitätswertes zum Rohdatum (ggf. direkt in EALA-AggRohNS) - ohne zur Plausibilisierung herangezogene Rohdaten	SPE (BDA)	LZA (BDA)	Energie, PV Plausibilität (historisch)	sehr hoch		Identisch zu EALA-Plausi. Fällt für globale Betrachtung weg, da innerhalb des BDA gelöst.
18	Unplausibilitätsevent	HD-Plausi	Publish-Subscribe-Event	Weitergabe des (historischen) Plausibilitätswertes bei Unplausibilität. Die relative und absolute Abweichung, Erzeugerindikator, Zeitstempel, Plausibilisierungsart (historisch)	SPE (BDA)	Visualisierungskomponente	Energie, Event, PV Unplausibilität (historisch)	sehr niedrig		Identisch zu EALA-Plausi

19	Request Smartmeterdaten	LA-StörNS	BDA-Anfrage	Anfrage mit Orts-, Genauigkeits- und Zeitparametern	Störungslokalisierungskomponente	BDA	Energie	niedrig		Daten je Parameter durch LZA aggregiert oder roh
20	Reply Smartmeterdaten	LA-StörNS	BDA-Antwort	Lieferung der SmartMeter-Daten mit Messwert, Messzeitpunkt und Smart-Meter IDs	BDA	Störungslokalisierungskomponente	Energie	hoch		
21	Request NS-Topologie	NS-StörNS	TDM-Anfrage	Anfrage für die NS-Topologie	Störungslokalisierungskomponente	oK-Topologie Modul (bzw. BDA)?	Energie	niedrig		Ähnlich wie in EA-AggNS
22	Reply NS-Topologie	NS-StörNS	TDM-Antwort	Liefert die NS-Topologie als Graph	oK-Topologie Modul (bzw. BDA)?	Störungslokalisierungskomponente	Energie	niedrig	Es muss möglich sein Smartmeterdaten auf den Graphen zu mappen	Ähnlich wie in EA-AggNS
23	Request Adressdaten	LA-StörNS	ADM-Anfrage	Anfrage Adressdaten einer SmartMeter-ID	Störungslokalisierungskomponente	oK-Asset Modul (bzw. BDA)?	Kundendaten	niedrig		
24	Reply Adressdaten	LA-StörNS	ADM-Antwort	Liefert Adressdaten	oK-Asset Modul (bzw. BDA)?	Störungslokalisierungskomponente	Kundendaten	niedrig		
25	BDA-Interne Kommunikation	???	Publish-Subscribe-Event	Streaming Schnittstelle um Daten von der SPE in die LZA zu bekommen.	SPE (BDA)	LZA (BDA)				

26	Config	???	Proprietär	Konfiguration der SPE (z.b. einstellen neuer Anfragen.)		SPE (BDA)				
27	SPE Operator Plugin	???	Proprietär	Falls die SPE das Eingangsformat nicht versteht, kann ein Filter zwischengeschaltet werden.	SPE (BDA)	Extern				

7.2 Bewertungsmatrix Publish –Subscribe-Mechanismus

Funktionale (F) und Nicht-funktionale (NF) Anforderungen mit projektspezifischer Gewichtung (1-5) 0 - unwichtig, ..., 5 - essentiell					Verglichene Technologien: Gewichtung (1-5) 1 - nicht unterstützt, ..., 5 - stark unterstützt							
Nr.	Stichwort	Beschreibung	Prio	Bemerkung	Websockets	MQTT	AMQP-RabbitMQ	Zero-MQ	OPC-UA	Polling mit REST (Longpolling)	Kafka	P/S mit REST aka Ok-Wiki
F1	Pub/Sub funktioniert	Publish Subscribe muss funktionieren	5		5	5	5	5	5	5	5	5
F2	Priorisierbare Messages	Priorisierbare Messages	1		1	1	5	1	1	1	1	1
F3	zentrales Routing	Das P/S muss zentrale Routing Mechanismen unterstützen, d.h. das Modul weiß, wer Events erhalten soll.	1		1	5	5	5	5	1	5	1
NF 1	5min Auslieferungsgarantie	Der Subscriber muss innerhalb von 5 Minuten über das Eintreten eines Domänen-Events informiert werden.	5		5	5	5	5	5	5	5	5
NF 2	5sek Auslieferungsgarantie	Der Subscriber muss innerhalb von 5 Sekunden über das eintreten eines Domänen-Events informiert werden.	5	abhängig vom Verhältnis der Datenmenge zu den Ressourcen und nicht zu der ausgewählten Technologie an sich.	5	5	5	5	5	5	5	5

NF 3	100ms Auslieferungsgarantie	Der Subscriber muss innerhalb von 100ms über das Eintreten eines Domänen-Events informiert werden.	3		5	5	5	5	5	5	5	5
NF 4	Auslieferungsgarantie	Das Event muss mindestens einmal ankommen.	5		2	5	5	2	5	2	5	3
NF 5	Auslieferungsgarantie	Das Event muss genau einmal ankommen	2		1	5	5	1	5	1	5	1
NF 6	Auslieferungsgarantie	Das Event kommt höchstens einmal an.	2		5	5	5	5	5	5	5	5
NF 7	Open Source	Sollte eine Softwareauswahl getroffen werden müssen, ist eine nicht virale Open Source-Lizenz wichtig.	5		5	4	5	5	2	5	5	5
NF 8	Skalierbarkeit	Der Mechanismus muss skalierbar sein	4		1	3	3	5	3	1	5	1
NF 9	asymptotisches Verhalten	Die Last steigt "fastlinear" mit dem Datenaufkommen (und nicht mehr)	0		1	0	5		0		5	
NF 10	Dokumentation und Tooling	Dokumentation und Tooling der Technologie ist einfach zu verwenden und nachvollziehbar.	4		3	2	4	2	3	3	4	3
NF 11	Betrieb und Wartbarkeit	Betrieb und Wartbarkeit sollen einfach sein.	5		4	3	3	3	2	5	3	5
NF 12	Nötiges Wissen	Es soll nicht nötig sein, dass sich Client und Server detailliert im Voraus über den Payload absprechen soll.	1		1	1	1	1	3	1	1	1
NF 13	Sicherheit	Der Mechanismus muss Datenintegrität sicherstellen	5		5	4	4	4	4	5	4	5

NF 14	Sicherheit	Der Mechanismus muss Vertraulichkeit sicherstellen	3		5	4	4	4	4	5	4	5
NF 15	Langfristigkeit	Der Mechanismus soll durch eine lebende Community auch langfristig weiterbetrieben/-entwickelt werden	4		4	2	4	4	5	5	5	5
NF 16	Geringer Aufwand	Möglichst geringer Umfang der zu definierenden Datenstrukturen und Metadaten	2	Ggf. sind standardisierte Schnittstellen sehr kompliziert aufzubauen (OPC -UA - objektorientiert) aber dafür eben Standardisiert, während Proprietäre Schnittstellen ggf. deutlich einfacher zu konzipieren sind.	3	3	3	3	2	3	3	3
NF 17	Verfügbarkeit der Technologie	Die ausgewählte Technologie sollte bereits verfügbar und für Publish Subscribe ausgereift sein	5		2	5	5	4	3	2	5	2
NF 18	Standardisiert	Die Technologie/das Datenformat sollte nicht die Systemlandschaft der Netzbetreiber in bestimmte Aufbauten zwingen, sondern nur sicherstellen, dass über standardisierte Schnittstellen eine Kommunikation erfolgen kann.	5		1	5	5	1	5	1	1	1
		SUMME:	72	AUSWERTUNG:	3,5	4,1	4,4	3,7	3,9	3,6	4,3	3,7
		PLATZ					1				2	

7.3 Webservice-Vermittlung

Funktionale (F) und Nicht-funktionale (NF) Anforderungen mit projektspezifischer Gewichtung (1-5) 0 - unwichtig, ..., 5 - essentiell					Verglichene Technologien: Gewichtung (1-5) 1 - nicht unterstützt, ..., 5 - stark unterstützt					
Nummer	Stichwort	Beschreibung	Prio	Direkt (aber konfigrierbar über Konfigurationsdatei)	localhost + Proxy (Knoten)	Talend ESB einmalig (möglichst dumm / Pipes)	Talend ESB mehrfach (möglichst dumm / Pipes)	Service Discovery zentral	Service Discovery dezentral	Proxy (zentral) mit Backup (Failover)
F1	Verbindung unterschiedlicher Module	Unterschiedliche Module müssen miteinander kommunizieren können	5	5	5	5	5	5	5	5
F2	Load Balancing	Anfragen sollen je nach Bedarf auf verschiedene Module automatisch verteilt werden.	3	1	5	2	2	2	2	5
F3	Load Balancing	Bei Auslastung von Modulen sollen neue Module automatisch gestartet werden können.	2	1	1	1	1	1	1	1
F4	Skalierbarkeit	Die Technologie muss mit Datenvolumen und Modulanzahl skalieren (technisch).	5	5	5	2	3	3	3	2
NF1	Einfache Integrierbarkeit vieler, z.T. wechselnder Module	In der Systemlandschaft wird es zukünftig eine Vielzahl von Modulen (# > 30) geben, die erweitert, ersetzt oder ergänzt werden und zwischen denen trotzdem mit <u>überschaubarem</u> Aufwand Verbindung konfiguriert werden können.	3	3	4	4	4	5	5	4

NF2	Einfache Integrierung in die NDS Evaluationsumgebung	Die Module in der NDS-Evaluationsumgebung werden Vielfältig getauscht werden müssen um die Evaluation mit 3 (2) Netzleitsystemen, 2 Big-Data-Modulen, der Datenstromverarbeitung der Heterogenen Datenintegration und der Datenvisualisierung prüfen zu können. Der Konfigurationsaufwand soll hier überschaubar sein.	2	3	4	4	4	5	5	4
NF3	Cloud-Fähigkeit	Die Vermittlung muss Cloud-Fähig sein.	0	1	3	3	3	5	5	4
NF4	Multimandantenfähigkeit	Eine Mehrmandantenfähigkeit der Vermittlung wird benötigt.	0	3	4	4	4	4	4	4
NF5	Automatische Konfiguration (vs. Manuellem Aufwand (direkt oder ESB))	Die Konfiguration von Verbindungen soll weitestgehend automatisch funktionieren	2	1	1	2	2	3	3	1
NF6	Geringer Manueller Aufwand	Die Konfiguration von Verbindungen soll wenig manuellen Aufwand bedeuten.	4	2	2	3	3	5	5	3
NF7	Open Source	Sollte eine Softwareauswahl getroffen werden müssen, ist eine openSource-Lizenz wichtig, die die angeschlossenen Module nicht zwingt, auch unter der gleichen Lizenz gestellt zu werden.	5	5	5	4	4	5	5	5
NF8	Sicherheit	Der Mechanismus muss Datenintegrität sicherstellen	5	5	4	3	3	4	4	4
NF9	Sicherheit	Der Mechanismus muss Vertraulichkeit sicherstellen	5	5	5	3	3	5	5	5

NF10	Langfristigkeit	Der Mechanismus soll durch eine lebende Community auch langfristig weiterbetrieben/-entwickelt werden	4	5	5	4	4	4	4	5
NF11	Dokumentation und Tooling	Dokumentation und Tooling der Technologie ist einfach zu verwenden und nachvollziehbar (für die Implementierungsphase)	4	3	4	3	3	4	4	4
NF12	Betrieb und Wartbarkeit	Betrieb und Wartbarkeit sollen einfach sein. Z.B. Versionswechsel von Modulen? Rückwärtskompatibilität? Explizit NICHT "Am Leben halten" sondern auch Updates einspielen, Systemlandschaft erweitern.	5	2	4	4	4	4	4	4
NF13	Verfügbarkeit der Technologie	Die ausgewählte Technologie sollte bereits verfügbar und ausgereift sein.	5	5	5	4	4	4	4	5
NF14	Integrierte Sicht über mehrere Daten-Provider	Die Vermittlungsschicht sollte die Konstruktion einer integrierten Sicht über mehrere Data-Provider erlauben.	2	1	1	1	1	1	1	
NF15	Explizite Verbindung	Die Vermittlungsschicht sollte die Verbindung von Konsument mit explizit benannten Data-Providern erlauben.	5	5	5	5	5	5	5	5
NF16	Empfängertransparenz	Das Schreiben von Daten in mehrere Datensenken soll für den Sender transparent (im Sinne von unsichtbar) passieren.	3	1	1	5	5	1	1	1
NF17	Verfügbarkeit	Die Lösung muss hoch verfügbar sein.	5	5	5	2	3	2	4	3

NF18	Datendurchsatz und Skalierbarkeit	Die Lösung darf den Datendurchsatz und die Skalierbarkeit der Endsysteme nicht einschränken.	3	5	4	2	2	4	5	3
NF19	Geringer Implementierungsaufwand	Der Aufwand bei der Implementierung für Modulentwicklung soll möglichst gering sein.	3	3	4	5	5	4	4	4
NF20	Debugbarkeit	Der Mechanismus / die ausgetauschten Daten sollen gut Debugbar sein. Im Speicher abzulesen, wer Sender und Empfänger ist, Sender einfrieren.	2	3	2	4	4	3	3	2
		SUMME:	82	3,74	4,04	3,39	3,51	3,79	3,95	3,72
		PLATZ			1			3	2	

7.4 XSD-Schnittstellenprofil Measurement

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:a="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:sawsdl="http://www.w3.org/ns/sawsdl"
  xmlns="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:m="http://iec.ch/TC57/Measurement#"
  targetNamespace="http://iec.ch/TC57/Measurement#" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation/>
    </xs:annotation>
    <xs:element name="Measurement" type="m:Measurement"/>
    <xs:complexType name="Measurement">
      <xs:sequence>
        <xs:element name="PowerSystemResource" type="m:PowerSystemResource" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:complexType name="Analog" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Analog">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>Analog represents an analog Measurement.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="measurementType" type="m:MeasurementType" minOccurs="1"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.measurementType">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>Specifies the type of measurement. For example, this specifies if the measurement represents an indoor temperature, outdoor temperature, bus voltage, line flow, etc.</xs:documentation>
            <xs:documentation>When the measurementType is set to "Specialization", the type of Measurement is defined in more detail by the specialized class which inherits from Measurement.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="phases" type="m:PhaseCode" minOccurs="0" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.phases">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>Indicates to which phases the measurement applies and avoids the need to use 'measurementType' to also encode phase information (which would explode the types). The phase information in Measurement, along with 'measurementType' and 'phases' uniquely defines a Measurement for a device, based on normal network phase. Their meaning will not change when the computed energizing phasing is changed due to jumpers or other reasons.</xs:documentation>
            <xs:documentation>If the attribute is missing three phases (ABC) shall be assumed.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="unitMultiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="1"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.unitMultiplier">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>The unit multiplier of the measured quantity.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="unitSymbol" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.unitSymbol">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>The unit of measure of the measured quantity.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="AnalogValues" type="m:AnalogValue" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Analog.AnalogValues">
          <xs:annotation>

```

```

                <xs:documentation>The values connected to this
measurement.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="Terminal" type="m:Terminal" minOccurs="0" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.Terminal">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>One or more measurements may be associated with a
terminal in the network.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="AnalogValue" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#AnalogValue">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>AnalogValue represents an analog
MeasurementValue.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValue.timeStamp">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The time when the value was last
updated</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="value" type="xs:float" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#AnalogValue.value">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The value to supervise.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="MeasurementValueQuality" type="m:MeasurementValueQuality"
minOccurs="0" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#MeasurementValue.MeasurementValueQuality">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>A MeasurementValue has a MeasurementValueQuality
associated with it.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="Discrete" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#Discrete">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Discrete represents a discrete Measurement, i.e. a Measurement
representing discrete values, e.g. a Breaker position.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="measurementType" type="m:MeasurementType" minOccurs="1"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.measurementType">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Specifies the type of measurement. For example,
this specifies if the measurement represents an indoor temperature, outdoor temperature, bus
voltage, line flow, etc.</xs:documentation>
                <xs:documentation>When the measurementType is set to "Specialization",
the type of Measurement is defined in more detail by the specialized class which inherits from
Measurement.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="phases" type="m:PhaseCode" minOccurs="0" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.phases">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Indicates to which phases the measurement applies
and avoids the need to use 'measurementType' to also encode phase information (which would explode

```

the types). The phase information in Measurement, along with 'measurementType' and 'phases' uniquely defines a Measurement for a device, based on normal network phase. Their meaning will not change when the computed energizing phasing is changed due to jumpers or other reasons.</xs:documentation>

```

<xs:documentation>If the attribute is missing three phases (ABC) shall be assumed.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="unitMultiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.unitMultiplier">
<xs:annotation>
<xs:documentation>The unit multiplier of the measured quantity.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="unitSymbol" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.unitSymbol">
<xs:annotation>
<xs:documentation>The unit of measure of the measured quantity.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="DiscreteValues" type="m:DiscreteValue" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Discrete.DiscreteValues">
<xs:annotation>
<xs:documentation>The values connected to this measurement.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="Terminal" type="m:Terminal" minOccurs="0" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.Terminal">
<xs:annotation>
<xs:documentation>One or more measurements may be associated with a terminal in the network.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="DiscreteValue" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#DiscreteValue">
<xs:annotation>
<xs:documentation>DiscreteValue represents a discrete MeasurementValue.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:sequence>
<xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValue.timeStamp">
<xs:annotation>
<xs:documentation>The time when the value was last updated</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="value" type="xs:integer" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#DiscreteValue.value">
<xs:annotation>
<xs:documentation>The value to supervise.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="MeasurementValueQuality" type="m:MeasurementValueQuality" minOccurs="0" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValue.MeasurementValueQuality">
<xs:annotation>
<xs:documentation>A MeasurementValue has a MeasurementValueQuality associated with it.</xs:documentation>
</xs:annotation>
```

```

        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="MeasurementType" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#MeasurementType">
    <xs:annotation/>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="Angle">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="LineCurrent">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="LineToLineVoltage">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="PhaseActivePower">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="PhasePower">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="PhaseReactivePower">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="PhaseVoltage">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="SwitchPosition">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Discrete</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="TapPosition">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Discrete</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhaseVoltage">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>

```

```

        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhaseActivePower">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhaseCurrent">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhaseEnergyConsumption">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhaseEnergyDelivery">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhasePower">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhasePowerFactor">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>NDS-Extension for ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ThreePhaseReactivePower">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ENTSO-E CGMES Restriction for
Analog</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
    <xs:complexType name="MeasurementValueQuality" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#MeasurementValueQuality">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Measurement quality flags. Bits 0-10 are defined for substation
automation in draft IEC 61850 part 7-3. Bits 11-15 are reserved for future expansion by that
document. Bits 16-31 are reserved for EMS applications.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="status" type="m:MeasurementValueStatus" minOccurs="0"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#MeasurementValueQuality.status">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Optional entry for correct values. Shows the status
of the value, if everything is correct or something is suspect.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:element>
            <xs:element name="statusdescription" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValueQuality.statusdescription">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>describes the status in a text</xs:documentation>
                </xs:annotation>

```

```

        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="MeasurementValueStatus" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#MeasurementValueStatus">
    <xs:annotation/>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="nok">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The status is nok (not okay), when during measuring,
delivering or processing a failure happens or a failure might result into a wrong
measurement.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ok">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The status is ok, when the value is correctly
measured and delivered.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="PhaseCode" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#PhaseCode">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>An unordered enumeration of phase identifiers. Allows
designation of phases for both transmission and distribution equipment, circuits and loads. The
enumeration, by itself, does not describe how the phases are connected together or connected to
ground. Ground is not explicitly denoted as a phase.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Residential and small commercial loads are often served from
single-phase, or split-phase, secondary circuits. For example of s12N, phases 1 and 2 refer to hot
wires that are 180 degrees out of phase, while N refers to the neutral wire. Through single-phase
transformer connections, these secondary circuits may be served from one or two of the primary
phases A, B, and C. For three-phase loads, use the A, B, C phase codes instead of
s12N.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="A">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Phase A.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="AB">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Phases A and B.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ABC">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Phases A, B, and C.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ABCN">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Phases A, B, C, and N.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ABN">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Phases A, B, and neutral.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="AC">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Phases A and C.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ACN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phases A, C and neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="AN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phases A and neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="B">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phase B.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="BC">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phases B and C.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="BCN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phases B, C, and neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="BN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phases B and neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="C">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phase C.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="CN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Phases C and neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="N">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Neutral phase.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="X">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Unknown non-neutral phase.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="XN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Unknown non-neutral phase plus
neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="XY">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Two unknown non-neutral phases.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="XYN">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Two unknown non-neutral phases plus
neutral.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="none">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>No phases specified.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s1">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Secondary phase 1.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s12">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Secondary phase 1 and 2.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s12N">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Secondary phases 1, 2, and neutral.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s1N">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Secondary phase 1 and neutral.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Secondary phase 2.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s2N">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Secondary phase 2 and neutral.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:complexType name="PowerSystemResource" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#PowerSystemResource">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A power system resource can be an item of equipment such as a switch, an equipment container containing many individual items of equipment such as a substation, or an organisational entity such as sub-control area. Power system resources can have measurements associated.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="mRID" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#IdentifiedObject.mRID">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly recommended.</xs:documentation>
            <xs:documentation>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552 Edition 1, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:element>
            <xs:choice minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#PowerSystemResource.Measurements">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>The measurements associated with this power system resource.</xs:documentation>

```

```

        </xs:annotation>
        <xs:element name="Analog" type="m:Analog" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="">
            <xs:annotation/>
        </xs:element>
        <xs:element name="Discrete" type="m:Discrete" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="">
            <xs:annotation/>
        </xs:element>
    </xs:choice>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="Terminal" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#Terminal">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>An AC electrical connection point to a piece of conducting
equipment. Terminals are connected at physical connection points called connectivity
nodes.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="mRID" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#IdentifiedObject.mRID">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Master resource identifier issued by a model
authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by
using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly
recommended.</xs:documentation>
                <xs:documentation>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to
IEC 61970-552 Edition 1, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM
object elements.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="UnitMultiplier" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#UnitMultiplier">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit
symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit
symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit
symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the
multiple for an entire data type.</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, if a unit symbol is "A2Perh" and the multiplier is
"k", then the value is k(A^2/h), and the multiplier applies to the entire final value, not to any
individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for
the unit type. If one imagines that the symbol "p" represents the derived unit "A2Perh", then
applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kp".</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the
unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not
replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the
unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in
IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an
SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the
proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a
symbol "p", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit
"mp", and not the forbidden unit "mkg".</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="E">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Exa 10**18.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="G">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Giga 10**9.</xs:documentation>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="M">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Mega  $10^{6}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="P">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Peta  $10^{15}$ </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="T">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Tera  $10^{12}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Y">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Yotta  $10^{24}$ </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Z">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Zetta  $10^{21}$ </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="a">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>atto  $10^{-18}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="c">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Centi  $10^{-2}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="d">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Deci  $10^{-1}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="da">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>deca  $10^{1}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="f">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>femto  $10^{-15}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="h">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>hecto  $10^{2}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="k">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Kilo  $10^{3}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="m">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Milli  $10^{-3}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```

        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="micro">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Micro  $10^{-6}$ .</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="n">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Nano  $10^{-9}$ .</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="none">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>No multiplier or equivalently multiply by 1.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="p">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Pico  $10^{-12}$ .</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="y">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>yocto  $10^{-24}$ .</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="z">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>zepto  $10^{-21}$ .</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="UnitSymbol" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#UnitSymbol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The derived units defined for usage in the CIM. In some cases, the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F" instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit, the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which a multiplier can be applied as a whole.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>To allow the widest possible range of serializations without requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters "Per". Exponents are written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as in "m<sup>3</sup>" or introducing a symbol as in "m^3". The degree symbol "°" is replaced with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the description for the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Non-SI units are included in list of unit symbols to allow sources of data to be correctly labeled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based units.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="A">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Current in Ampere.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Hz">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Frequency in Hertz (1/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric potential in Volt (W/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Apparent power in Volt Ampere (See also real power and reactive power.)</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VAr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Reactive power in Volt Ampere reactive. The "reactive" or "imaginary" component of electrical power (VIsin(phi)). (See also real power and apparent power).</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note: Different meter designs use different methods to arrive at their results. Some meters may compute reactive power as an arithmetic value, while others compute the value vectorially. The data consumer should determine the method in use and the suitability of the measurement for the intended purpose.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="W">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real power in Watt (J/s). Electrical power may have real and reactive components. The real portion of electrical power ( $I^2R$  or  $VI\cos(\phi)$ ), is expressed in Watts. (See also apparent power and reactive power).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real energy in Watt hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cosPhi">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, dimensionless.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 1: This definition of power factor only holds for balanced systems. See the alternative definition under code 153.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 2 : Beware of differing sign conventions in use between the IEC and EEI. It is assumed that the data consumer understands the type of meter in use and the sign convention in use by the utility.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="deg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle in degrees.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dimension less quantity, e.g. count, per unit, etc.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

7.5 XSD-Schnittstellenprofil SCADASetPointCommand

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:a="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:sawsdl="http://www.w3.org/ns/sawsdl"
  xmlns="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:m="http://iec.ch/TC57/SCADASetPointCommand#"
  targetNamespace="http://iec.ch/TC57/SCADASetPointCommand#" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:annotation/>
  <xs:element name="SCADASetPointCommand" type="m:SCADASetPointCommand"/>
  <xs:complexType name="SCADASetPointCommand">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="PowerSystemResource" type="m:PowerSystemResource" minOccurs="1"
      maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="Command" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#Command">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>A Command is a discrete control used for supervisory
control.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="controlType" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.controlType">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Specifies the type of Control, e.g. BreakerOn/Off,
GeneratorVoltageSetPoint, TieLineFlow etc. The ControlType.name shall be unique among all
specified types and describe the type.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="normalValue" type="xs:integer" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Command.normalValue">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Normal value for Control.value e.g. used for
percentage scaling.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.timeStamp">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The last time a control output was
sent.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="unitMultiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="1"
      maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.unitMultiplier">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The unit multiplier of the controlled
quantity.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="unitSymbol" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.unitSymbol">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The unit of measure of the controlled
quantity.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="value" type="xs:integer" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Command.value">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The value representing the actuator
output.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>

```

```

        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="PowerSystemResource" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#PowerSystemResource">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A power system resource can be an item of equipment such as a switch, an equipment container containing many individual items of equipment such as a substation, or an organisational entity such as sub-control area. Power system resources can have measurements associated.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="mRID" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#IdentifiedObject.mRID">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly recommended.</xs:documentation>
                    <xs:documentation>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552 Edition 1, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                </xs:element>
                <xs:choice minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#PowerSystemResource.Controls">
                    <xs:annotation>
                        <xs:documentation>The controller outputs used to actually govern a regulating device, e.g. the magnetization of a synchronous machine or capacitor bank breaker actuator.</xs:documentation>
                    </xs:annotation>
                    <xs:element name="Command" type="m:Command" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="">
                        <xs:annotation/>
                    </xs:element>
                    <xs:element name="SetPoint" type="m:SetPoint" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="">
                        <xs:annotation/>
                    </xs:element>
                    </xs:choice>
                </xs:sequence>
            </xs:complexType>
            <xs:complexType name="SetPoint" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#SetPoint">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>An analog control that issue a set point value.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:sequence>
                    <xs:element name="controlType" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.controlType">
                        <xs:annotation>
                            <xs:documentation>Specifies the type of Control, e.g. BreakerOn/Off, GeneratorVoltageSetPoint, TieLineFlow etc. The ControlType.name shall be unique among all specified types and describe the type.</xs:documentation>
                        </xs:annotation>
                    </xs:element>
                    <xs:element name="normalValue" type="xs:float" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#SetPoint.normalValue">
                        <xs:annotation>
                            <xs:documentation>Normal value for Control.value e.g. used for percentage scaling.</xs:documentation>
                        </xs:annotation>
                    </xs:element>
                    <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.timeStamp">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>The last time a control output was sent.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="unitMultiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.unitMultiplier">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The unit multiplier of the controlled quantity.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="unitSymbol" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Control.unitSymbol">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>The unit of measure of the controlled quantity.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="value" type="xs:float" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#SetPoint.value">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The value representing the actuator output.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            </xs:element>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:simpleType name="UnitMultiplier" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#UnitMultiplier">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the multiple for an entire data type.</xs:documentation>
            <xs:documentation>For example, if a unit symbol is "A2Perh" and the multiplier is "k", then the value is k(A^2/h), and the multiplier applies to the entire final value, not to any individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for the unit type. If one imagines that the symbol "p" represents the derived unit "A2Perh", then applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kp".</xs:documentation>
            <xs:documentation>For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a symbol "p", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit "mp", and not the forbidden unit "mkg".</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:enumeration value="E">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Exa 10**18.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:enumeration>
            <xs:enumeration value="G">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Giga 10**9.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:enumeration>
            <xs:enumeration value="M">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Mega 10**6.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
        </xs:restriction>
    </xs:simpleType>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="P">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Peta  $10^{15}$ </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="T">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Tera  $10^{12}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Y">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Yotta  $10^{24}$ </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Z">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Zetta  $10^{21}$ </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="a">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>atto  $10^{-18}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="c">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Centi  $10^{-2}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="d">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Deci  $10^{-1}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="da">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>deca  $10^1$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="f">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>femto  $10^{-15}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>hecto  $10^2$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="k">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Kilo  $10^3$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Milli  $10^{-3}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="micro">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Micro  $10^{-6}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>

```

```

<xs:enumeration value="n">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Nano  $10^{-9}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>No multiplier or equivalently multiply by 1.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="p">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pico  $10^{-12}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="y">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>yocto  $10^{-24}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="z">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>zepto  $10^{-21}$ .</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="UnitSymbol" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#UnitSymbol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The derived units defined for usage in the CIM. In some cases, the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F" instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit, the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which a multiplier can be applied as a whole.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>To allow the widest possible range of serializations without requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters "Per". Exponents are written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as in "m<sup>3</sup>" or introducing a symbol as in "m^3". The degree symbol "°" is replaced with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the description for the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Non-SI units are included in list of unit symbols to allow sources of data to be correctly labeled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based units.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="A">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Current in Ampere.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="A2">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Ampere squared ( $A^2$ ).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

```

<xs:enumeration value="A2h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>ampere-squared hour, Ampere-squared
hour.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="A2s">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Ampere squared time in square ampere
(A2s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="APerA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Current, Ratio of Amperages Note: Users may need to
supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mA/A'.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="APerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A/m, magnetic field strength, Ampere per
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Ah">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Ampere-hours, Ampere-hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="As">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Ampere seconds (A·s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Bq">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Radioactivity in Becquerel (1/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Btu">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Energy, British Thermal Unit.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="C">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric charge in Coulomb (A·s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="CPerkg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>exposure (x rays), Coulomb per
kilogram.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="CPerm2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>surface charge density, Coulomb per square
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="CPerm3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>electric charge density, Coulomb per cubic
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="F">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Electric capacitance in Farad
(C/V).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="FPerm">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>permittivity, Farad per metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="G">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Magnetic flux density, Gauss (1 G = 10-4
T).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Gy">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Absorbed dose in Gray (J/kg).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="GyPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>absorbed dose rate, Gray per
second.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="H">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Electric inductance in Henry
(Wb/A).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="HPerm">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>permeability, Henry per metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Hz">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Frequency in Hertz (1/s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="HzPerHz">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Frequency, Rate of frequency change Note: Users may
need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mHz/Hz'.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="HzPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Rate of change of frequency in Hertz per
second.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="J">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Energy in joule (N·m = C·V =
W·s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerK">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Heat capacity in Joule/Kelvin.</xs:documentation>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPerkg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Specific energy, Joule / kg.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPerkgK">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Specific heat capacity, specific entropy, Joule per kilogram Kelvin.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPerm2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Insulation energy density, Joule per square metre or watt second per square metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>energy density, Joule per cubic metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPermol">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>molar energy, Joule per mole.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPermolK">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>molar entropy, molar heat capacity, Joule per mole kelvin.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Energy rate joule per second (J/s),</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="K">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Temperature in Kelvin.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="KPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Temperature change rate in Kelvin per second.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="M">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Length, nautical mile (1 M = 1852 m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Mx">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Magnetic flux, Maxwell (1 Mx = 10-8 Wb).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="N">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>Force in Newton ( $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ ).</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="NPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Surface tension, Newton per
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Nm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Moment of force, Newton metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Oe">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic field, Ørsted (1 Oe =  $(103/4\pi)$ 
A/m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Pa">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure in Pascal ( $\text{N}/\text{m}^2$ ). Note: the absolute or
relative measurement of pressure is implied with this entry. See below for more explicit
forms.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="PaPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure change rate in Pascal per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Pas">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dynamic viscosity, Pascal second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Q">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quantity power, Q.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Qh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quantity energy, Qh.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="S">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Conductance in Siemens.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="SPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Conductance per length ( $\text{F}/\text{m}$ ).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Sv">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dose equivalent in Sievert
(J/kg).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="T">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>Magnetic flux density in Tesla  

(Wb/m2).</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric potential in Volt (W/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volt squared (W2/A2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V2h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>volt-squared hour, Volt-squared-  

hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Apparent power in Volt Ampere (See also real power  

and reactive power.)</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VAh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Apparent energy in Volt Ampere  

hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VAr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Reactive power in Volt Ampere reactive. The  

“reactive” or “imaginary” component of electrical power (VIisin(phi)). (See also real power and  

apparent power).</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note: Different meter designs use different methods  

to arrive at their results. Some meters may compute reactive power as an arithmetic value, while  

others compute the value vectorially. The data consumer should determine the method in use and the  

suitability of the measurement for the intended purpose.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VArh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Reactive energy in Volt Ampere reactive  

hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerHz">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux in Volt per Hertz.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerV">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Voltage, Ratio of voltages Note: Users may need to  

supply a prefix such as ‘m’ to show rates such as ‘mV/V’.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerVA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, PF, the ratio of the active power to  

the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters

```

and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.</xs:documentation>

```

</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerVAr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, PF, the ratio of the active power to the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>electric field strength, Volt per metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Vh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volt-hour, Volt hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Vs">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volt second (Ws/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="W">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real power in Watt (J/s). Electrical power may have real and reactive components. The real portion of electrical power ( $I^2R$  or  $VI\cos(\phi)$ ), is expressed in Watts. (See also apparent power and reactive power.)</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Active power per current flow, watt per Ampere.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerW">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Signal Strength, Ratio of power Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mW/W'.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerm2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Heat flux density, irradiance, Watt per square metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerm2sr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>radiance, Watt per square metre steradian.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPermK">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Thermal conductivity in Watt/metre Kelvin.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPers">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>Ramp rate in Watt per second.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPersr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Radiant intensity, Watt per
steradian.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wb">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux in Weber (V·s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real energy in Watt hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="anglemin">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle, minute.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="anglesec">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle, second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="bar">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure, bar (1 bar = 100 kPa).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cd">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Luminous intensity in candela.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="charPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Data rate (baud) in characters per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="character">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Number of characters.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cosPhi">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, dimensionless.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 1: This definition of power factor only holds
for balanced systems. See the alternative definition under code 153.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 2 : Beware of differing sign conventions in use
between the IEC and EEI. It is assumed that the data consumer understands the type of meter in use
and the sign convention in use by the utility.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="count">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Amount of substance, Counter
value.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="d">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, day = 24 h = 86400 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="dB">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Sound pressure level in decibel. Note: multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="dBm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power level (logarithmic ratio of signal strength , Bel-mW), normalized to 1mW. Note: multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="deg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle in degrees.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="degC">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Relative temperature in degrees Celsius.</xs:documentation>
        <xs:documentation>In the SI unit system the symbol is °C. Electric charge is measured in coulomb that has the unit symbol C. To distinguish degree Celsius from coulomb the symbol used in the UML is degC. Reason for not using °C is the special character ° is difficult to manage in software.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ft3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic foot.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="gPerg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, The ratio of the mass of a solute divided by the mass of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'μ' to express a quantity such as 'μg/g'.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="gal">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, US gallon (1 gal = 231 in3 = 128 fl ounce).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, hour = 60 min = 3600 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ha">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Area, hectare.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kat">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Catalytic activity, katal = mol / s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="katPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>catalytic activity concentration, katal per cubic
metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Mass in kilogram. Note: multiplier "k" is included
in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgPerJ">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Weigh per energy in kilogram/joule (kg/J). Note:
multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-
3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Density in kilogram/cubic metre (kg/m3). Note:
multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-
3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Moment of mass in kilogram metre (kg·m) (first
moment of mass). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC
61850-7-3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgm2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Moment of mass in kilogram square metre (kg·m2)
(Second moment of mass, commonly called the moment of inertia). Note: multiplier "k" is included
in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kn">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Speed, knot (1 kn = 1852/3600)
m/s.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="l">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volume, litre = dm3 = m3/1000.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="lPerh">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volumetric flow rate, litre per
hour.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="lPerl">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Concentration, The ratio of the volume of a solute
divided by the volume of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'μ' to express a
quantity such as 'μL/L'.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```

<xs:enumeration value="lPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate in litre per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="lm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Luminous flux in lumen (cd·sr).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="lx">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Illuminance in lux (lm/m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Length in meter.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Area in square metre (m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m2Pers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Viscosity in metre square / second
(m2/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume in cubic metre (m3).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Compensated">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic metre, with the value compensated for
weather effects.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Perh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate, cubic metre per
hour.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Perkg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Specific volume, cubic metre per kilogram,
v.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Pers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate in cubic metres per second
(m3/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Uncompensated">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic metre, with the value uncompensated
for weather effects.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="mPerm3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Fuel efficiency in metre per cubic metre  

(m/m3).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="mPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Velocity in metre per second  

(m/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="mPers2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Acceleration in metre per second squared  

(m/s2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="min">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, minute = 60 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="mmHg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure, millimeter of mercury (1 mmHg is  

approximately 133.3 Pa).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="mol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Amount of substance in mole.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="molPerkg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, Molality, the amount of solute in  

moles and the amount of solvent in kilograms.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="molPerm3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, The amount of substance  

concentration, (c), the amount of solvent in moles divided by the volume of solution in  

m3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="molPermol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, Molar fraction (?), the ratio of the  

molar amount of a solute divided by the molar amount of the solution.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dimension less quantity, e.g. count, per unit,  

etc.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ohm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric resistance in ohm (V/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ohmPerm">

```

```

        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric resistance per length in ohm per metre
((V/A)/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="ohmm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>resistivity, Ohm metre, (rho).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="onePerHz">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Reciprocal of frequency (1/Hz).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="onePerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Wavenumber, reciprocal metre,
(1/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="ppm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Concentration in parts per
million.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rad">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Plane angle in radian (m/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="radPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Angular velocity in radians per second
(rad/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="radPers2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Angular acceleration, radian per second
squared.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rev">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Amount of rotation, Revolutions.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rotPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Rotations per second (1/s). See also Hz
(1/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time in seconds.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="sPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time, Ratio of time Note: Users may need to supply a
prefix such as 'μ' to show rates such as 'μs/s'</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```
<xs:enumeration value="sr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Solid angle in steradian (m2/m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="therm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Energy, Therm.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="tonne">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>mass, “tonne” or “metric ton” (1000 kg = 1
Mg).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>
```

7.6 XSD-Schnittstellenprofil SmartMeter

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:a="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:sawsdl="http://www.w3.org/ns/sawsdl"
  xmlns="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:m="http://iec.ch/TC57/SmartMeter#"
  targetNamespace="http://iec.ch/TC57/SmartMeter#" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
    <xs:annotation/>
    <xs:element name="SmartMeter" type="m:SmartMeter"/>
    <xs:complexType name="SmartMeter">
        <xs:sequence>
            <xs:element name="MeterReading" type="m:MeterReading" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:complexType name="Meter" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Meter">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Physical asset that performs the metering role of the usage point. Used for measuring consumption and detection of events.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="mRID" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#IdentifiedObject.mRID">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly recommended.</xs:documentation>
                    <xs:documentation>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552 Edition 1, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:element>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:complexType name="MeterReading" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeterReading">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Set of values obtained from the meter.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="Meter" type="m:Meter" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeterReading.Meter">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Meter providing this reading.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:element>
            <xs:element name="Readings" type="m:Reading" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeterReading.Readings">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>All reading values contained within this meter reading.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:element>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:complexType name="Reading" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Reading">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Specific value measured by a meter or other asset, or calculated by a system. Each Reading is associated with a specific ReadingType.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence>
    
```

```

        <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValue.timeStamp">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The time when the value was last
updated</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="value" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#BaseReading.value">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Value of this reading.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="ReadingQualities" type="m:ReadingQuality" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#BaseReading.ReadingQualities">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>All qualities of this reading.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="ReadingType" type="m:ReadingType" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Reading.ReadingType">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Type information for this reading
value.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReadingQuality" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#ReadingQuality">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quality of a specific reading value or interval reading value.
Note that more than one quality may be applicable to a given reading. Typically not used unless
problems or unusual conditions occur (i.e., quality for each reading is assumed to be good unless
stated otherwise in associated reading quality type). It can also be used with the corresponding
reading quality type to indicate that the validation has been performed and
succeeded.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="ReadingQualityType" type="m:ReadingQualityType" minOccurs="1"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#ReadingQuality.ReadingQualityType">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Type of this reading quality.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReadingQualityType" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#ReadingQualityType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Detailed description for a quality of a reading value, produced
by an end device or a system. Values in attributes allow for creation of the recommended codes to
be used for identifying reading value quality codes as follows:
&lt;systemId&gt;.&lt;category&gt;.&lt;subCategory&gt;.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="category" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingQualityType.category">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>High-level nature of the reading value
quality.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>

```

```

</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReadingType" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#ReadingType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Detailed description for a type of a reading value. Values in
attributes allow for the creation of recommended codes to be used for identifying reading value
types as follows:
&lt;macroPeriod&gt;.&lt;aggregate&gt;.&lt;measuringPeriod&gt;.&lt;accu-
mulation&gt;.&lt;flowDirection&gt;.&lt;commodity&gt;.&lt;measurementKind&
gt;.&lt;interharmonic.numerator&gt;.&lt;interharmonic.denominator&gt;.&lt;a-
rgument.numerator&gt;.&lt;argument.denominator&gt;.&lt;tou&gt;.&lt;cpp&gt;.
&lt;consumptionTier&gt;.&lt;phases&gt;.&lt;multiplier&gt;.&lt;uni-
t&gt;.&lt;currency&gt;.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="multiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingType.multiplier">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Metering-specific multiplier.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="unit" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingType.unit">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Metering-specific unit.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="UnitMultiplier" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#UnitMultiplier">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit
symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit
symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit
symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the
multiple for an entire data type.</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, if a unit symbol is "A2Perh" and the multiplier is
"k", then the value is k(A^2/h), and the multiplier applies to the entire final value, not to any
individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for
the unit type. If one imagines that the symbol "p" represents the derived unit "A2Perh", then
applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kp".</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the
unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not
replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the
unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in
IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an
SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the
proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a
symbol "p", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit
"mp", and not the forbidden unit "mkg".</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="E">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Exa 10**18.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="G">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Giga 10**9.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="M">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Mega 10**6.</xs:documentation>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="P">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Peta  $10^{15}$ </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="T">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Tera  $10^{12}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Y">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Yotta  $10^{24}$ </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Z">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Zetta  $10^{21}$ </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="a">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>atto  $10^{-18}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="c">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Centi  $10^{-2}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="d">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Deci  $10^{-1}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="da">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>deca  $10^1$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="f">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>femto  $10^{-15}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="h">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>hecto  $10^2$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="k">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Kilo  $10^3$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="m">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Milli  $10^{-3}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="micro">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Micro  $10^{-6}$ .</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="n">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Nano 10**-9.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>No multiplier or equivalently multiply by
1.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="p">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pico 10**-12.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="y">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>yocto 10**-24.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="z">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>zepto 10**-21.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="UnitSymbol" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#UnitSymbol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The derived units defined for usage in the CIM. In some cases,
the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used
instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F"
instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the
formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard
symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit,
the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which
a multiplier can be applied as a whole.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it
were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying
descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>To allow the widest possible range of serializations without
requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format
described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters "Per". Exponents are
written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as in
"m&lt;sup&gt;3&lt;/sup&gt;" or introducing a symbol as in "m^3". The degree symbol "°" is replaced
with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the
description for the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Non-SI units are included in list of unit symbols to allow
sources of data to be correctly labeled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is
reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit
symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based
units.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="A">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Current in Ampere.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="A2">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Ampere squared (A2).</xs:documentation>
            </xs:annotation>

```

```

        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="A2h">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>ampere-squared hour, Ampere-squared
hour.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="A2s">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Ampere squared time in square ampere
(A2s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="APerA">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Current, Ratio of Amperages Note: Users may need to
supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mA/A'.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="APerm">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>A/m, magnetic field strength, Ampere per
metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Ah">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Ampere-hours, Ampere-hours.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="As">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Ampere seconds (A·s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Bq">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Radioactivity in Becquerel (1/s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Btu">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Energy, British Thermal Unit.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="C">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Electric charge in Coulomb (A·s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="CPerkg">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>exposure (x rays), Coulomb per
kilogram.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="CPerm2">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>surface charge density, Coulomb per square
metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="CPerm3">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>electric charge density, Coulomb per cubic
metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    
```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="F">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric capacitance in Farad
(C/V).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="FPerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>permittivity, Farad per metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="G">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Magnetic flux density, Gauss (1 G = 10-4
T).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Gy">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Absorbed dose in Gray (J/kg).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="GyPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>absorbed dose rate, Gray per
second.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="H">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric inductance in Henry
(Wb/A).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="HPerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>permeability, Henry per metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Hz">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Frequency in Hertz (1/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="HzPerHz">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Frequency, Rate of frequency change Note: Users may
need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mHz/Hz'.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="HzPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Rate of change of frequency in Hertz per
second.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="J">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Energy in joule (N·m = C·V =
W·s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="JPerK">
        <xs:annotation>

```

```

                <xs:documentation>Heat capacity in Joule/Kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerkg">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Specific energy, Joule / kg.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerkgK">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Specific heat capacity, specific entropy, Joule per
kilogram Kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerm2">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Insulation energy density, Joule per square metre or
watt second per square metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerm3">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>energy density, Joule per cubic
metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPermolk">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>molar energy, Joule per mole.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPermolkK">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>molar entropy, molar heat capacity, Joule per mole
kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Energy rate joule per second
(J/s),</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="K">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Temperature in Kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="KPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Temperature change rate in Kelvin per
second.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="M">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Length, nautical mile (1 M = 1852
m).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Mx">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Magnetic flux, Maxwell (1 Mx = 10-8
Wb).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    
```

```

<xs:enumeration value="N">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Force in Newton ( $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ ).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="NPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Surface tension, Newton per
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Nm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Moment of force, Newton metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Oe">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic field, Ørsted (1 Oe = (103/4p)
A/m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Pa">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure in Pascal ( $\text{N}/\text{m}^2$ ). Note: the absolute or
relative measurement of pressure is implied with this entry. See below for more explicit
forms.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="PaPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure change rate in Pascal per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Pas">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dynamic viscosity, Pascal second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Q">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quantity power, Q.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Qh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quantity energy, Qh.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="S">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Conductance in Siemens.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="SPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Conductance per length ( $\text{F}/\text{m}$ ).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Sv">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dose equivalent in Sievert
(J/kg).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>

```

```

<xs:enumeration value="T">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux density in Tesla  

(Wb/m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric potential in Volt (W/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volt squared (W2/A2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="V2h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>volt-squared hour, Volt-squared-  

hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Apparent power in Volt Ampere (See also real power  

and reactive power.)</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VAh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Apparent energy in Volt Ampere  

hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VAr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Reactive power in Volt Ampere reactive. The  

“reactive” or “imaginary” component of electrical power (VIsin(phi)). (See also real power and  

apparent power).</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note: Different meter designs use different methods  

to arrive at their results. Some meters may compute reactive power as an arithmetic value, while  

others compute the value vectorially. The data consumer should determine the method in use and the  

suitability of the measurement for the intended purpose.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VArh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Reactive energy in Volt Ampere reactive  

hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerHz">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux in Volt per Hertz.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerV">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Voltage, Ratio of voltages Note: Users may need to  

supply a prefix such as ‘m’ to show rates such as ‘mV/V’.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerVA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, PF, the ratio of the active power to  

the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters

```

and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.</xs:documentation>

```

</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerVAr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, PF, the ratio of the active power to the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="VPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>electric field strength, Volt per metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Vh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volt-hour, Volt hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Vs">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volt second (Ws/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="W">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real power in Watt (J/s). Electrical power may have real and reactive components. The real portion of electrical power ( $I^2R$  or  $VI\cos(\phi)$ ), is expressed in Watts. (See also apparent power and reactive power.)</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerA">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Active power per current flow, watt per Ampere.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerW">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Signal Strength, Ratio of power Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mW/W'.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerm2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Heat flux density, irradiance, Watt per square metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerm2sr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>radiance, Watt per square metre steradian.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPermK">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Thermal conductivity in Watt/metre Kelvin.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPers">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>Ramp rate in Watt per second.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPersr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Radiant intensity, Watt per
steradian.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wb">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux in Weber (V·s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real energy in Watt hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="anglemin">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle, minute.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="anglesec">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle, second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="bar">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure, bar (1 bar = 100 kPa).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cd">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Luminous intensity in candela.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="charPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Data rate (baud) in characters per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="character">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Number of characters.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cosPhi">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, dimensionless.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 1: This definition of power factor only holds
for balanced systems. See the alternative definition under code 153.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 2 : Beware of differing sign conventions in use
between the IEC and EEI. It is assumed that the data consumer understands the type of meter in use
and the sign convention in use by the utility.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="count">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Amount of substance, Counter
value.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="d">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, day = 24 h = 86400 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="dB">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Sound pressure level in decibel. Note: multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="dBm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power level (logarithmic ratio of signal strength , Bel-mW), normalized to 1mW. Note: multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="deg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle in degrees.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="degC">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Relative temperature in degrees Celsius.</xs:documentation>
        <xs:documentation>In the SI unit system the symbol is °C. Electric charge is measured in coulomb that has the unit symbol C. To distinguish degree Celsius from coulomb the symbol used in the UML is degC. Reason for not using °C is the special character ° is difficult to manage in software.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ft3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic foot.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="gPerg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, The ratio of the mass of a solute divided by the mass of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'μ' to express a quantity such as 'μg/g'.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="gal">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, US gallon (1 gal = 231 in3 = 128 fl ounce).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, hour = 60 min = 3600 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ha">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Area, hectare.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kat">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Catalytic activity, katal = mol / s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="katPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>catalytic activity concentration, katal per cubic
metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Mass in kilogram. Note: multiplier "k" is included
in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgPerJ">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Weigh per energy in kilogram/joule (kg/J). Note:
multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-
3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Density in kilogram/cubic metre (kg/m3). Note:
multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-
3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Moment of mass in kilogram metre (kg·m) (first
moment of mass). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC
61850-7-3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kgm2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Moment of mass in kilogram square metre (kg·m2)
(Second moment of mass, commonly called the moment of inertia). Note: multiplier "k" is included
in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="kn">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Speed, knot (1 kn = 1852/3600)
m/s.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="l">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volume, litre = dm3 = m3/1000.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="lPerh">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volumetric flow rate, litre per
hour.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="lPerl">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Concentration, The ratio of the volume of a solute
divided by the volume of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'μ' to express a
quantity such as 'μL/L'.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```

<xs:enumeration value="lPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate in litre per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="lm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Luminous flux in lumen (cd·sr).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="lx">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Illuminance in lux (lm/m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Length in meter.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Area in square metre (m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m2Pers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Viscosity in metre square / second
(m2/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume in cubic metre (m3).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Compensated">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic metre, with the value compensated for
weather effects.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Perh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate, cubic metre per
hour.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Perkg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Specific volume, cubic metre per kilogram,
v.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Pers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate in cubic metres per second
(m3/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Uncompensated">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic metre, with the value uncompensated
for weather effects.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="mPerm3">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Fuel efficiency in metre per cubic metre  

(m/m3).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="mPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Velocity in metre per second  

(m/s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="mPers2">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Acceleration in metre per second squared  

(m/s2).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="min">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Time, minute = 60 s.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="mmHg">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Pressure, millimeter of mercury (1 mmHg is  

approximately 133.3 Pa).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="mol">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Amount of substance in mole.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="molPerkg">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Concentration, Molality, the amount of solute in  

moles and the amount of solvent in kilograms.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="molPerm3">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Concentration, The amount of substance  

concentration, (c), the amount of solvent in moles divided by the volume of solution in  

m3.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="molPermol">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Concentration, Molar fraction (?), the ratio of the  

molar amount of a solute divided by the molar amount of the solution.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="none">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Dimension less quantity, e.g. count, per unit,  

etc.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ohm">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Electric resistance in ohm (V/A).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="ohmPerm">

```

```

        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric resistance per length in ohm per metre
((V/A)/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="ohmm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>resistivity, Ohm metre, (rho).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="onePerHz">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Reciprocal of frequency (1/Hz).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="onePerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Wavenumber, reciprocal metre,
(1/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="ppm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Concentration in parts per
million.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rad">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Plane angle in radian (m/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="radPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Angular velocity in radians per second
(rad/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="radPers2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Angular acceleration, radian per second
squared.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rev">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Amount of rotation, Revolutions.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rotPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Rotations per second (1/s). See also Hz
(1/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time in seconds.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="sPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time, Ratio of time Note: Users may need to supply a
prefix such as 'μ' to show rates such as 'μs/s'</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```
<xs:enumeration value="sr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Solid angle in steradian (m2/m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="therm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Energy, Therm.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="tonne">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>mass, “tonne” or “metric ton” (1000 kg = 1
Mg).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>
```

7.7 XSD-Schnittstellenprofil SmartMeterPlausibility

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xss:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:a="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:sawsdl="http://www.w3.org/ns/sawsdl"
  xmlns="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:m="http://iec.ch/TC57/SmartMeterPlausibility#"
  targetNamespace="http://iec.ch/TC57/SmartMeterPlausibility#" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation/>
  </xs:annotation>
  <xs:element name="SmartMeterPlausibility" type="m:SmartMeterPlausibility"/>
  <xs:complexType name="SmartMeterPlausibility">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="MeterReading" type="m:MeterReading" minOccurs="1"
      maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="Meter" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Meter">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>Physical asset that performs the metering role of the usage point. Used for measuring consumption and detection of events.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="mRID" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#IdentifiedObject.mRID">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly recommended.</xs:documentation>
          <xs:documentation>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552 Edition 1, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="MeterReading" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeterReading">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>Set of values obtained from the meter.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Meter" type="m:Meter" minOccurs="1" maxOccurs="1"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeterReading.Meter">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Meter providing this reading.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="Readings" type="m:Reading" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"
      sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeterReading.Readings">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>All reading values contained within this meter reading.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="Reading" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Reading">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>Specific value measured by a meter or other asset, or calculated by a system. Each Reading is associated with a specific ReadingType.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
  
```

```

        <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValue.timeStamp">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The time when the value was last
updated</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="value" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#BaseReading.value">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Value of this reading.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="ReadingQualities" type="m:ReadingQuality" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#BaseReading.ReadingQualities">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>All qualities of this reading.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="ReadingType" type="m:ReadingType" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Reading.ReadingType">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Type information for this reading
value.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReadingQuality" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#ReadingQuality">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quality of a specific reading value or interval reading value.
Note that more than one quality may be applicable to a given reading. Typically not used unless
problems or unusual conditions occur (i.e., quality for each reading is assumed to be good unless
stated otherwise in associated reading quality type). It can also be used with the corresponding
reading quality type to indicate that the validation has been performed and
succeeded.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="plausibilityValue" type="xs:float" minOccurs="0" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingQuality.plausibilityValue">
            <xs:annotation/>
        </xs:element>
        <xs:element name="source" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingQuality.source">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>System acting as the source of the quality
code.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingQuality.timeStamp">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Date and time at which the quality code was assigned
or ascertained.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="ReadingQualityType" type="m:ReadingQualityType" minOccurs="0"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#ReadingQuality.ReadingQualityType">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Type of this reading quality.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>

```

```

</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReadingQualityType" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingQualityType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Detailed description for a quality of a reading value, produced by an end device or a system. Values in attributes allow for creation of the recommended codes to be used for identifying reading value quality codes as follows:&lt;systemId&gt;.&lt;category&gt;.&lt;subCategory&gt;.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="category" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingQualityType.category">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>High-level nature of the reading value quality.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReadingType" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Detailed description for a type of a reading value. Values in attributes allow for the creation of recommended codes to be used for identifying reading value types as follows:&lt;macroPeriod&gt;.&lt;aggregate&gt;.&lt;measuringPeriod&gt;.&lt;accumulation&gt;.&lt;flowDirection&gt;.&lt;commodity&gt;.&lt;measurementKind&gt;.&lt;interharmonic.numerator&gt;.&lt;interharmonic.denominator&gt;.&lt;argument.numerator&gt;.&lt;argument.denominator&gt;.&lt;tou&gt;.&lt;cpp&gt;.&lt;consumptionTier&gt;.&lt;phases&gt;.&lt;multiplier&gt;.&lt;unit&gt;.&lt;currency&gt;.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="multiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="0" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingType.multiplier">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Metering-specific multiplier.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="unit" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#ReadingType.unit">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Metering-specific unit.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="UnitMultiplier" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#UnitMultiplier">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the multiple for an entire data type.</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, if a unit symbol is "A2Perh" and the multiplier is "k", then the value is k(A^2/h), and the multiplier applies to the entire final value, not to any individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for the unit type. If one imagines that the symbol "b" represents the derived unit "A2Perh", then applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kb".</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a symbol "P", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit "mP", and not the forbidden unit "mkg".

```
</xs:annotation>
<xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="E">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Exa 10**18.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="G">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Giga 10**9.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="M">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Mega 10**6.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="P">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Peta 10**15</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="T">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Tera 10**12.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Y">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Yotta 10**24</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Z">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Zetta 10**21</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="a">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>atto 10**-18.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="c">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Centi 10**-2.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="d">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Deci 10**-1.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="da">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>deca 10**1.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="f">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>femto 10**-15.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="h">
```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>hecto 10**2.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="k">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Kilo 10**3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Milli 10**-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="micro">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Micro 10**-6.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="n">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Nano 10**-9.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>No multiplier or equivalently multiply by
1.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="p">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pico 10**-12.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="y">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>yocto 10**-24.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="z">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>zepto 10**-21.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="UnitSymbol" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#UnitSymbol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The derived units defined for usage in the CIM. In some cases,
the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used
instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F"
instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the
formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard
symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit,
the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which
a multiplier can be applied as a whole.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it
were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying
descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>To allow the widest possible range of serializations without
requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format
described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters "Per". Exponents are
written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as in
"m&lt;sup&gt;3&lt;/sup&gt;" or introducing a symbol as in "m^3". The degree symbol "°" is replaced

```

with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the description for the unit symbol.</xs:documentation>

<xs:documentation>Non-SI units are included in list of unit symbols to allow sources of data to be correctly labeled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based units.</xs:documentation>

```

</xs:annotation>
<xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="A">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Current in Ampere.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="A2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Ampere squared ( $A^2$ ).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="A2h">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>ampere-squared hour, Ampere-squared hour.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="A2s">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Ampere squared time in square ampere ( $A^2s$ ).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="APerA">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Current, Ratio of Amperages Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as ' $mA/A$ '.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="APerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>A/m, magnetic field strength, Ampere per metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Ah">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Ampere-hours, Ampere-hours.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="As">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Ampere seconds ( $A \cdot s$ ).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Bq">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Radioactivity in Becquerel (1/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Btu">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Energy, British Thermal Unit.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="C">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric charge in Coulomb ( $A \cdot s$ ).</xs:documentation>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="CPerkg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>exposure (x rays), Coulomb per kilogram.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="CPerm2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>surface charge density, Coulomb per square metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="CPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>electric charge density, Coulomb per cubic metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="F">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric capacitance in Farad (C/V).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="FPerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>permittivity, Farad per metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="G">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Magnetic flux density, Gauss (1 G = 10-4 T).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Gy">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Absorbed dose in Gray (J/kg).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="GyPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>absorbed dose rate, Gray per second.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="H">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric inductance in Henry (Wb/A).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="HPerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>permeability, Henry per metre.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Hz">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Frequency in Hertz (1/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="HzPerHz">
        <xs:annotation>

```

```

                <xs:documentation>Frequency, Rate of frequency change Note: Users may
need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mHz/Hz'.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="HzPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Rate of change of frequency in Hertz per
second.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="J">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Energy in joule (N·m = C·V =
W·s).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerK">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Heat capacity in Joule/Kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerkg">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Specific energy, Joule / kg.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerkgK">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Specific heat capacity, specific entropy, Joule per
kilogram Kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerm2">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Insulation energy density, Joule per square metre or
watt second per square metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPerm3">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>energy density, Joule per cubic
metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPermol">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>molar energy, Joule per mole.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPermolk">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>molar entropy, molar heat capacity, Joule per mole
kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="JPers">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Energy rate joule per second
(J/s),</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="K">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Temperature in Kelvin.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>

```

```

<xs:enumeration value="KPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Temperature change rate in Kelvin per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="M">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Length, nautical mile (1 M = 1852
m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Mx">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux, Maxwell (1 Mx = 10-8
Wb).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="N">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Force in Newton (kg·m/s2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="NPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Surface tension, Newton per
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Nm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Moment of force, Newton metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Oe">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic field, Ørsted (1 Oe = (103/4p)
A/m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Pa">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure in Pascal (N/m2). Note: the absolute or
relative measurement of pressure is implied with this entry. See below for more explicit
forms.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="PaPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure change rate in Pascal per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Pas">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dynamic viscosity, Pascal second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Q">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quantity power, Q.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Qh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Quantity energy, Qh.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="S">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Conductance in Siemens.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="SPerm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Conductance per length (F/m).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Sv">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Dose equivalent in Sievert  

(J/kg).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="T">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Magnetic flux density in Tesla  

(Wb/m2).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="V">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Electric potential in Volt (W/A).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="V2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volt squared (W2/A2).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="V2h">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>volt-squared hour, Volt-squared-  

hours.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="VA">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Apparent power in Volt Ampere (See also real power  

and reactive power.)</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="VAh">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Apparent energy in Volt Ampere  

hours.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="VAr">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Reactive power in Volt Ampere reactive. The  

“reactive” or “imaginary” component of electrical power (VIsin(phi)). (See also real power and  

apparent power).</xs:documentation>
            <xs:documentation>Note: Different meter designs use different methods  

to arrive at their results. Some meters may compute reactive power as an arithmetic value, while  

others compute the value vectorially. The data consumer should determine the method in use and the  

suitability of the measurement for the intended purpose.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="VArh">
        <xs:annotation>

```

```

            <xs:documentation>Reactive energy in Volt Ampere reactive
hours.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="VPerHz">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Magnetic flux in Volt per Hertz.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="VPerV">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Voltage, Ratio of voltages Note: Users may need to
supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mV/V'.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="VPerVA">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Power factor, PF, the ratio of the active power to
the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters
and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being
used and agree on the sign convention in use at any given utility.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="VPerVAr">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Power factor, PF, the ratio of the active power to
the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters
and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being
used and agree on the sign convention in use at any given utility.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="VPerm">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>electric field strength, Volt per
metre.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Vh">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Volt-hour, Volt hours.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="Vs">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Volt second (Ws/A).</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="W">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Real power in Watt (J/s). Electrical power may have
real and reactive components. The real portion of electrical power ( $I^2R$  or  $VI\cos(\phi)$ ), is
expressed in Watts. (See also apparent power and reactive power.)</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="WPerA">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Active power per current flow, watt per
Ampere.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="WPerW">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Signal Strength, Ratio of power Note: Users may
need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mW/W'.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
    
```

```

<xs:enumeration value="WPerm2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Heat flux density, irradiance, Watt per square
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPerm2sr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Radiance, Watt per square metre
steradian.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPermK">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Thermal conductivity in Watt/metre
Kelvin.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Ramp rate in Watt per second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="WPersr">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Radiant intensity, Watt per
steradian.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wb">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Magnetic flux in Weber (V·s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="Wh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Real energy in Watt hours.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="anglemin">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle, minute.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="anglesec">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle, second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="bar">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pressure, bar (1 bar = 100 kPa).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cd">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Luminous intensity in candela.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="charPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Data rate (baud) in characters per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="character">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>Number of characters.</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="cosPhi">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power factor, dimensionless.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 1: This definition of power factor only holds
for balanced systems. See the alternative definition under code 153.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Note 2 : Beware of differing sign conventions in use
between the IEC and EEI. It is assumed that the data consumer understands the type of meter in use
and the sign convention in use by the utility.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="count">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Amount of substance, Counter
value.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="d">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, day = 24 h = 86400 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="dB">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Sound pressure level in decibel. Note: multiplier
“d” is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="dBm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Power level (logarithmic ratio of signal strength ,
Bel-mW), normalized to 1mW. Note: multiplier “d” is included in this unit symbol for
compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="deg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle in degrees.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="degC">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Relative temperature in degrees
Celsius.</xs:documentation>
        <xs:documentation>In the SI unit system the symbol is °C. Electric
charge is measured in coulomb that has the unit symbol C. To distinguish degree Celsius from
coulomb the symbol used in the UML is degC. Reason for not using °C is the special character ° is
difficult to manage in software.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ft3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic foot.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="gPerg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, The ratio of the mass of a solute
divided by the mass of the solution. Note: Users may need use a prefix such a ‘μ’ to express a
quantity such as ‘μg/g’.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="gal">

```

```

<xs:annotation>
    <xs:documentation>Volume, US gallon (1 gal = 231 in3 = 128 fl
ounce).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Time, hour = 60 min = 3600 s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ha">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Area, hectare.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kat">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Catalytic activity, katal = mol /
s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="katPerm3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>catalytic activity concentration, katal per cubic
metre.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kg">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Mass in kilogram. Note: multiplier "k" is included
in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kgPerJ">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Weigh per energy in kilogram/joule (kg/J). Note:
multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-
3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kgPerm3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Density in kilogram/cubic metre (kg/m3). Note:
multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-
3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kgm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Moment of mass in kilogram metre (kg·m) (first
moment of mass). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC
61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kgm2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Moment of mass in kilogram square metre (kg·m2)
(Second moment of mass, commonly called the moment of inertia). Note: multiplier "k" is included
in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="kn">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Speed, knot (1 kn = 1852/3600)
m/s.</xs:documentation>
    </xs:annotation>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="1">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, litre = dm3 = m3/1000.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="1Perh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate, litre per
hour.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="1Perl">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, The ratio of the volume of a solute
divided by the volume of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'μ' to express a
quantity such as 'μL/L'.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="1Pers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate in litre per
second.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="1m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Luminous flux in lumen (cd·sr).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="1x">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Illuminance in lux (lm/m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Length in meter.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Area in square metre (m2).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m2Pers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Viscosity in metre square / second
(m2/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume in cubic metre (m3).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Compensated">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volume, cubic metre, with the value compensated for
weather effects.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m3Perh">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Volumetric flow rate, cubic metre per
hour.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="m3Perkg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Specific volume, cubic metre per kilogram,  

v.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="m3Pers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volumetric flow rate in cubic metres per second  

(m3/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="m3Uncompensated">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Volume, cubic metre, with the value uncompensated  

for weather effects.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="mPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Fuel efficiency in metre per cubic metre  

(m/m3).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="mPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Velocity in metre per second  

(m/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="mPers2">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Acceleration in metre per second squared  

(m/s2).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="min">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time, minute = 60 s.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="mmHg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Pressure, millimeter of mercury (1 mmHg is  

approximately 133.3 Pa).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="mol">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Amount of substance in mole.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="molPerkg">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Concentration, Molality, the amount of solute in  

moles and the amount of solvent in kilograms.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="molPerm3">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Concentration, The amount of substance  

concentration, (c), the amount of solvent in moles divided by the volume of solution in  

m3.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>

```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="molPermol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration, Molar fraction (?), the ratio of the
molar amount of a solute divided by the molar amount of the solution.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Dimension less quantity, e.g. count, per unit,
etc.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ohm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric resistance in ohm (V/A).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ohmPerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Electric resistance per length in ohm per metre
((V/A)/m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ohmm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>resistivity, Ohm metre, (rho).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="onePerHz">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Reciprocal of frequency (1/Hz).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="onePerm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Wavenumber, reciprocal metre,
(1/m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="ppm">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Concentration in parts per
million.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="rad">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Plane angle in radian (m/m).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="radPers">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Angular velocity in radians per second
(rad/s).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="radPers2">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Angular acceleration, radian per second
squared.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="rev">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Amount of rotation, Revolutions.</xs:documentation>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="rotPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Rotations per second (1/s). See also Hz  

(1/s).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="s">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time in seconds.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="sPers">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Time, Ratio of time Note: Users may need to supply a  

prefix such as ‘μ’ to show rates such as ‘μs/s’</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="sr">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Solid angle in steradian (m2/m2).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="therm">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Energy, Therm.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="tonne">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>mass, “tonne” or “metric ton” (1000 kg = 1  

Mg).</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

7.8 XSD-Schnittstellenprofil Weather

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:a="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:sawsdl="http://www.w3.org/ns/sawsdl"
  xmlns="http://langdale.com.au/2005/Message#" xmlns:m="http://iec.ch/TC57/Weather#"
  targetNamespace="http://iec.ch/TC57/Weather#" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation/>
  </xs:annotation>
  <xs:element name="Weather" type="m:Weather"/>
  <xs:complexType name="Weather">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="EnvironmentalMonitoringStation"
        type="m:EnvironmentalMonitoringStation" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="AnalogValue" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#AnalogValue">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>AnalogValue represents an analog
MeasurementValue.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="timeStamp" type="xs:dateTime" minOccurs="1" maxOccurs="1"
        sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#MeasurementValue.timeStamp">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The time when the value was last
updated</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="value" type="xs:float" minOccurs="1" maxOccurs="1"
        sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#AnalogValue.value">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The value to supervise.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="AtmosphericAnalog" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#AtmosphericAnalog">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>Analog (float) measuring an atmospheric
condition.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="kind" type="m:AtmosphericAnalogKind" minOccurs="1"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#AtmosphericAnalog.kind">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Kind of atmospheric analog.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="unitMultiplier" type="m:UnitMultiplier" minOccurs="1"
maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.unitMultiplier">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The unit multiplier of the measured
quantity.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="unitSymbol" type="m:UnitSymbol" minOccurs="1" maxOccurs="1"
        sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Measurement.unitSymbol">
        <xs:annotation>

```

```

                <xs:documentation>The unit of measure of the measured
quantity.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="AnalogValues" type="m:AnalogValue" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Analog.AnalogValues">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The values connected to this
measurement.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="AtmosphericAnalogKind" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#AtmosphericAnalogKind">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Kinds of analogs (floats) measuring an atmospheric
condition.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="ambientTemperature">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The temperature measured b&lt;font
color="#0f0f0f"&gt;y a thermometer exposed to the air in a place sheltered from direct solar
radiation. &lt;/font&gt;Also known as "dry bulb" because&lt;font color="#0f0f0f"&gt; the air
temperature is indicated by a thermometer not affecte&lt;/font&gt;d by the moisture of the
air.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:enumeration>
        <xs:enumeration value="irradianceGlobalHorizontal">
            <xs:annotation/>
        </xs:enumeration>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:complexType name="EnvironmentalMonitoringStation"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#EnvironmentalMonitoringStation">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>An environmental monitoring station, examples of which could be
a weather station or a seismic monitoring station.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="mRID" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#IdentifiedObject.mRID">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Master resource identifier issued by a model
authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by
using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly
recommended.</xs:documentation>
                <xs:documentation>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to
IEC 61970-552 Edition 1, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM
object elements.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="EnvironmentalAnalog" type="m:AtmosphericAnalog" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#EnvironmentalMonitoringStation.EnvironmentalAnalog">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Environmental analog measurement provided by this
monitoring station.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="Location" type="m:Location" minOccurs="1" maxOccurs="1"
sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#EnvironmentalMonitoringStation.Location">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Location of this monitoring
station.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>

```

```

        </xs:annotation>
    </xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="Location" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Location">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The place, scene, or point of something where someone or something has been, is, and/or will be at a given moment in time. It can be defined with one or more position points (coordinates) in a given coordinate system.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="mainAddress" type="m:StreetAddress" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#Location.mainAddress">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Main address of the location.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:element>
        </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="StreetAddress" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#StreetAddress">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>General purpose street and postal address information.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="townDetail" type="m:TownDetail" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#StreetAddress.townDetail">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Town detail.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:element>
        </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="TownDetail" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#TownDetail">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Town details, in the context of address.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:sequence>
        <xs:element name="name" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#TownDetail.name">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Town name.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:element>
        </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="UnitMultiplier" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#UnitMultiplier">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the multiple for an entire data type.</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, if a unit symbol is "A2Perh" and the multiplier is "k", then the value is k(A^2/h), and the multiplier applies to the entire final value, not to any individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for the unit type. If one imagines that the symbol "p" represents the derived unit "A2Perh", then applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kp".</xs:documentation>
        <xs:documentation>For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in</xs:documentation>

```

IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a symbol "P", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit "mP", and not the forbidden unit "mkg".

```
</xs:annotation>
<xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="E">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Exa 10**18.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="G">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Giga 10**9.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="M">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Mega 10**6.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="P">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Peta 10**15</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="T">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Tera 10**12.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Y">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Yotta 10**24</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="Z">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Zetta 10**21</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="a">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>atto 10**-18.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="c">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Centi 10**-2.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="d">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Deci 10**-1.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="da">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>deca 10**1.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
    <xs:enumeration value="f">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>femto 10**-15.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:enumeration>
```

```

</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="h">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>hecto 10**2.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="k">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Kilo 10**3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="m">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Milli 10**-3.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="micro">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Micro 10**-6.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="n">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Nano 10**-9.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="none">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>No multiplier or equivalently multiply by
1.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="p">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Pico 10**-12.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="y">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>yocto 10**-24.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
<xs:enumeration value="z">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>zepto 10**-21.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:enumeration>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="UnitSymbol" sawsdl:modelReference="http://iec.ch/TC57/CIM-
generic#UnitSymbol">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The derived units defined for usage in the CIM. In some cases,
the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used
instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F"
instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the
formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard
symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit,
the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which
a multiplier can be applied as a whole.</xs:documentation>
        <xs:documentation>Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it
were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying
descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.</xs:documentation>
        <xs:documentation>To allow the widest possible range of serializations without
requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format
described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters"Per". Exponents are

```

written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as in "m³" or introducing a symbol as in "m³". The degree symbol "°" is replaced with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the description for the unit symbol.</xs:documentation>

<xs:documentation>Non-SI units are included in list of unit symbols to allow sources of data to be correctly labeled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based units.</xs:documentation>

</xs:annotation>
<xs:restriction base="xs:string">
 <xs:enumeration value="WPerm2">
 <xs:annotation>

 <xs:documentation>Heat flux density, irradiance, Watt per square
metre.</xs:documentation>

 </xs:annotation>
 </xs:enumeration>
 <xs:enumeration value="degC">
 <xs:annotation>

 <xs:documentation>Relative temperature in degrees
Celsius.</xs:documentation>

 <xs:documentation>In the SI unit system the symbol is °C. Electric
charge is measured in coulomb that has the unit symbol C. To distinguish degree Celsius from
coulomb the symbol used in the UML is degC. Reason for not using °C is the special character ° is
difficult to manage in software.</xs:documentation>

 </xs:annotation>
 </xs:enumeration>
</xs:restriction>

</xs:simpleType>

</xs:schema>

7.9 CIM-Beispielnachricht mit Messwerten und Header

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!--XML-Beispieldatei von XMLSpy generiert v2017 rel. 3 sp1 (x64) (http://www.altova.com)-->
<n1:EventMessage xmlns:n1="http://iec.ch/TC57/2011/schema/message"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/Measurement#"
  xsi:schemaLocation="http://iec.ch/TC57/2011/schema/message CIM61968-100-Header.xsd
  http://iec.ch/TC57/Measurement# Measurement.xsd">
  <n1:Header>
    <n1:Verb>changed</n1:Verb>
    <n1:Noun>Measurement</n1:Noun>
    <n1:Revision>1.0.1</n1:Revision>
    <n1:Timestamp>2001-12-17T09:30:47Z</n1:Timestamp>
    <n1:Source>PSI SCADA</n1:Source>
    <n1:User>
      <n1:UserID>PSI Control</n1:UserID>
    </n1:User>
    <n1:MessageID>93c4bdea-feaa-4681-8bf9-66f7b9a7cc4b</n1:MessageID>
  </n1:Header>
  <n1:Payload>
    <cim:Measurement> <!-- Start Beispiel des (SCADA) Measurement -->
    <cim:PowerSystemResource>
      <cim:mRID>String</cim:mRID>
      <cim:Analog>
        <cim:measurementType>ThreePhaseActivePower</cim:measurementType>
        <cim:phases>s1</cim:phases>
        <cim:unitMultiplier>f</cim:unitMultiplier>
        <cim:unitSymbol>W</cim:unitSymbol>
        <cim:AnalogValues>
          <cim:timeStamp>2001-12-17T09:30:47Z</cim:timeStamp>
          <cim:value>3.141590118408203125</cim:value>
          <cim:MeasurementValueQuality>
            <cim:status>ok</cim:status>
            <cim:statusdescription>String</cim:statusdescription>
          </cim:MeasurementValueQuality>
        </cim:AnalogValues>
        <cim:AnalogValues>
          <cim:timeStamp>2001-12-17T09:30:47Z</cim:timeStamp>
          <cim:value>3.141590118408203125</cim:value>
          <cim:MeasurementValueQuality>
            <cim:status>nok</cim:status>
            <cim:statusdescription>String</cim:statusdescription>
          </cim:MeasurementValueQuality>
        </cim:AnalogValues>
        <cim:Terminal>
          <cim:mRID>String</cim:mRID>
        </cim:Terminal>
      </cim:Analog>
      <cim:Discrete>
        <cim:measurementType>ThreePhaseCurrent</cim:measurementType>
        <cim:phases>C</cim:phases>
        <cim:unitMultiplier>m</cim:unitMultiplier>
        <cim:unitSymbol>Hz</cim:unitSymbol>
        <cim:DiscreteValues>
          <cim:timeStamp>2001-12-17T09:30:47Z</cim:timeStamp>
          <cim:value>0</cim:value>
          <cim:MeasurementValueQuality>
            <cim:status>ok</cim:status>
            <cim:statusdescription>String</cim:statusdescription>
          </cim:MeasurementValueQuality>
        </cim:DiscreteValues>
        <cim:DiscreteValues>
          <cim:timeStamp>2001-12-17T09:30:47Z</cim:timeStamp>
          <cim:value>0</cim:value>
        </cim:DiscreteValues>
      </cim:Discrete>
    </cim:PowerSystemResource>
  </n1:Payload>
</n1:EventMessage>
```

```

        <cim:MeasurementValueQuality>
            <cim:status>ok</cim:status>
            <cim:statusdescription>String</cim:statusdescription>
        </cim:MeasurementValueQuality>
    </cim:DiscreteValues>
    <cim:Terminal>
        <cim:mRID>String</cim:mRID>
    </cim:Terminal>
</cim:Discrete>
</cim:PowerSystemResource>
<cim:PowerSystemResource>
    <cim:mRID>String</cim:mRID>
    <cim:Discrete>
        <cim:measurementType>PhaseActivePower</cim:measurementType>
        <cim:phases>C</cim:phases>
        <cim:unitMultiplier>z</cim:unitMultiplier>
        <cim:unitSymbol>deg</cim:unitSymbol>
        <cim:DiscreteValues>
            <cim:timeStamp>2001-12-17T09:30:47Z</cim:timeStamp>
            <cim:value>0</cim:value>
            <cim:MeasurementValueQuality>
                <cim:status>nok</cim:status>
                <cim:statusdescription>String</cim:statusdescription>
            </cim:MeasurementValueQuality>
        </cim:DiscreteValues>
        <cim:DiscreteValues>
            <cim:timeStamp>2001-12-17T09:30:47Z</cim:timeStamp>
            <cim:value>0</cim:value>
            <cim:MeasurementValueQuality>
                <cim:status>ok</cim:status>
                <cim:statusdescription>String</cim:statusdescription>
            </cim:MeasurementValueQuality>
        </cim:DiscreteValues>
        <cim:Terminal>
            <cim:mRID>String</cim:mRID>
        </cim:Terminal>
    </cim:Discrete>
</cim:PowerSystemResource>
</cim:Measurement>  <!-- Ende Beispiel des (SCADA) Measurement -->
    <n1:Format>XML</n1:Format>
</n1:Payload>
</n1:EventMessage>

```