

CGMES-Implementierungsleitfaden

(Leitfaden für Verteilungsnetzbetreiber zur Umsetzung des
Austauschs von Netzmodell­daten im Rahmen der GLDPM)

*Anlage 01B des Dokumentes „Umsetzung der ‚Generation and Load Data
Provision Methodology (GLDPM)‘ in Deutschland“*

50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH

31. Juli 2017 (Version 3.0)

Änderungshistorie

Datum (Version)	Änderungsvermerk
31.07.2017 (3.0)	Veröffentlichte Fassung mit kleineren Änderungen / Korrekturen
06.07.2017 (2.0)	Veröffentlichte Fassung der PG GLDPM
03.07.2017 (1.0)	Fassung für die Veröffentlichung
03.07.2017 (0.6)	Durchsicht durch die PG GLDPM
28.06.2017 (0.5)	Erweiterter Entwurf vor Abschlussredaktion
14.06.2017 (0.4)	Redaktionelle Änderungen
30.05.2017 (0.3)	Entwurf mit Anmerkungen aus dem BDEW Workshop
29.05.2017 (0.2)	Initialer Entwurf (BDEW Workshop)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Zweck und Zielgruppe des Leitfadens	5
3. Abgrenzung zu weiteren Meldungen.....	6
4. Relevanter Standard für Netzmodellierung und Austausch von Netzmodelldaten	6
5. Überblick über den CGME-Standard	7
5.1. Einführung	7
5.2. CGMES-Profile	8
5.3. Eindeutige Identifikation von Netzelementen.....	10
5.4. Node-Breaker- und Bus-Branch-Modellierung.....	13
5.5. Übergabestellen zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetz bzw. zwischen Verteilungsnetzen	15
5.6. Ausgabe von Netzmodellen auf RDF/XML-Dateien.....	16
5.7. Weiterführende Quellen.....	17
5.8. IT-Werkzeuge für die Erstellung und Validierung von Netzmodellen in CIM/CGMES	20
6. Umsetzungshinweise	22
6.1. Koordinierung mit Anschluss-ÜNB und Nachbar-VNB	22
6.2. Mindestanforderungen an die Netzmodelle	22
6.3. Besonderheiten reduzierter Netzmodelle	27
6.4. Validierung der Netzmodelle (Empfehlungen)	28
6.5. Empfehlungen für die Umsetzungsplanung	29
7. Zusammenarbeit bei der Umsetzung	31
8. Quellen.....	31
Anhang.....	33
Glossar und Abkürzungen	34
Kurzübersicht UML.....	37

Abbildungen

Abbildung 1: Beschreibungsebenen des CGME-Standards	7
Abbildung 2: Bezüge zwischen den CGMES-Profilen für GLDPM.....	10
Abbildung 3: Identifikation von Netzelementen (schematisch)	11
Abbildung 4: Exemplarische Bus-Branch- und Node-Breaker-Modellierung	14
Abbildung 5: Beispiele für Übergabepunkte.....	15
Abbildung 6: Beispiel für referenzierte Netzmodelle und CGMES-Profile.....	17
Abbildung 7: Kurzübersicht der in der CGMES-Spezifikation verwendeten UML-Elemente.....	37

Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über CGMES-Profile.....	8
Tabelle 2: CGMES-Dokumentation	19
Tabelle 3: Mindestanforderungen an Netzmodelldaten	23
Tabelle 4: Zusätzliche Anforderungen an reduzierte Netzmodelle.....	27
Tabelle 5: Ausgewählte Empfehlungen für die Umsetzungsplanung.....	29
Tabelle 6: Glossar	34

1. Einleitung

Der vorliegende Leitfaden enthält Informationen für einen Einstieg in die Anwendung des ENTSO-E Common Grid Model Exchange Standards (CGME-Standard, CGMES), der Grundlage für den Austausch von Netzmodelldaten zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetzbetreibern wird.

Der Anlass für diesen Austausch von Netzmodelldaten zwischen den Netzbetreibern ist die EU-Verordnung 2015/1222 mit den zugehörigen Methodenpapieren zur Bildung gemeinsamer Netzmodelle (Common Grid Model Methodology, CGMM) sowie den dafür benötigten Planungsdaten für Erzeugung und Lasten (Generation and Load Data Provision Methodology, GLDPM).

Nach diesen regulatorischen Vorgaben soll in einem ersten Schritt die Allokation von Kapazitäten zwischen den engpassbehafteten europäischen Strommärkten nach einem lastflussbasierten Verfahren auf Grundlage eines integrierten europäischen Netzmodells erfolgen, zu dessen Herstellung relevante Netzmodelle der Verteilungsnetzbetreiber (VNB) mit den Netzmodellen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) zusammengeführt werden müssen. Weitere Anwendungen dieses integrierten Netzmodells werden mit der sukzessiven Inkraftsetzung neuer EU-Regulierung (Network Codes) folgen.

Einordnung in den Gesamtkontext

Dieser Leitfaden ist eine Anlage des Dokuments „Umsetzung der ‚Generation and Load Data Provision Methodology (GLDPM)‘ in Deutschland“. Er gibt eine Einführung in den CGME-Standard und beschreibt wesentliche Anforderungen an die Umsetzung von Netzmodellen und den Austausch von Netzmodelldaten auf Grundlage dieses Standards.

Die Beschreibung des Prozesses für den Netzmodelldaten-Austausch erfolgt in einer gesonderten Anlage [1].

Die relevanten Dokumente sind zusammen mit der deutschsprachigen Fassung der EU-Verordnung 2015/1222, den zugehörigen Methodenpapieren sowie weiteren Informationen zur Umsetzung der EU-Verordnung im deutschen Markt von den ÜNB auf deren gemeinsamer Website <https://www.netztransparenz.de/EU-Network-Codes> veröffentlicht.

2. Zweck und Zielgruppe des Leitfadens

Dieser Leitfaden ist als erste Einführung in die Standards zur Umsetzung des Austauschs von Netzmodelldaten im Rahmen der GLDPM durch die VNB konzipiert.

Der Leitfaden soll die VNB dabei unterstützen, sich eine grundlegende Orientierung in den relevanten, ursprünglich für die Zusammenarbeit von europäischen ÜNB entwickelten, Standards der Netzmodellierung und des Austauschs von Netzmodelldaten zu verschaffen.

Zugleich beschreibt der Leitfaden einige wesentliche Anforderungen an die Netzmodelldaten aus bisherigen Umsetzungserfahrungen und Hinweise der ÜNB, die in den individuellen Umsetzungsprojekten der VNB berücksichtigt werden sollten.

Dabei adressiert dieser Leitfaden die Betreiber der den Übertragungsnetzen direkt unterlagerten Verteilungsnetze, die zur Unterstützung der Kapazitätsberechnungsprozesse gemäß EU-Verordnung 2015/1222 durch Übermittlung geeigneter Netzmodelldaten im Rahmen der nationalen Umsetzung der GLDPM verpflichtet sind.

Der Leitfaden richtet sich bei den VNB an die Personen, die mit der prozessualen und technischen Einrichtung des Austauschs der Netzmodelldaten mit den Anschluss-ÜNB betraut sind, diese Einrichtung unterstützen oder die im späteren Regelbetrieb auch diesen Austausch von Netzmodelldaten operativ durchführen. Dementsprechend werden relevante Grundkenntnisse der Netzmodellierung vorausgesetzt. Der Leitfaden wird auf die Besonderheiten der betreffenden Netzmodelle und Netzmodelldaten fokussiert.

Die europaweit einheitliche **Umsetzungsfrist für die GLDPM ist der 11. Januar 2018**. Zu diesem Zeitpunkt muss der Austausch von Netzmodelldaten getestet und betriebsbereit sein. Die konkrete Umsetzung auf Seiten der VNB erfolgt in bilateraler Abstimmung mit dem jeweiligen Anschluss-ÜNB.

3. Abgrenzung zu weiteren Meldungen

Dieser Leitfaden behandelt den Austausch von Netzmodelldaten.

Die in diesem Leitfaden beschriebenen Inhalte gelten für Netzmodelle und den Austausch von Netzmodelldaten im Rahmen der GLDPM. Eventuell zwischen VNB und ÜNB anderweitig vereinbarter Austausch von Netzmodelldaten, beispielsweise für Netzführung oder Netzplanung, ist davon nicht berührt. Ebenso sind etwaige Mitteilungen zu Netzstrukturdaten aufgrund anderer Regulierung oder Vereinbarungen nicht betroffen.

Der Austausch von zeitreihenbasierten Planungsdaten für Erzeugung und Lasten zur Umsetzung der betreffenden Anforderungen der GLDPM ist gesondert geregelt und betrifft nur die Betreiber der betreffenden Anlagen sowie die ÜNB.

4. Relevanter Standard für Netzmodellierung und Austausch von Netzmodelldaten

Die Umsetzung des Austauschs von Netzmodelldaten gemäß der GLDPM erfolgt ausschließlich in Netzmodellen und daraus erstellten Dateien konform zum **ENTSO-E CGME-Standard**.

Abweichende Realisierungen aufgrund objektiver technischer Umsetzungshindernisse sind nur interimswise möglich und mit den Anschluss-ÜNB bilateral zu vereinbaren.

5. Überblick über den CGME-Standard

5.1. Einführung

Der CGME-Standard ist ein durch die ENTSO-E als Netzwerk der europäischen ÜNB ursprünglich für die Unterstützung der regelzonenübergreifenden Planungs- und Koordinierungsprozesse entwickelter Standard für die Erstellung von Netzmodellen und den dazu gehörigen Austausch von Netzmodelldaten.

Der CGME-Standard basiert auf der Standard-Familie des IEC 61970 CIM (Common Information Model) und erweitert diese, um auch die spezifischen Anforderungen europäischer Netzbetreiber und der europäischen Network Codes zu berücksichtigen. Der CGME-Standard dient dabei der Beschreibung von Netzelementen (Netzbetriebsmittel, Einspeisungen, Lasten etc.), von topologischen Informationen (Schaltmöglichkeiten und konkrete Schaltzustände), von Lastflussmodellen, dynamischen Variablen u.a.m. als Grundlage für Lastfluss- und Kurzschlussberechnungen, dynamische Netzanalysen sowie auf solchen Berechnungen aufbauenden Prozessen wie z.B. Engpassermittlung, Systemsicherheitsanalysen oder Kapazitätsberechnungen.

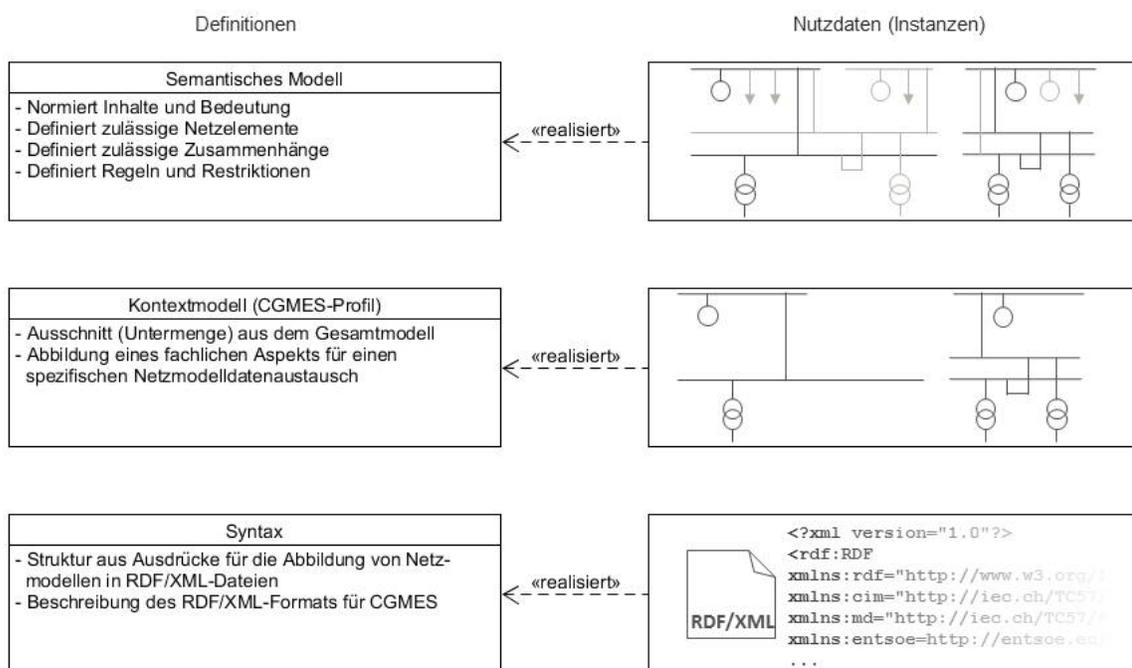


Abbildung 1: Beschreibungsebenen des CGME-Standards

Der Definitionsumfang des CGME-Standards ist in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt.

Der CGME-Standard definiert zuvorderst ein semantisches bzw. konzeptionelles Modell, das die Objekte und elektrischen Zusammenhänge eines Stromnetzes sowie Regeln beschreibt, mit denen ein Netzmodell erstellt werden kann.

Der CGME-Standard definiert des Weiteren verschiedene Kontexte (sogenannte CGMES-Profile, vergleiche Kapitel 5.2), die beschreiben, welche Netzmodelldaten in welchem fachlichen Zusammenhang gemeinsam modelliert werden müssen.

Abschließend legt der CGME-Standard ebenfalls fest, wie die betreffenden Netzmodelle zum Zweck des Austauschs von Netzmodelldaten in Zusammenstellungen von aufeinander beziehenden Dateien in vorgegebenen Dateiformaten ausgegeben werden können.

5.2. CGMES-Profile

CGMES-Profile sind Teilmengen von Objekten, Zusammenhängen und Eigenschaften aus dem gesamten, durch den CGME-Standard abgedeckten, Modellierungsraum, die zur Abbildung eines speziellen Aspekts von Netzmodellen benötigt werden.

Der CGME-Standard unterscheidet in der aktuell gültigen Version zwischen insgesamt neun Profilen: EQ, TP, SSH, SV, DY, DL, GL, EQ_BD, TP_BD, die in der nachstehenden Tabelle 1 kurz umrissen sind.

Tabelle 1: Übersicht über CGMES-Profile

Kurzname	Name	Beschreibung
EQ	Equipment Profile	Beschreibung aller relevanten physischen, elektrischen und/oder mechanischen Teile des Stromnetzes, wie Netzbetriebsmittel, Einspeisungen, Lasten oder auch Äquivalente
TP	Topology Profile	Beschreibung eines betrachteten Schaltzustands eines Stromnetzes bzw. der resultierenden elektrischen Topologie
SSH	Steady State Hypothesis Profile	Alle relevanten Merkmale eines Netzmodells, die erforderlich sind, um auf diesem Netzmodell Lastflussberechnungen ausführen zu können
SV	State Variable Profile	Alle Netzzustandsvariablen, die erforderlich sind, um eine gelöste Lastflussberechnung auszudrücken
DY	Dynamics Profile	Transienten bzw. relevante Merkmale für dynamische Netzanalysen
DL	Diagram Layout Profile	Stützpunkte und Layout für die Erstellung von schematischen Netzbildern
GL	Geographical Location Profile	Stützpunkte für die Erstellung von Geovisualisierungen der Netzmodelle
EQ_BD	Boundary Equipment Profile	Beschreibung der Netzelemente, die nicht lediglich einem Netzbetreiber zugeordnet und folglich zwischen Netzbetreibern abgestimmt modelliert

		sind, analog EQ
TP_BD	Boundary Topology Profile	Abbildung der Topologie an einer Übergabestelle bzw. einer gemeinsam betriebenen Netzgruppe, analog TP

In Abbildung 2 werden die Zusammenhänge zwischen den CGMES-Profilen informell illustriert. Diese Darstellung ist eine Interpretation des CGME-Standards für den vorliegenden Leitfad.

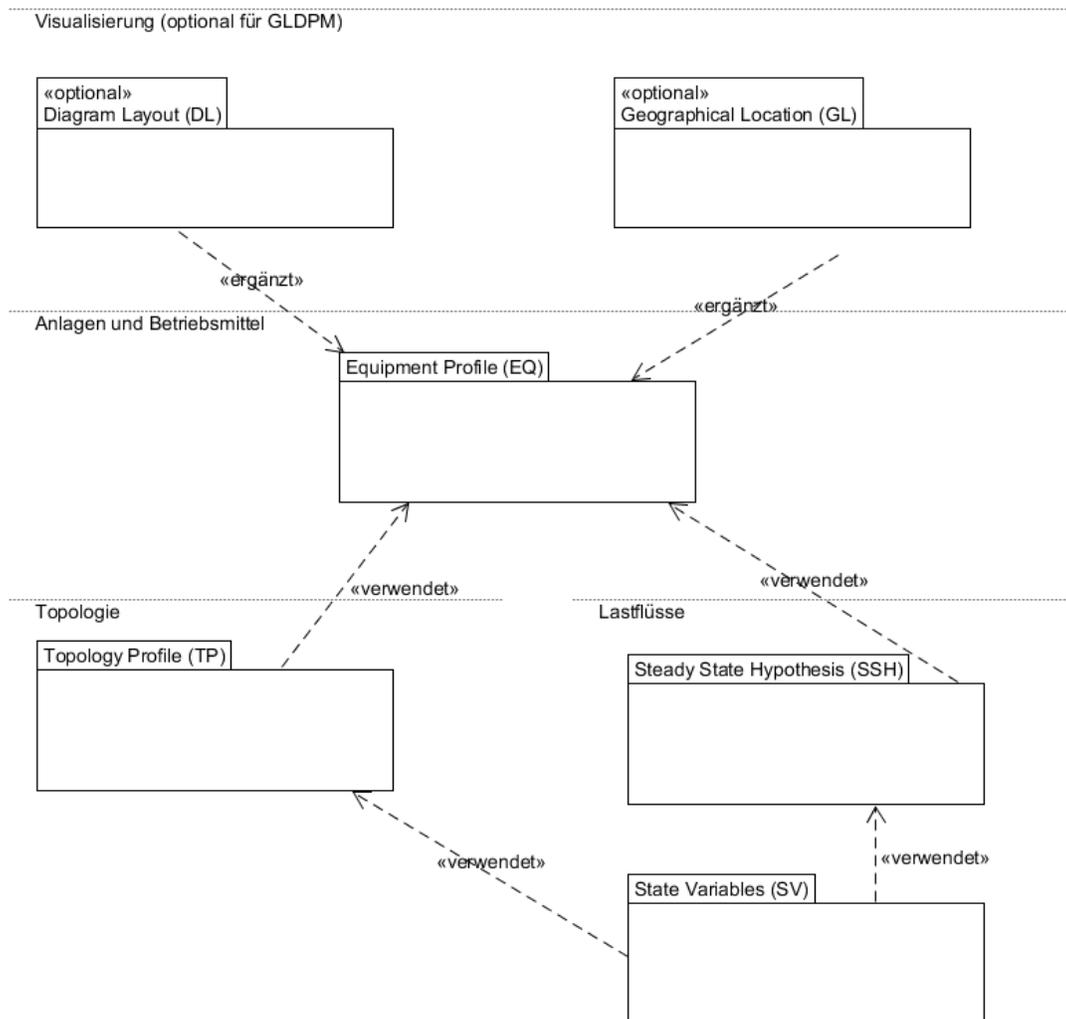


Abbildung 2: Bezüge zwischen den CGMES-Profilen für GLDPM

5.3. Eindeutige Identifikation von Netzelementen

Der CGME-Standard stellt hohe Anforderungen an die eindeutige Identifizierung von Netzelementen.

Jedes in den konform zum CGME-Standard hergestellten Netzmodellen abgebildete identifizierte Objekt benötigt eine global eindeutige und dauerhafte Kennung – den sogenannten **GUID (Globally Unique and Persistent Identifier)**.

Sogenannte **identifizierte Objekte** stehen für physische, elektrische und/oder mechanische Elemente eines Stromnetzes (Netzelemente) sowie für weitere logische oder geographische Objekte, die in Netzmodellen abgebildet werden sollen (vergleiche CGMES-Profil EQ, Kapitel 5.2).

Global eindeutig bedeutet, dass eine vergebene Kennung innerhalb des Netzmodells, aber auch netzmodell- und netzbetreiberübergreifend nicht für mehr als genau ein identifiziertes Objekt verwendet werden darf. Gleichzeitig soll das betreffende identifizierte Objekte in den Netzmodellen nur durch diese eine Kennung bezeichnet werden. Sollten mehrere Netzbetreiber dasselbe identifizierte Objekt in ihren Netzmodellen abbilden müssen, beispielsweise um Übergabestellen zu modellieren oder Netzgebiete zu benennen, muss außerdem sichergestellt werden, dass von allen Beteiligten stets dieselbe Kennung verwendet wird.

Dauerhaft bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Kennung des identifizierten Objekts auch im Zeitverlauf über dessen gesamten Lebenszyklus unverändert und genau diesem identifizierten Objekt zugeordnet bleibt. Die Kennung soll grundsätzlich nicht wiederverwendet werden, wenn das identifizierte Objekt – etwa ein Netzelement im Rahmen einer nicht typgleichen Ersatzmaßnahme – ersetzt wurde, so dass keine Fehlzuzuordnung beispielsweise bei der Analyse historischer Daten erfolgen kann. Von diesem Grundsatz ausgenommen sind ohnehin transiente Daten der CGMES Profile SV und DL (vergleiche Kapitel 5.2).

Die betreffenden Kennungen für identifizierte Objekte sind auf eine maximale Zeichenkettenlänge von 35 alphanumerischen Zeichen (UTF-8 Zeichensatz) beschränkt.

Die ENTSO-E empfiehlt in der CGMES Spezifikation [4], Kapitel 4.1 und [5], Kapitel 1.3.11 die Verwendung von speziellen Bildungsvorschriften, die den Vorgaben von IETF RFC 4122 folgen. Diese Bildungsvorschriften erlauben es ihren Anwendern, relevante Kennungen unabhängig voneinander dezentral zu erstellen und damit gesonderte Aufwände für zentrale GUID-Vergabe und GUID-Verzeichnisse bzw. Aufwände für andere Formen der Koordinierung zwischen Anwendern von Netzmodellen weitgehend zu vermeiden.

Ergänzend zu den Kennungen erlaubt der CGME-Standard die Vergabe von alternativen Benennungen für identifizierte Objekte: Klarnamen, Kurznamen und Beschreibungen (vergleiche [5], Kapitel 1.3.11).

Mit einem Klarnamen (*IdentifiedObject:name*) kann vom Netzbetreiber eine freie Benennung für ein identifiziertes Objekt festgelegt werden, die keiner Eindeutigkeitsbeschränkung unterliegt.

Ein Kurzname (*IdentifiedObject.shortName*) ist auf 12 alphanummerische Zeichen begrenzt und sollte vom Netzbetreiber ergänzend angegeben werden, um identifizierte Objekte in IT-Systemen, beispielsweise in Netzbildern, prägnant zu benennen. Auch für Kurznamen bestehen im CGME-Standard keine Eindeutigkeitsrestriktionen.

Die Klar- und Kurznamen sollten so gewählt werden, dass im Bedarfsfall eine effiziente und fehlerfreie Kommunikation zwischen VNB und Anschluss-ÜNB bzw., wo erforderlich, zwischen VNB ermöglicht wird. Die Klar- und Kurznamen können beispielsweise von den Benennungen der identifizierten Objekte in den operativen Systemen der VNB, also z.B. Netzleit-, Energiemanagement- bzw. SCADA-Systemen, übernommen werden.

Mit Beschreibungen (*IdentifiedObject.description*) können ausführlichere Bemerkungen zu den identifizierten Objekten in Netzmodellen im CGME-Standard hinterlegt werden.

Die genannten Eigenschaften Name, Kurzname und Beschreibung können abhängig von modellierten identifizierten Objekten notwendige oder optionale Eigenschaften sein. Es ist sinnvoll, diese Eigenschaften für alle identifizierten Objekte ausprägen.

Des Weiteren können identifizierte Objekte ergänzend zur GUID mit **ENTSO-E EIC (Energy Identification Codes)** [6] identifiziert werden. Für Einspeiser und Verbraucher, die gemäß GLDPM meldepflichtig sind, sollen die EIC in den Netzmodellen abgebildet werden. Die Verwendung von EIC für die Kennzeichnung von Netzbetriebsmitteln bleibt grundsätzlich optional. Sie sollte jedoch zumindest dann in Betracht gezogen werden, wenn die betreffenden Netzelemente, beispielsweise aufgrund von wiederkehrenden Netzengpässen, speziellen Transparenz- bzw. Meldepflichten unterliegen, zu deren Erfüllung Meldungen unter Angabe von EIC abgegeben werden müssen. EIC dürfen maximal 16 alphanummerische Zeichen umfassen und müssen von der nationalen Vergabestelle zugewiesen werden.

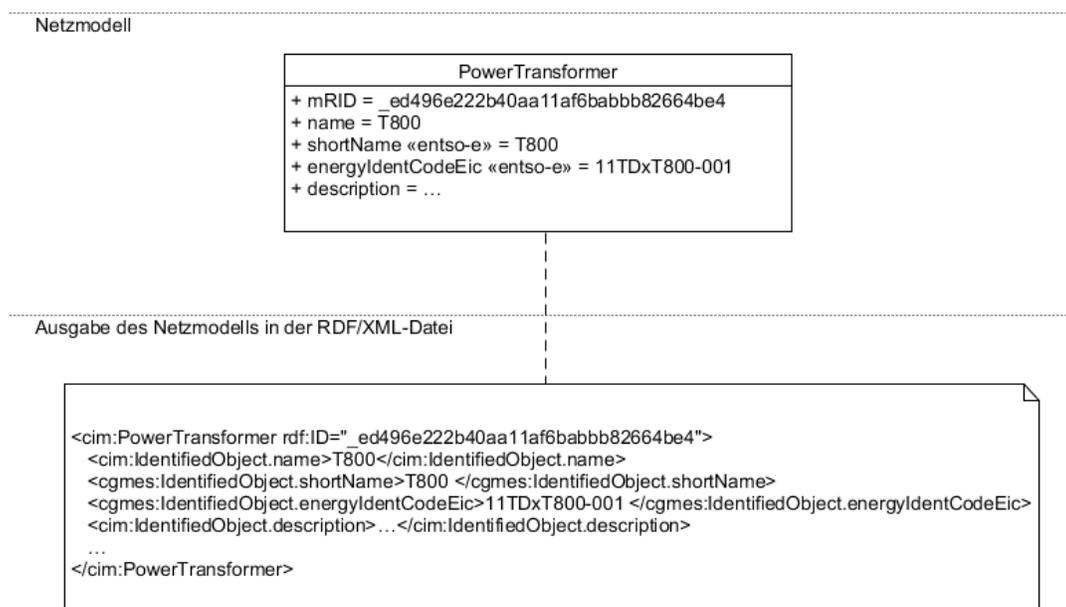


Abbildung 3: Identifikation von Netzelementen (schematisch)

Hinweise für die Umsetzung

Synonyme Begriffe für GUID: In den Spezifikationsdokumenten des CGME-Standards (z.B. [5]) werden die GUID vorwiegend als **mRID (Master Resource Identifier)** bezeichnet. Bei Ausgabe der Netzmodelle in CGMES-konforme RDF/XML-Dateien (siehe Kapitel 5.6) werden diese GUID bzw. mRID auf das notwendige RDF-Attribut **rdf:ID** abgebildet, wenn das identifizierte Objekt im betreffenden CGMES-Profil beschrieben wird. Die GUID werden auf das RDF-Attribut **rdf:about** abgebildet, wenn das CGMES-Profil lediglich auf das identifizierte Objekt referenziert. Die von der ENTSO-E vorgeschlagene Bildungsvorschrift für GUID verweist wiederum auf den IEC CIM-Standard (IEC 61970-552) und den Standard IETF RFC 4122, die beide abweichend auch die Bezeichnung **UUID (Universally Unique Identifier)** verwenden. Losgelöst vom spezifischen Kontext (Netzmodell, Abbildung in Dateien, Bildungsvorschrift) sind alle genannten Bezeichnungen weitestgehend synonym zu verstehen.

GUID-Bildungsvorschrift: Der CGME-Standard überlässt es grundsätzlich den Anwendern, wie die GUID gebildet werden, solange die genannten Anforderungen erfüllt werden. Er gibt jedoch die dringende Empfehlung, die Bildungsvorschriften für GUID entsprechend IETF RFC 4122 anzuwenden, weil diese für die dezentrale Vergabe von Kennungen bereits etabliert sind.

Die ÜNB empfehlen für den Fall, dass GUID insgesamt neu gebildet werden müssen, die Verwendung der in IETF RFC 4122 beschriebenen namensbasierten GUID zumindest für alle dauerhaft modellierten Netzelemente, um die GUID bei Bedarf reproduzieren bzw. gezielt neu vergeben zu können. Bei diesem Verfahren wird die GUID als Hashwert eines zugrundeliegenden Textes berechnet. Dieser Text kann aus Bestandteilen wie Unternehmensname, EIC, Bereichsname, Betriebsmittelklasse, Betriebsmittelname und einem wahlfreien zusätzlichen Unterscheidungsmerkmal zusammengesetzt sein. Für lediglich temporär modellierte identifizierte Netzelemente (z.B. aus der Netzreduktion) kann auch auf zeit- oder zufallsbasierte GUID zurückgegriffen werden.

Mehrfachvergabe-Risiko für GUID: Die nach IETF RFC 4122 gebildeten GUID gelten als soweit eindeutig, dass die Wahrscheinlichkeit einer Mehrfachvergabe dieser GUID als weitgehend vernachlässigbar angenommen wird. Dennoch sollten die VNB geeignete technische und organisatorische Maßnahmen vorsehen, um etwaige eigene Mehrfachvergabe von GUID zu erkennen und zu beheben. Betreffende Plausibilisierungsfunktionen sollten in den Netzmodellgeneratoren von Netzleitsystemen bereits vorhanden und weiternutzbar sein. Sollte eine Mehrfachvergabe von GUID zwischen verschiedenen Netzbetreibern auftreten, werden die Anschluss-ÜNB Kontakt zu den betreffenden VNB aufnehmen und die Behebung im Einzelfall suchen.

Koordinierung der Vergabe von GUID: In wenigen Fällen muss die Vergabe von Kennungen für identifizierte Objekte zwischen Netzbetreibern abgestimmt werden. Dies trifft beispielsweise bei der Modellierung von Übergabestellen zu. Die Netzbetreiber sollten entsprechende Abstimmungen in den Umsetzungsprojekten bzw. auch bei späteren Änderungen an den Netzmodellen einplanen.

Änderungen an Netzbetriebsmitteln und Austausch von Netzbetriebsmitteln: Der CGME-Standard beschreibt nicht ausdrücklich, unter welchen Bedingungen GUID für Netzelemente neu zuzuweisen sind. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass jede technische Änderung an einem Netzbetriebsmittel eine Neuvergabe der betreffenden GUID erfordert. Um den Aufwand gering zu halten, können von diesem Grundsatz abweichend die GUID weitergenutzt werden, wenn die elektrischen Eigenschaften des zugehörigen Netzelements im Netzmodell unverändert bleiben.

Vergabe von EIC: Die Verwendung von EIC wird gegenwärtig nur für einen Teil der identifizierten Objekte im Verteilungsnetz erforderlich sein. EIC zur Kennzeichnung der Netzgebiete nutzen die VNB bereits teilweise in bestehenden Prozessen. EIC für die Kennzeichnung von gemäß GLDPM meldepflichtigen Erzeugern und Verbrauchern können durch die ÜNB bereitgestellt oder vom BDEW [7] bezogen werden. EIC für Netzelemente werden bisher nur durch die ÜNB aufgrund europäischer Prozesse genutzt. Beispiele für die mögliche Mitnutzung von EIC zur Kennzeichnung von Netzelementen durch die VNB sind Übergabestellen oder bedarfsweise vermehrt engpassbehaftete Netzelemente, für die Transparenzmeldungen an europäische Stellen gegeben werden müssen. EIC sind von der ENTSO-E spezifiziert [6]. Die nationale Vergabestelle für EIC in Deutschland ist der BDEW [7].

Namensattribute: Die ausgeprägten Namensattribute sollen die Kommunikation zwischen den VNB und ÜNB bei der Verwendung der Netzmodelle erleichtern. Insoweit ist es sinnvoll, die in den Netzmodellen verwendeten Namen für identifizierte Objekte zwischen VNB und Anschluss-ÜNB abzustimmen, um ein gemeinsames Verständnis zu erzielen und die spätere Zusammenarbeit auf den Netzmodellen zu erleichtern.

Zuordnung von zusätzlichen Kennungen oder Namen: Die CIM- bzw. CGME-Standards lassen es zu, mithilfe sogenannter Erweiterungen (*CIM-Extensions*) die identifizierten Objekte mit ergänzenden Kennungen und/oder Namen zu modellieren und so beispielsweise eine Zuordnung von bereits verwendeten Kennzeichnungssystemen zu GUID herzustellen. Entsprechende Erweiterungen können vom VNB intern genutzt werden. Diese Erweiterungen können jedoch von den ÜNB nicht ausgewertet werden. Entsprechend der Vorgaben des CGME-Standards [4], Kapitel 4.5, werden die den IT-Systemen der Übertragungsnetzbetreiber nicht bekannten Erweiterungen bei der Eingangsverarbeitung ignoriert.

5.4. Node-Breaker- und Bus-Branch-Modellierung

Der CGME-Standard unterstützt mit Node-Breaker- und Bus-Branch-Modellen zwei Arten von Netzmodellen, die sich durch die Modellierungstiefe von Stromnetzen und die resultierende Flexibilität der darauf aufbauenden Netzanalysen unterscheiden.

Die Unterschiede für beide Modellierungen sind in der Abbildung 4 exemplarisch dargestellt.

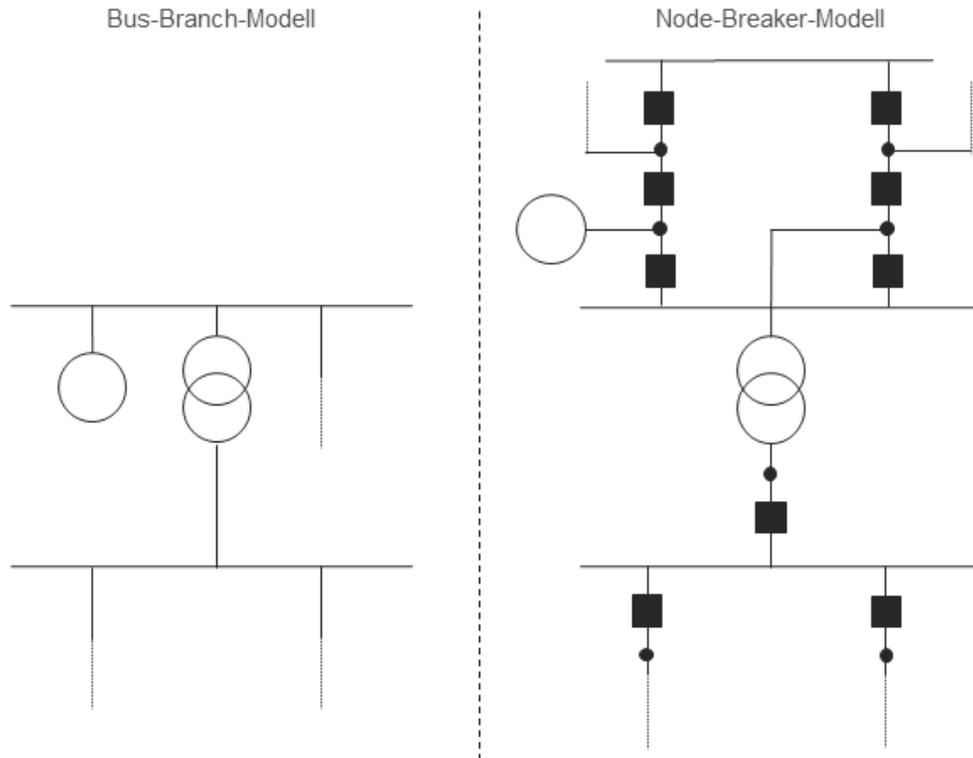


Abbildung 4: Exemplarische Bus-Branch- und Node-Breaker-Modellierung

Die **Node-Breaker-Modellierung** bildet das Stromnetz mit seinen wesentlichen Schaltelementen wie Schaltern und Trennern ab. Die Abbildung entspricht grundsätzlich der Netzrepräsentation, die auch in operativen Systemen wie Netzleit- bzw. Energiemanagement- und SCADA-Systemen üblich ist. Die Abbildung der Schaltelemente in den Netzmodellen erlaubt es, neben der geplanten elektrischen Topologie auch die weiteren möglichen Schaltzustände im Rahmen von Netzanalysen und nachgelagerten Planungen zu berücksichtigen. Aus dieser detaillierten Modellierung folgt eine verbesserte Nachvollziehbarkeit von geplanten Schaltzuständen, daraus resultierend die Möglichkeit der automatischen Ausfallvariantenanalyse sowie eine verbesserte Zuordenbarkeit von Berechnungen in den Netzmodellen zu Messdaten oder Estimationsdaten aus operativen Systemen. Gleichzeitig wird die netzbetreiberübergreifende Kommunikation gefördert, insoweit Schaltzustände oder Schalthandlungen transparent und eindeutig benannt werden können.

Die **Bus-Branch-Modellierung** ist eine vereinfachte Abbildung von Stromnetzen in einer konkreten elektrischen Topologie. Sie ist häufig das Ergebnis einer topologischen Vorverarbeitung von Netzmodellen, die von Netzberechnungswerkzeugen durchgeführt wird, um Lastflussberechnungen effizient ausführen zu können. Nach den angewendeten Vereinfachungen werden beispielsweise Umspannwerke im konkreten Schaltzustand häufig nur noch durch Transformatoren und Sammelschienen der beiden Netzebenen abgebildet. Für Netzsicherheitsbetrachtungen und darauf aufbauende Kapazitätsberechnungen sind Bus-Branch-Modelle nur eingeschränkt verwendbar, da Ausfallvarianten nur in

eingeschränktem Umfang automatisch generiert werden können und folglich abhängig von der jeweiligen Topologie die Ausfallvariantenlisten manuell angepasst werden müssen.

5.5. Übergabestellen zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetz bzw. zwischen Verteilungsnetzen

Die Modellierung von Übergabestellen zwischen Netzen in Verantwortung voneinander verschiedener Netzbetreiber ist im CGME-Standard gesondert geregelt ([4], Kapitel 4.5.7, 4.5.8 und 4.7). Um diese Übergabestellen werden für die Netzbetreiber gemeinsame Netzmodelle erstellt und in separaten CGMES-Profilen (EQ_BD, TP_BD) abgebildet. Diese CGMES-Profile werden beim Integrieren (Mergen) der Netzmodelle der betreffenden Netzbetreiber gesondert verarbeitet.

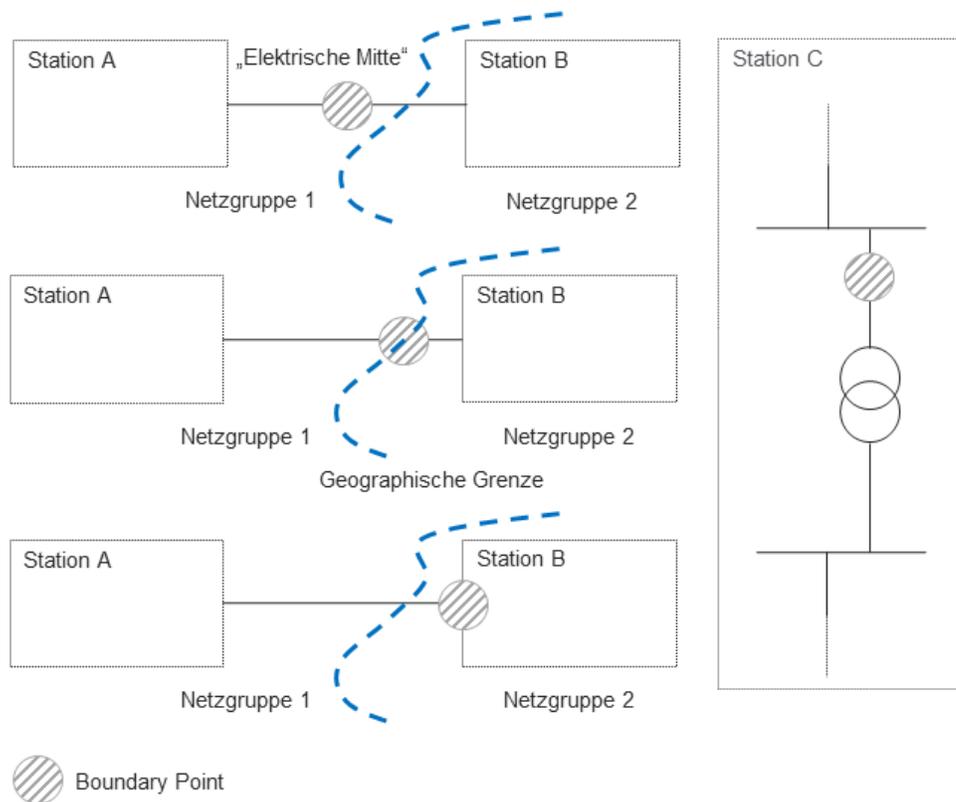


Abbildung 5: Beispiele für Übergabepunkte

Die Modellierung der CGMES-Profile EQ_BD und TP_BD erfolgt grundsätzlich wie in den CGMES-Profilen EQ und TP. Die modellierten Netzelemente und Topologien müssen jedoch zwischen den betreffenden Netzbetreibern abgestimmt werden, was auch die Koordinierung der Verantwortung und Zuständigkeiten für die Inhalte dieser Sonderbereiche mit sich bringt.

Zusätzlich werden in diesen gemeinsamen Netzmodellen die Verantwortungsübergänge zwischen den Netzbetreibern mittels Übergabepunkten, sogenannten **Boundary Points**, ausdrücklich modelliert. Diese Übergabepunkte können auf Zweigen innerhalb des

gemeinsamen Netzmodells relativ frei verortet werden (vergleiche Abbildung 5 und [4], Kapitel 4.7). Falls das EQ_BD- bzw. TP_BD-Profil eine sachgerechte Modellierung der Übergabepunkte nicht ermöglicht (z.B. wenn der Übergabepunkt auf einer Sammelschiene liegt), kann bilateral ein anderes Vorgehen vereinbart werden.

Für die Netzbetreiber auf beiden Seiten der Übergabepunkte werden voneinander unabhängige äquivalente Einspeisungen (*EquivalentInjection*) modelliert. Somit kann jeder Netzbetreiber mit den ihm vorliegenden eigenen Netzmodellen in Verbindung mit dem gemeinsamen (Teil-) Netzmodell Netzberechnungen durchführen, ohne über zusätzliche Daten des Netzmodells des angeschlossenen Netzbetreibers verfügen zu müssen.

Bei Erstellung eines integrierten Netzmodells werden die äquivalenten Einspeisungen entfernt und die Lastflüsse neu berechnet.

5.6. Ausgabe von Netzmodellen auf RDF/XML-Dateien

Die Netzmodelle werden für den Austausch von Netzmodelldateien in RDF/XML-Dateien ausgegeben und in ZIP-Archiven paketiert. Die betreffenden Dateien und Archive sind im CGME-Standard spezifiziert.

Die Ausgabe der Netzmodelle erfolgt dabei grundsätzlich separat für jedes CGMES-Profil logisch und vorbehaltlich anderer konkreter technischer Implementierungen in zwei Stufen:

- Überführen des nativen (d.h. systeminternen) Netzmodells ein CGMES-Modell. Diese CGMES-Modelle können gegen ausführliche Regelsätze (RDFS, XMI, OCL) überprüft werden, beispielsweise auf Vollständigkeit und richtige Zuordnung von Attributen, Vollständigkeit und Zulässigkeit von Objektbeziehungen u.a.m.
- Serialisieren (Ausgeben) des CGMES-Modells in RDF/XML-Dateien. Die erzeugten RDF/ XML-Dateien können auf strukturelle Richtigkeit (Wohlgeformtheit) und Syntax geprüft werden.

Die erzeugten RDF/XML-Dateien sind in einen Kopf- und einen Inhaltsteil strukturiert. Im Kopfteil werden Angaben u.a. zu modellverantwortlichem Ersteller, Erstellungszeitpunkt, Datei- / Modellversion, dem im Inhaltsteil enthaltenen CGMES-Profil sowie die Abhängigkeiten zu früheren Versionen und anderen CGMES-Profilen kodiert. Im Inhaltsteil sind die für das ausgegebene CGMES-Profil relevanten Daten ausgedrückt.

Die erzeugten Dateien für die CGMES-Profile können als sogenannter Full Model Export oder als sogenannter Difference Model Export ausgeführt sein. Der **Full Model Export** enthält dabei alle Daten des betreffenden CGMES-Profils; der **Difference Model Export** jeweils nur die Daten, die von einem referenzierten, früher ausgegebenen Netzmodell abweichen.

Zusammengehörige CGMES-Profile werden mit einem ZIP-Archiv paketiert und gemeinsam übermittelt. Aufgrund der im Kopfteil von RDF/XML-Dateien gemachten Angaben zu Modellabhängigkeiten müssen jedoch nicht mit jedem Austausch von Netzmodelldateien vollständige Zusammenstellungen von CGMES-Profilen übermittelt werden. Es ist möglich, nur die CGMES-Profile auszugeben und zu übermitteln, die gegenüber einer referenzierten früheren Fassung des Netzmodells verändert wurden (vergleiche Abbildung 6).

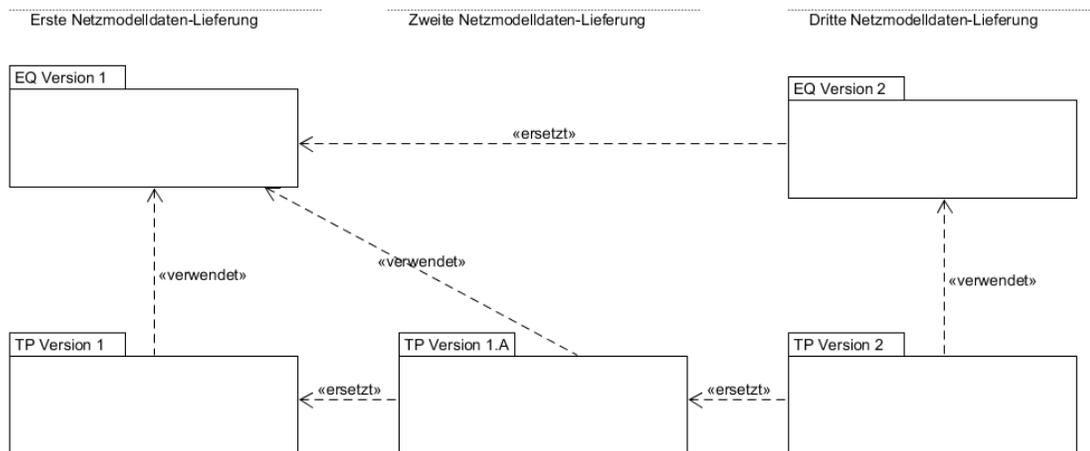


Abbildung 6: Beispiel für referenzierte Netzmodelle und CGMES-Profile

Im CGME-Standard sind die CGMES-Profile und Inhalte aufgrund der im Kopfteil der RDF/XML-Dateien ausgedrückten Daten erschließbar. Daher setzt der CGME-Standard keine Namenskonvention für die erstellten RDF/XML-Dateien und ZIP-Archive voraus.

Hinweis für die Umsetzung

Zusammenstellung von CGMES-Profilen: Für technische Umsetzungen ist es in der Regel einfacher, bei jedem Austausch von Netzmodell- und CGMES-Daten jeweils alle zusammengehörigen CGMES-Profile gemeinsam auszugeben. Dadurch werden netzmodellübergreifende bzw. netzdatenmodellübergreifende Referenzierungen vermieden und es entfällt zusätzlicher Aufwand für sonst erforderliche Validierungen und Konsistenzprüfungen der Referenzen.

Full Model Export versus Difference Model Export: Für den Austausch von Netzmodell- und CGMES-Daten gemäß GLDPM wird nur der Full Model Export unterstützt, vergleiche Kapitel 6.2. Die Ausführungen des CGME-Standards zu Difference Model Export können für den genannten Zweck unberücksichtigt bleiben. Lediglich im Falle der Übermittlung unreduzierter Netzmodelle kann mit dem Anschluss-ÜNB die Lieferung von Differenzdaten bilateral vereinbart werden.

Namenskonventionen: Für eine effiziente Durchführung des Austauschs von Netzmodell- und CGMES-Daten bietet es sich an, entsprechende Konventionen zwischen VNB und Anschluss-ÜNB auszuarbeiten.

5.7. Weiterführende Quellen

Der vorliegende Leitfaden stellt erste grundlegende Informationen für die VNB zusammen und erläutert einige wesentliche umsetzungsrelevante Anforderungen des CGME-Standards aus Sicht der ÜNB. Die hier zusammengestellten Informationen sind einführend bzw. empfehlend.

Die verbindlichen Vorgaben für eine standardkonforme technische Umsetzung von CGMES-konformen Netzmodellen und von CGMES-konformem Austausch von Netzmodelldaten leiten sich vorrangig aus den Spezifikationsdokumenten der ENTSO-E für den CGME-Standard ab, die nachfolgend genannt werden.

Alle für eine Umsetzung erforderlichen Dokumente werden von der ENTSO-E auf ihrer Website [2] und [3] veröffentlicht. Aktuell gilt der CGME-Standard in der Version 2.4.15.

Das führende Dokument ist [4]. Dieses Dokument beschreibt in Form eines Anforderungskataloges die Anforderungen betreffend Netzmodelle, an die Ausgabe dieser Netzmodelle in RDF/XML-Dateien sowie den Standardisierungsprozess innerhalb der ENTSO-E.

Die konkreten Inhalte von modellierbaren Netzelementen, deren Zusammenhängen, Restriktionen und Attribute sind in [5] beschrieben. In üblichen Webbrowsern bzw. mithilfe eines speziellen Modellierungswerkzeugs navigierbare alternative Darstellungen dieses Dokuments werden von der ENTSO-E zum Download bereitgestellt (siehe HTML-Version und EA-Version auf [3]). Die in allen genannten Dokumenten verwendete Notation ist UML (vergleiche [14] und Anhang „Kurzübersicht UML“).

In [8] werden zusätzliche Hinweise gegeben, um die Umsetzungen des CGME-Standards zwischen den Anwendern bzw. durch die IT-Lieferanten weitergehend zu harmonisieren. Das Dokument [9] gibt zusätzliche Erläuterungen, wie die Beziehungen von separat ausgegebenen RDF/XML-Dateien technisch ausgedrückt werden sollen.

Weiterführende Informationen zu den, dem CGME-Standard zugrundeliegenden, IEC CIM-Standards werden von EPRI im Common Information Model Primer [10] gegeben.

Die Spezifikationsdokumente für die IEC CIM-Standards können erworben werden. Die von ENTSO-E veröffentlichten Dokumente und ergänzenden technischen Informationen (siehe Tabelle 2) sind jedoch in der Regel hinreichend für eine Implementierung nach CGME-Standard.

Hinweise für die Umsetzung

Adressat der CGMES Spezifikation: Alle oben genannten von ENTSO-E veröffentlichten Dokumente adressieren wörtlich zumeist ÜNB („Transmission Network Operator“, „TSO“) anstelle der tatsächlichen Anwender des CGME-Standards. Gleichfalls wird häufig von Übertragungsnetzbetreibermodellen gesprochen („TSO Model“), auch wenn der für GLDPM geltende Anwendungsfall des Austauschs von Netzmodelldaten zwischen VNB und ÜNB ausdrücklich vorgesehen ist ([4], Kapitel 3). Die VNB können dementsprechend zumeist „Anwender“ bzw. „eigenes Netzmodell“ in den betreffenden Dokumenten lesen, wenn wörtlich von „Transmission System Operator“ bzw. „TSO“ oder „TSO Model“ gesprochen wird.

Relevanz der CGMES-Dokumente für Anwender und IT-Lieferant: Die nachstehende Tabelle 2 stellt die verfügbaren Dokumentationen im Überblick zusammen und gibt eine unverbindliche Orientierung bezogen auf die Relevanz der jeweiligen Dokumentation für Anwender (Verteilungsnetzbetreiber) und IT-Lieferanten aus gegenwärtiger Sicht der ÜNB.

Tabelle 2: CGMES-Dokumentation

Dokument	Bemerkung	Anwender	IT-Lieferant
Legende: ● – empfohlen, ○ – für die unmittelbare Umsetzung i.d.R. nicht erforderlich			
VO (EU) 2015/1222 zur Festlegung einer Leitlinie für die Kapazitätsvergabe und das Engpassmanagement	Rechtlicher Rahmen für die Einführung der GLDPM und daraus folgendem Austausch von Netzmodelldaten	Ggf. für Auslegung des Umfangs von Netzmodellen	Ggf. als Lastenheftbestandteil (Einleitung, Kontext)
Umsetzung der „Generation and Load Data Provision Methodology (GLDPM)“ in Deutschland	Einführung in die GLDPM, Grundlagen, rechtliche Anforderungen, Verantwortungen etc.	●	○
Prozessbeschreibung „Austausch von Daten für die Netzmodellierung“ [1]	Relevanter Meldungsumfang, Fristen, Fachprozess, technische Prozessanforderungen für die Durchführung des Austauschs von Netzmodelldaten	●	Wenn zugleich für Umsetzung des Datenaustauschs zuständig
Common Grid Model Exchange Standard (CGMES), Version 2.4 [4]	Führendes Dokument, Spezifikation des CGME-Standards	●	●
Detail Description of the CGMES Profiles [5] bzw. HTML- oder EA-Versionen dieses Dokuments auf [3]	Arbeitsdokumente, Erläuterungen des CGME-Standards und detaillierte Beschreibung von Objekten, Beziehungen, Restriktionen, Attributen	●	●
File Header Guidelines [9]	Ergänzende Erläuterungen zur Erstellung von RDF/XML-Dateien, insbesondere der Referenzierung von CGMES-Profilen und Netzmodellen	○	●
RDFS of the CGMES Profiles auf [3]	RDF Schema Definitionen für Netzmodelle als Basis für semantische Validierungen von Netzmodellen	○	●

XMI of the CGMES und/oder OCL Documentation of the CGMES auf [3]	XML Metadata Interchange bzw. Object Constraint Language basierte Formalisierung von CGMES als Basis für Validierungen	○	●
Implementation Guidelines [8]	Praktische Umsetzungshilfe für ausgewählte Netzmodelle, Fragen und Antworten zu speziellen Auslegungen des CGME-Standards	●	●
Phase Shift Transformers Modelling [11]	Umsetzungshilfe für die Modellierung von Phasenschieber-Transformatoren (PST)	Soweit PST für das modellierte Netz relevant	Soweit PST für das modellierte Netz relevant
Quality of CGMES Datasets and Calculations for System Operations [12]	Umsetzungsempfehlungen für die Plausibilisierung und Validierung von Netzmodellen und erstellten Netzmodelldaten	●	●
Common Information Model Primer [10]	Einführende Erläuterungen zum CIM-Standard und in CIM bzw. CGMES weitergenutzten Standards wie RDF, XML	Ggf. für weitergehende Einarbeitung	○
CIM-Standards (IEC 61970-552, 61970-301, 61970-302, 61970-452, 61970-453, 61970-456, 61970-457, 61968-4)	CGMES zugrundeliegender CIM-Standard unterstützend für Auslegungsfragen	○	●

5.8. IT-Werkzeuge für die Erstellung und Validierung von Netzmodellen in CIM/CGMES

Trotz der hohen Spezialisierung von CGMES/CIM sind bereits verschiedene IT-Werkzeuge zur Erstellung und Validierung von Netzmodelldaten auf Basis des CIM- und des CGME-Standards am Markt erhältlich. Eine Marktübersicht kann mit Rücksicht auf den Wettbewerb der IT-Lieferanten nicht veröffentlicht werden.

Darüber hinaus unterstützt eine wachsende Anzahl von IT-Lieferanten den Austausch von Netzmodelldaten entsprechend des CIM-Standards, zunehmend bereits inklusive der Erweiterungen gemäß CGME-Standard, in ihren Produkten, wie beispielsweise in

Netzberechnungswerkzeugen, in Netzleitsystemen bzw. den dort eingebauten Netzberechnungsmodulen.

Die ENTSO-E als verantwortliche Organisation für den CGME-Standard hat ein Zertifizierungsverfahren für IT-Lieferanten eingeführt, in welchem die IT-Lieferanten ihre IT-Lösungen auf konforme Umsetzung des CGME-Standards überprüfen und zertifizieren lassen können.

Die erfolgreich zertifizierten IT-Lösungen werden durch die ENTSO-E in einem zentralen Register [13] (CGMES Conformity Registry) aufgelistet und die erteilten Zertifikate veröffentlicht. Diese Zertifikate zeigen die erreichten Konformitätsbewertungen aufgeschlüsselt nach CGMES-Profilen, damit verbundenen IT-Basis-Funktionen (z.B. Import, Export, Speicherung, Geodatenverwendung) und Netzberechnungsfunktionen (z.B. Lastflussberechnung, Kurzschlussberechnung). Die VNB können in diesem Register prüfen, ob und in welchem Umfang für sie relevante IT-Lieferanten bzw. IT-Lösungen bereits den CGME-Standard unterstützen. Zugleich besteht für die VNB die Möglichkeit, die CGMES-Konformität etwaiger Individualentwicklungen durch die ENTSO-E prüfen und bestätigen zu lassen.

Hinweise für die Umsetzung

Erforderlicher Funktionsumfang: Für die Umsetzung des Austauschs von Netzmodelldaten gemäß GLDPM ist es prinzipiell hinreichend, wenn in einer IT-Lösung durch übliche Mittel der Datenpflege die für Netzmodelle im CGME-Standard geforderten Eigenschaften ergänzt und die dort vorgehaltenen Netzmodelle CGMES-konform in RDF/XML-Dateien ausgeben werden können. Weitergehende Funktionalität muss für den genannten Zweck nicht zwingend CGMES-konform realisiert sein, wenngleich höhere Grade an Unterstützung des CGME-Standards vorteilhaft sind.

Import von CGMES-Profilen EQ_BD, TP_BD: Die für den Austausch von Netzmodelldaten gemäß GLDPM eingesetzten IT-Lösungen sollten zumindest auch den Import der CGMES-Profile EQ_BD und TP_BD sowie das sogenannte Merging der intern vorgehaltenen Netzmodelle mit diesen importierten Netzmodelldaten unterstützen, um mit Veränderungen in diesen, mit anderen Netzbetreibern koordiniert modellierten, Teilen der Netzmodelle effizient umgehen zu können.

Ohne entsprechende Funktionalität müssen die betreffenden CGMES-Profile regelmäßig manuell auf Veränderungen geprüft und die Veränderungen durch geeignete manuelle Datenpflegeprozesse nachgebildet werden.

Liste relevanter Produkte: Auf Anfrage können die ÜNB die VNB informieren, welche IT-Lösungen sie in den eigenen Systemführungs- oder Planungsprozessen einsetzen, um gegebenenfalls relevante Schnittstellenanpassungen bei den VNB zu erleichtern.

CGMES-Konformitätsprüfung: Die ENTSO-E führt Konformitätsprüfungen grundsätzlich nur auf Antrag von IT-Lieferanten, jedoch nicht direkt für Anwender der IT-Lösungen dieser IT-Lieferanten durch. Die Prüfbedingungen, welche die ENTSO-E anwendet, sind in wesentlichen Teilen publiziert [13]. Die VNB können mit ihren IT-Lieferanten gegebenenfalls vereinbaren, die erfolgreiche Durchführung der relevanten Tests nachzuweisen (z.B. bei Individuallösungen) oder eine Zertifizierung bei ENTSO-E zu durchlaufen (z.B. bei Standardlösungen).

Planung für interne Weiternutzung: Die dem CGME-Standard zugrundeliegenden CIM-Standards wurden entwickelt, um den Austausch von Netzmodelldaten zwischen operativen IT-Systemen zu erleichtern. Die Umsetzung des Austauschs von Netzmodelldaten gemäß GLDPM kann die Präzedenz für die Weiternutzung des CGME-Standards für andere Schnittstellen in der IT-Landschaft des VNB oder auch für die Archivierung von Netzmodelldaten schaffen. Der Vorteil einer internen Weiternutzung liegt in der nachhaltigen Einsparung von individuellen bidirektionalen Schnittstellen und der Archivierung von Netzmodelldaten in einem offenen und herstellerunabhängigen Format.

6. Umsetzungshinweise

6.1. Koordinierung mit Anschluss-ÜNB und Nachbar-VNB

Durch Verwendung des CGME-Standards und die unabhängig bildbaren GUID wird der erforderliche Aufwand zur Koordinierung von Netzmodellen und für den Austausch von Netzmodelldaten minimiert. Trotz des Erfordernisses der Herstellung eines integrierten Netzmodells bei den ÜNB kann die Netzmodellierung damit grundsätzlich dezentral durchgeführt werden.

Ausnahmen von diesem Grundsatz sind notwendige bilaterale Abstimmungen von VNB und Anschluss-ÜNB bei der Modellierung von Übergabestellen zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetz sowie gegebenenfalls zwischen VNB, wenn diese gemeinsame Netzgruppen betreiben. Die Abstimmungen sollten bezogen auf die gemeinsamen Netzmodellteile umfassen:

- Definition des gemeinsamen Netzmodells,
- Verantwortungsabgrenzung und Zuständigkeiten für Teile des gemeinsamen Netzmodells,
- Vergabe von GUIDs und Namen im gemeinsamen Netzmodell,
- Detaillierungsgrad der Modellierung und der Modellierungstiefe des Verteilungsnetzes,
- Vergabe von Namensattributen im Netzmodell des Verteilungsnetzes,
- Kodierung von Netzbetreibern und Netzgruppen,
- Austausch zu EIC für nach GLDPM meldepflichtige Erzeuger und Verbraucher sowie gegebenenfalls ausgewählte Netzbetriebsmittel,
- Kodierung von Primärenergiearten,
- Umgang mit gemäß CGME-Standard optionalen Attributen,
- Regelzonenspezifische bzw. verteilungsnetzspezifische Besonderheiten,
- Einführung Namenskonventionen für RDF/XML-Dateien und ZIP-Archive,
- Weiteres abhängig von spezifischen Anforderungen für die Regelzone oder das Verteilungsnetz.

6.2. Mindestanforderungen an die Netzmodelle

Für die Erfüllung der Anforderungen an den Austausch von Netzmodelldaten gemäß GLDPM ist die konforme Umsetzung des CGME-Standards erforderlich. Darüber hinaus muss zumindest sichergestellt sein, dass in den Netzmodellen

- die Zugehörigkeit aller Netzelemente zum jeweiligen VNB gekennzeichnet,

- alle innerhalb des Netzgebiets befindlichen nach GLDPM meldepflichtigen Erzeuger und Verbraucher abgebildet sowie
- alle Erzeuger inklusive Ersatzeinspeisungen mit Angabe des Primärenergieträgers modelliert sind.

Maßgeblich für die Umsetzung des Austauschs von Netzmodelldaten ist letztendlich, dass die vom VNB übermittelten Netzmodelldaten durch die Anschluss-ÜNB fehlerfrei eingelesen und in ein integriertes Netzmodell eingebaut sowie für die relevanten Berechnungen verwendet werden können.

Um die Planung relevanter Umsetzungsprojekte zu unterstützen, haben die ÜNB nachfolgend einen Katalog von Mindestanforderungen erstellt. Diese Mindestanforderungen basieren auf dem gegenwärtigen Kenntnisstand und richten sich im Wesentlichen nach den Erfordernissen des Austauschs von Netzmodelldaten nur für den Zweck der Kapazitätsberechnung (vergleiche Kapitel 1). Es ist möglich, dass aus zukünftig in Kraft tretenden Network Codes weitere Anforderungen an Netzmodelle und den Austausch von Netzmodelldaten folgen, die hier nicht antizipiert werden können.

Tabelle 3: Mindestanforderungen an Netzmodelldaten

Nr.	Anforderung	Priorität
Allgemeines		
A1	Die vom VNB erstellten Netzmodelle müssen gegenwärtig dem CGME-Standard in der Version 2.4.15 entsprechen.	MUSS
A2	Die vom VNB übermittelten Netzmodelldaten (RDF/XML-Dateien, ZIP-Archive) müssen die Anforderungen des CGME-Standards erfüllen.	MUSS
A3	Für jedes CGMES-Profil in den übermittelten Netzmodelldaten müssen die im CGME-Standard als notwendig gekennzeichneten Attribute enthalten sein.	MUSS
A4	Im CGME-Standard als optional gekennzeichnete Attribute müssen entsprechend der bilateralen Abstimmungen zwischen VNB und Anschluss-ÜNB in den Netzmodellen enthalten sein.	MUSS
Kennungen (GUIDs, EIC) und Namen		
K1	Alle identifizierten Objekte des Netzmodells müssen GUIDs aufweisen, die nach einer Bildungsregel entsprechend IETF RFC 4122 gebildet worden sind.	MUSS
K2	Die GUIDs sollten bevorzugt entsprechend der namensbasierten Bildungsregel der IETF RFC 412 hergestellt werden, da diese die Reproduzierbarkeit der GUID ermöglicht.	KANN

K3	Wenn GUIDs namensbasiert gebildet werden, muss ein Namensbestandteil (Textteil des Namens vor Anwendung der Hashberechnung, z.B. eine Versionsnummer oder ein Freitext) vom VNB unabhängig verändert werden können, um Korrekturmöglichkeiten für den Fall von Mehrfachvergaben von GUIDs zu erhalten.	MUSS
K4	Wenn GUIDs namensbasiert gebildet werden, müssen bereits vergebene GUID unverändert fortbestehen, auch wenn der VNB umfirmiert oder dessen Organisationsstrukturen verändert werden.	MUSS
K5	Die GUIDs müssen dauerhaft sein, d.h. für dasselbe identifizierte Objekt (Netzelement) muss dieselbe GUID über alle Netzmodelle des VNB hinweg verwendet werden.	MUSS
K6	Jedes an die Anschluss-ÜNB übermittelte Netzmodell muss mindestens in sich selbst frei von Mehrfachvergaben von GUIDs sein.	MUSS
K7	Die GUIDs sollten für die Gesamtheit aller Netzmodelle des VNB sowohl für dauerhafte als auch für temporäre Netzelemente (letztere aus z.B. der Netzreduktion) frei von Mehrfachvergaben sein.	KANN
K8	Für alle gemäß GLDPM meldepflichtigen Erzeuger und Verbraucher müssen die W-EIC in den Netzmodellen abgebildet sein.	MUSS
K9	In modellierten Übergabestellen zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetz müssen etwaige, vom Anschluss-ÜNB für identifizierte Objekte vergebene T-EIC und A-EIC, in den Netzmodellen enthalten sein.	MUSS
K10	Die Namensattribute (<i>IdentifiedObject:name</i> , <i>IdentifiedObject:shortName</i>) müssen wie zwischen VNB und Anschluss-ÜNB vereinbart verwendet werden.	MUSS
K11	Weitere Namensattribute können für interne Verwendung als CIM- bzw. CGMES-Erweiterungen in die Netzmodelle eingebettet werden. Diese Namensattribute werden durch die Anschluss-ÜNB beim Einlesen bzw. Verarbeiten der Netzmodellldaten ignoriert.	KANN
Geographische Regionen		
G1	Allen identifizierten Objekten müssen geographischen Regionen zugeordnet werden.	MUSS
G2	Das Verteilungsnetzgebiet muss als <i>GeographicalRegion</i> in den Netzmodellen deklariert werden. Wenn kein gebietsbezogener Y-EIC vorliegt, soll bei vollständiger Überdeckung mit dem Netzgebiet der Y-EIC des Bilanzierungsgebiets als Kennung des Verteilungsnetzgebiets verwendet werden. Abweichende Regelungen müssen zwischen VNB und Anschluss-ÜNB vereinbart werden.	MUSS

G3	Einzelne Netzgruppen innerhalb eines Verteilungsnetzgebiets müssen als <i>SubGeographicalRegion</i> in den Netzmodellen gekennzeichnet werden. Die Verwendung von EIC ist in diesem Fall nicht erforderlich.	MUSS
Technische Modellierung		
T1	Die Netzmodelle sollten als Node-Breaker-Modelle erstellt und übermittelt werden, vergleiche Kapitel 6.5.	KANN
T2	In den Netzmodellen müssen alle nach GLDPM meldepflichtigen Erzeuger und Verbraucher im Netzgebiet modelliert sein.	MUSS
T3	Für die nach GLDPM meldepflichtigen Erzeuger müssen die Primärenergieträger angegeben werden.	MUSS
T4	Die nicht gemäß GLDPM meldepflichtigen Erzeuger und Verbraucher müssen als aggregierte primärenergieträgerscharfe Ersatzspeisungen bzw. -lasten modelliert werden.	MUSS
T5	Soweit mit dem Anschluss-ÜNB nicht abweichend vereinbart, müssen die Primärenergieträger mit aktueller Kodierung der ENTSO-E (ENTSO-E Codelists [15], Kapitel 2.3 (<i>AssetType Enumeration</i>)) angegeben werden.	MUSS
T6	An den Übergabestellen zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetz müssen relevante Kurzschlussdaten für die Netzelemente modelliert werden.	MUSS
T7	Entsprechend den Vorgaben des CGME-Standards müssen für Transformatoren alle Stufen modelliert werden.	MUSS
T8	In den Netzmodellen, die für zukünftige (geplante) Netzzustände gelten, müssen die geplanten bzw. nach gegenwärtiger Kenntnis wahrscheinlichsten Transformatorstufungen abgebildet werden.	MUSS
T9	Die Modellierung der Profile EQ_BD und TP_BD zwischen Verteilungs- und Übertragungsnetz muss zwischen VNB und Anschluss-ÜNB abgestimmt werden.	MUSS
Netzmodelldaten-Austausch		
N1	Alle für den Austausch relevanten Netzmodelldaten müssen konform zum CGME-Standard erstellt, in RDF/XML-Dateien ausgegeben und in ZIP-Archiven paketiert werden.	MUSS
N2	Für den Austausch von Netzmodelldaten müssen die CGMES-Profile EQ, EQ_BD, TP, TP_BD, SSH und SV erstellt werden.	MUSS

N3	In einer konkreten Übermittlung von Netzmodell­daten können von den in N2 genannten CGMES-Profilen auch nur diejenigen enthalten sein, die seit einer, mit diesen Netzmodell­daten referenzierten, früheren Übermittlung von Netzmodell­daten verändert wurden. Betreffende Teil­übermittlungen müssen jedoch zwischen VNB und Anschluss-ÜNB abgestimmt werden.	KANN
N4	Die CGMES-Profile EQ_BD und TP_BD müssen separat ausgegeben und über­mittelt werden können.	MUSS
N5	Wurden die CGMES-Profile EQ_BD bzw. TP_BD vom VNB in dessen IT-System importiert, so müssen sie (verglichen mit dem Import) inhaltlich identisch und vollständig wieder ausgegeben werden können. D.h., aus etwaigen, z.B. aus der Datenhaltung im konkreten IT-System begründeten, systeminternen Änderungen an der Modellierung dürfen keine Änderungen mit Wirkung auf den Export der genannten CGMES-Profile folgen.	MUSS
N6	Die CGMES-Profile EQ_BD und TP_BD müssen entweder in die Netzmodelle der VNB importiert oder mit Mitteln der Datenpflege durch den VNB nachgebildet werden können.	MUSS
N7	Es muss sichergestellt sein, dass Netzmodell­daten nur vollständig auflösbare Referenzen innerhalb eines Geschäftstages enthalten. D.h., referenzierte Objekte, die nicht vollständig innerhalb eines übermittelten ZIP-Archivs wiedergegeben sind, müssen in früheren Übermittlungen innerhalb desselben Tages vollständig modelliert sein.	MUSS
N8	Die für die Übermittlung der Netzmodell­daten erstellten ZIP-Archive müssen die CGMES-Profile jeweils in Form von Full Model Exports enthalten.	MUSS
N9	In einer Übermittlung von Netzmodell­daten müssen alle gemäß CGME-Standard im Netzmodell verpflichtend geforderten Attribute (vergleiche A3) ausgegeben sein.	MUSS
N10	Gemäß CGME-Standard optionale Attribute müssen entsprechend den zwischen VNB und Anschluss-ÜNB getroffenen Regelungen (vergleiche A4) auch in den übermittelten Netzmodell­daten enthalten bzw. nicht enthalten sein.	MUSS
N11	Soweit zwischen VNB und Anschluss-ÜNB vereinbart, müssen für RDF/XML-Dateien und ZIP-Archive entsprechende Namenskonventionen eingehalten werden.	MUSS
N12	Die im CGME-Standard geforderten Validierungen ([4], Kapitel 4.9) müssen vor Übermittlung der Netzmodell­daten durchgeführt worden und bestanden sein.	MUSS

N13	Die im Kapitel 6.4 empfohlenen Validierungs- und Plausibilisierungsmöglichkeiten sollten vor Übermittlung der Netzmodelldaten durchgeführt worden und bestanden sein.	KANN
-----	---	------

6.3. Besonderheiten reduzierter Netzmodelle

Die ÜNB empfehlen, den Austausch von Netzmodelldaten im Rahmen der GLDPM von Anbeginn mit nicht-reduzierten Netzen umzusetzen. Daraus resultiert insbesondere eine erhöhte Zukunftssicherheit der Umsetzungen in Bezug auf die Anforderungserfüllung noch nachfolgend zu realisierender Network Codes. Zugleich werden die Prozesse des Austauschs von Netzmodelldaten vereinfacht, beispielsweise durch:

- Erleichterte Validierung und Plausibilisierung der Netzmodelle durch VNB und Anschluss-ÜNB,
- Verringerten Abstimmungsaufwand und vermiedene Missverständnisse bei Kommunikation über die Netzmodelle,
- Erhöhte Genauigkeit von Netzanalysen und darauf aufbauenden Planungen sowie
- Bei den VNB eingesparter Aufwand zur Durchführung und regelmäßigen Überprüfung der Netzreduktion.

Ungeachtet dieser Empfehlung bleibt es möglich, die Verpflichtungen aus der GLDPM auch mit reduzierten Netzmodellen zu erfüllen, soweit hierbei die in der Prozessbeschreibung zum Austausch von Daten für die Netzmodellierung beschriebenen Vorgaben eingehalten werden.

Für reduzierte Netzmodelle gelten dann zusätzlich zu den in Kapitel 6.2 beschriebenen die nachstehenden Mindestanforderungen.

Tabelle 4: Zusätzliche Anforderungen an reduzierte Netzmodelle

Nr.	Anforderung	Priorität
Netzreduktion		
R1	Die CGMES-Profile EQ, TP, SSH und SV sind jeweils vollständig für jedes Netzmodell (jede Zeitscheibe) zu erstellen und gemeinsam zu übermitteln. Die Übermittlung nur der geänderten CGMES-Profile ist nicht möglich.	MUSS
R2	Das CGMES-Profil EQ muss zusätzlich zu den dauerhaften Netzelementen auch alle Ersatzelemente vollständig und eindeutig enthalten und diese Ersatzelemente standardkonform sowie entsprechend den zwischen VNB und Anschluss-ÜNB getroffenen Regelungen kennzeichnen.	MUSS
R3	Die Anforderungen an GUID und Namensattribute müssen auch für alle Ersatzelemente erfüllt werden. Insbesondere ist sicherzustellen, dass keine Mehrfachvergaben von GUID innerhalb des Netzmodells aufgrund	MUSS

	der Erstellung von Ersatzelementen vorliegen.	
R4	Die GUID können bei Bedarf nach einem anderen Verfahren gemäß IETF RFC 4122 gebildet werden, als die GUID für dauerhafte (tatsächliche) Netzelemente.	KANN
R5	Wenn ein abweichendes Verfahren zur Bildung von GUIDs für Ersatzelemente genutzt wird, muss auf dieses durch Parametrierung Einfluss genommen werden können. Diese Parametrierung muss geeignet sein, um auf die Wahrscheinlichkeit von Mehrfachvergaben von GUID einzuwirken.	MUSS
R6	Alle Netzknoten, an denen gemäß GLDPM meldepflichtige Erzeuger oder Verbraucher angeschlossen sind, müssen in den reduzierten Netzmodellen erhalten bleiben.	MUSS
R7	Alle Ersatzeinspeisungen im reduzierten Netz müssen primärenergieträgerscharf modelliert sein und ihren Primärenergieträger ausweisen.	MUSS
R8	Übergabestellen zwischen VNB und Anschluss-ÜNB müssen vollständig modelliert sein.	MUSS
R9	Durch Netzreduktion dürfen die Lastflussergebnisse im Vergleich zur Lastflussberechnung auf dem nicht-reduzierten Netzmodell an Übergabestellen vom Verteilungs- in das Übertragungsnetz nicht um mehr als 10 MW abweichen. Bei Übermittlung eines reduzierten Netzmodells ist dies sowie die Methodik des Nachweises der Einhaltung der Fehlergrenze mit dem ÜNB abzustimmen.	MUSS

6.4. Validierung der Netzmodelle (Empfehlungen)

Die spezifische Kenntnis der VNB über die eigenen Netze wird durch die Anschluss-ÜNB als Empfänger der Netzmodelldaten nicht erreicht werden können. Daher setzt der Austausch von Netzmodelldaten voraus, dass den Anschluss-ÜNB jeweils nur konsistente, richtige, informationstechnisch verarbeitbare und rechenfähige Netzmodelle durch die VNB bereitgestellt werden.

Die engen Vorgaben für die, auf den von den VNB übermittelten Netzmodelldaten aufbauenden, Prozesse erfordern dabei insoweit eine besondere Gründlichkeit bei der Herstellung der Netzmodelldaten, als die Komplexität der nach Vereinigung der Netzmodelle von VNB und ÜNB resultierenden integrierten Netzmodelle sowie die verfügbaren Zeitfenster zur Durchführung der Netzanalysen und nachgelagerten Planungsprozesse nur eingeschränkten Raum für Fehleranalysen, für zusätzliche Abstimmungen von VNB und Anschluss-ÜNB oder für Nachbesserungen von Netzmodellen lassen.

Vor Übermittlung der Netzmodelldaten sollten daher bereits auf Seite der VNB geeignete Maßnahmen zur Plausibilisierung und Validierung der Netzmodelle ausgeführt werden.

Die relevanten Maßnahmen sind dabei großenteils spezifisch für die jeweiligen VNB und sollten grundsätzlich so gewählt werden, dass sie bestehende Qualitätssicherungsprozesse weiternutzen oder sich in die bestehenden Prozesse möglichst nahtlos integrieren lassen.

Verschiedene generelle Maßnahmen zur Plausibilisierung und Validierung von zu übermittelnden Netzmodellen werden nachfolgend durch die ÜNB angeregt:

- Überprüfen der Rechenfähigkeit der Netzmodelle mittels Lastflussberechnung, analog [12], Kapitel 8.1
- Plausibilisieren der Lastflussergebnisse an den Übergabestellen vom Verteilungs- in das Übertragungsnetz und, wenn gemeinsame Netzgruppen betrieben werden, an Übergabestellen in betreffende Verteilungsnetze, gegen Erfahrungswerte, nach festen Regeln oder durch Vergleich von Schnappschüssen des reduzierten / nicht reduzierten Netzes
- Plausibilisieren anhand von aus Erfahrungen gewonnenen festen Regeln (z.B. analog [12], Kapitel 6), gegebenenfalls auch gegen in Abstimmung mit den Anschluss-ÜNB entwickelte Regeln
- Prüfen der Netzmodelle auf Einhaltung der CGMES-Modellrestriktionen (Objekt-Restriktionen, analog [12], Kapitel 4), insbesondere auf Berücksichtigung aller notwendigen Attribute, Einhaltung von Mengen- und Zuordnungsbedingungen gegen die technischen Spezifikationen (RDFS, XMI/OCL, vergleiche [3])
- Konsistenzprüfung (analog [12], Kapitel 5) insbesondere auf Vollständigkeit und Konsistenz der Referenzen in den CGMES-Profilen
- Validieren auf Schemakonformität und Wohlgeformtheit der ausgegebenen RDF/XML-Dateien
- Prüfen auf korrekte Angabe der Dateibeziehungen, vergleiche [9]
- Prüfen auf korrekte Benennung der Dateien entsprechend der mit den Anschluss-ÜNB abgestimmten Benennungsregeln und auf korrekte Paketierung

Auf Seite der Anschluss-ÜNB werden weitere Plausibilisierungen und Validierungen am integrierten Netzmodell durchgeführt. Als Referenz werden dazu im Besonderen die auf Seite der VNB in ihren Netzmodellen gelösten Lastflussmodelle (CMGES-Profilen SSH, SV) eingesetzt.

6.5. Empfehlungen für die Umsetzungsplanung

Aufgrund der Besonderheiten der Netze und der Netzmodelle werden die Umsetzungen des Austauschs von Netzmodelldaten im Rahmen der GLDPM auch bei eventuellem Einsatz von bereits bestehenden standardisierten IT-Lösungen stets sehr individuelle Projekte sein. Allgemeingültige Umsetzungsplanungen und Empfehlungen für betreffende Projekte können daher nicht gegeben werden.

Gleichwohl empfehlen die ÜNB nachfolgende Aktivitäten in die individuellen Umsetzungsplanungen aufzunehmen, um eine möglichst reibungslose Umsetzung und Aufnahme des Austauschs von Netzmodelldaten zu ermöglichen.

Tabelle 5: Ausgewählte Empfehlungen für die Umsetzungsplanung

Frühzeitige Kontaktaufnahme zu den Anschluss-ÜNB für Abstimmungen zum konkreten Austausch von Netzmodellldaten und zur konkreten Modellierung von Übergabestellen
Frühzeitiger Aufbau von Referenz-Netzmodellen bzw. Netzmodellldaten-Mustern für Abstimmungen mit Anschluss-ÜNB und ggf. anderen VNB, wenn gemeinsame Netzgruppen mit diesen VNB betrieben werden
Vorzugsweise iterative Projektumsetzung, die Zwischenabstimmungen zwischen VNB und Anschluss-ÜNB auf Basis von Teilumsetzungen erlaubt. Beispielsweise ist die sukzessive Umsetzung der CGMES-Profile ausgehend vom CGMES-Profil EQ (EQ_BD) sinnvoll
Sofern kein Re-Import von CGMES-Netzmodellldaten in die eigenen IT-Systeme des VNB unterstützt werden soll: Überprüfen der ausgegebenen Netzmodellldaten mit externen CGMES-befähigten Werkzeugen durch den VNB bzw. in gemeinsamer Aktivität mit den Anschluss-ÜNB
Einrichten geeigneter Prozesse und Verantwortungen für den Austausch von Netzmodellldaten an der organisatorischen Schnittstelle zwischen VNB und Anschluss-ÜNB, beispielsweise Qualitätssicherung, Störungsbehebung/technische Bereitschaft, fachliche Klärungsstelle für Rückfragen der Anschluss-ÜNB
Einplanen einer angemessenen Projektphase für die Durchführung von Interoperabilitätstests zwischen VNB und Anschluss-ÜNB und relevanter Zeiträume für etwaige Nachbesserungen, um die Robustheit des Austauschs von Netzmodellldaten und die Nutzbarkeit der übermittelten Netzmodellldaten durch die ÜNB zu prüfen und zu erreichen
Einplanen einer erhöhten Verfügbarkeit von technischer Bereitschaft und fachlichen Ansprechpartnern beim VNB während einer angemessenen „Einschwingphase“ nach Aufnahme des operativen Austauschs von Netzmodellldaten für anfangs erwartete erhöhte Rückfragen und Korrekturbedarfe der Anschluss-ÜNB
Informationstechnische Umsetzung
Einbinden der Spezifikationsdokumente des CGME-Standards vorrangig zu den darin referenzierten CIM-Standards und sonstigen Anforderungen der Umsetzung als verbindliche Bestandteile in die IT-Lastenhefte gegenüber den IT-Lieferanten
Prüfen des Bedarfs und ggf. Formulierung einer entsprechenden Anforderung an die IT-Lieferanten, für außerordentliche Plausibilisierungen oder Fehleranalysen geeignete Darstellungswerkzeuge (z.B. Tabellenansichten) für bereits in RDF/XML-Dateien ausgegebene Netzmodellldaten zu verwenden
Ergänzen der Testfälle für Funktions- und Abnahmetests um zumindest eine relevante Auswahl der von ENTSO-E durchgeführten Interoperabilitätstests (vergleiche [13])
Bedarfsweise Verpflichtung des IT-Lieferanten, sich durch die ENTSO-E gemäß der CGMES Conformity Testprozeduren für die relevante Funktionalität zertifizieren zu lassen
Umsetzen der Netzmodelle bzw. der Ausgabe angepasster/bestehender Netzmodelle in CGMES-basierte RDF/XML-Dateien direkt als Node-Breaker-Modelle.
Eine Umsetzung als Bus-Branch-Modell ist für den gegenwärtigen Zweck der GLDPM (siehe

Kapitel 1) zwar grundsätzlich möglich. Allerdings werden Anforderungen an Netzmodelle aus zukünftig in Kraft tretenden Network Codes die Node-Breaker-Modellierung erfordern. Durchaus wesentliche Mehraufwände späterer Umstellungen und neue Termin- und Fehlerrisiken bei der Umsetzung der Network Codes kann so vorgebeugt werden.

7. Zusammenarbeit bei der Umsetzung

Die konkrete Umsetzung erfolgt in jedem Falle in bilateraler Abstimmung zwischen dem VNB und dem bzw. den jeweiligen Anschluss-ÜNB.

Die Ansprechpartner der Anschluss-ÜNB für die Umsetzung der GLDPM sind auf der gemeinsamen Website der ÜNB <https://www.netztransparenz.de/EU-Network-Codes> veröffentlicht.

8. Quellen

- [1] 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, Tennet TSO GmbH, TransnetBW GmbH (2017): Prozessbeschreibung „Austausch von Daten für die Netzmodellierung“, Anlage 01A des Dokumentes „Umsetzung der „Generation and Load Data Provision Methodology (GLDPM)“ in Deutschland“, 06.07.2017; <https://www.netztransparenz.de/EU-Network-Codes>.
- [2] ENTSO-E (2017): Common Information Model (CIM). <https://www.entsoe.eu/major-projects/common-information-model-cim/Pages/default.aspx> (Abruf 03.07.2017)
- [3] ENTSO-E (2017): Standards. Common Grid Model Exchange Standard (CGMES). <https://www.entsoe.eu/major-projects/common-information-model-cim/cim-for-grid-models-exchange/standards/Pages/default.aspx> (Abruf 03.07.2017)
- [4] ENTSO-E (2014): Common Grid Model Exchange Standard (CGMES). Version 2.4. Based on IEC Common Information Model. 07.08.2014. https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/140807_ENTSOE_CGMES_v2.4.15.pdf (Abruf 03.07.2017)
- [5] ENTSO-E (2014): Detail Description of the CGMES Profiles. Version 2.4.15. Common Grid Model Exchange Standard (CGMES). 07.08.2014. https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/ENTSOE_CGMES_v2.4.15_7Aug2014_PDF.zip (Abruf 03.07.2017)
- [6] ENTSO-E (2017): The Energy Identification Coding Scheme (EIC). Reference Manual. Version 5.2. 01.06.2017. https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/edi/library/downloads/EIC_Reference_Manual.pdf (Abruf 03.07.2017)
- [7] BDEW (2017): Energy Identification Code. <https://bdew-codes.de/Codenumbers/EnergyIdentificationCode> (Abruf 03.07.2017)

- [8] ENTSO-E (2016): Implementation Guidelines – CGMES v2.4.15.15.03.2016.
https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/160315_ImplementationGuide_CGMES_2_4_15.pdf (Abruf 03.07.2017)
- [9] ENTSO-E (2014): File Header Guidelines. Version 1.0.0. CGMES 2.4. 02.06.2014.
https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/CGMES_v2.4_FileHeaderGuidelines_v1.0.0.pdf (Abruf 03.07.2017)
- [10] EPRI (2015): Common Information Model Primer. Thrid Edition. 01.07.2015.
<https://www.epri.com/#/pages/product/000000003002006001/> (Abruf 03.07.2017)
- [11] ENTSO-E (2014): Phase Shift Transformers Modelling. Version 1.0.0. CGMES v2.4. 27.05.2014.
https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/ENTSOE_CGMES_v2.4_28May2014_PSTmodelling.pdf (Abruf 03.07.2017)
- [12] ENTSO-E (2016): Quality of CGMES Datasets and Calculations for System Operations. 2nd edition. 18.11.2016.
https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/QUALITY%20OF%20CGMES%20DATASETS%20AND%20CALCULATIONS%202nd%20edition.pdf (Abruf 03.07.2017)
- [13] ENTSO-E (2017): CGMES Conformity Registry. <https://www.entsoe.eu/major-projects/common-information-model-cim/cim-for-grid-models-exchange/conformity-registry/Pages/default.aspx> (Abruf 03.07.2017); für weitergehende Informationen zu Interoperabilitätstests und Testbeschreibungen ebenda
- [14] OMG: OMG Unified Modeling Language, Version 2.5, 2015.
<http://www.omg.org/spec/UML/2.5> (Abruf 03.07.2017)
- [15] ENTSO-E (2017): ENTSO-E Code List. Version. 5.0. 06.06.2017.
<https://www.entsoe.eu/publications/electronic-data-interchange-edilibrary/Pages/default.aspx> (Abruf 03.07.2017); vormalis „ENTSO-E General Code Lists for Data Interchange“



Anhang

Glossar und Abkürzungen

Tabelle 6: Glossar

Begriff	Erläuterung
A-EIC	EIC für Umspannwerke/Stationen
Anschluss-ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber, (hier:) zu dem ein Verteilungsnetzbetreiber eine direkte Übergabestelle hat
Anwender	(Hier:) Anwender des CGME-Standards für Netzmodellierung und den Austausch von Netzmodelldaten
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft: hier in der Rolle der nationalen Vergabestelle für EIC
Boundary Point	Normativer Übergabepunkt, an dem die Netzmodellierungs- und in der Regel auch die Betriebsverantwortung von einem Netzbetreiber auf einen anderen Netzbetreiber übergeht
Bus-Branch-Modell	Vereinfachte elektrische Modellierung von Netzen, siehe Kapitel 5.4
CACM	Capacity Allocation and Congestion Management, Verordnung (EU) 2015/1222 der Kommission vom 24. Juli 2015 zur Festlegung einer Leitlinie für die Kapazitätsvergabe und das Engpassmanagement
CGMES, CGME-Standard	Common Grid Model Exchange Standard: ENTSO-E Standard für Netzmodelle und den Austausch von Netzmodelldaten
CGMES-Profil	Kontextuelles Teilmodell eines gesamten Netzmodells entsprechend des CGME-Standards, siehe Kapitel 5.2
CGMM	Common Grid Model Methodology
CIM	Common Information Model: IEC Standard Familie (hier:) für Netzmodelle und den Austausch von Netzmodelldaten
Difference Model Export	Ausgabemodus für Netzmodelle gemäß CGMES: nur Veränderungen relativ zu einem früheren Netzmodell werden ausgegeben, siehe Kapitel 5.6
DL	Diagram Layout Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
DY	Dynamics Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
EA, Enterprise Architect	Enterprise Architect: Proprietäres IT-Werkzeug, das von ENTSO-E für die Erstellung der CGME-Spezifikation mitgenutzt wird. Die ENTSO-E veröffentlicht die CGMES-Spezifikation u.a. im proprietären Dateiformat des EA
EIC	Energy Identification Code: von ENTSO-E definierte eindeutige und durch europäische und nationale Vergabestellen zu

	verwaltende Kennungen für Marktteilnehmer, Anlagen, Betriebsmittel etc.
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity: Netzwerk der europäischen Übertragungsnetzbetreiber, hier in der Rolle eines Standardisierungsgremiums
EPRI	Electric Power Research Institute
EQ	Equipment Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
EQ_BD	Boundary Equipment Profile: ein CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
Full Model Export	Ausgabemodus für Netzmodelle gemäß CGMES: alle enthaltenen Daten werden ausgegeben, siehe Kapitel 5.6
ggf.	gegebenenfalls
GL	Geographical Location Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
GLDPM	Generation and Load Data Provision Methodology
GUID	Globally Unique (and Persistent) Identifier, siehe Kapitel 5.3
HTML	Hypertext Markup Language
IEC	International Electrotechnical Commission: Standardisierungsgremium, hier für die IEC CIM Standards
IETF	Internet Engineering Task Force (IETF): Gremium für die Entwicklung relevanter Standards für das Internet, hier für RFC 4122
IT	Informationstechnologie
mRID	Master Resource Identifier
Netzmodell	Repräsentation des Stromnetzes
Netzmodelldaten	Inhalte eines Netzmodells, die z.B. in Dateien ausgegeben wurden
Node-Breaker-Modell	Ausführliche Modellierung von Netzen inklusive wesentlicher Schaltelemente, siehe Kapitel 5.4
OCL	Object Constraint Language: Beschreibungssprache für Objektrestriktionen ergänzend zur UML, verwendet für die Beschreibung von CGMES
OMG	Object Management Group: Standardisierungsgremium, hier für UML
RDF	Resource Descriptor Framework: domänenunabhängige Beschreibungssprache für Aussagen, mit der semantische Modelle beschrieben werden können; technische Grundlage für CGMES

RDF/XML	Ausgabeform (Format) für im Resource Descriptor Framework modellierte Daten, siehe Kapitel 5.6
RDFS	Resource Descriptor Framework Schema: Beschreibungssprache, mit der Anforderungen an, auf RDF basierte, Modelle formal beschrieben werden können
RFC	Request for Comment; technische Empfehlungen bzw. de-facto-Standards der IETF
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition: Systeme zur Überwachung und Fernsteuerung von netztechnischen Anlagen
SSH	Steady State Hypothesis Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
SV	State Variable Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
T-EIC	EIC für Leitungen und Transformatoren
TP	Topology Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
TP_BD	Boundary Topology Profile: CGMES-Profil, siehe Kapitel 5.2
UML	Unified Modeling Language: formale Notation, in der die CGMES-Spezifikation dokumentiert ist
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UTF-8	8-Bit Universal Character Set Transformation Format; die für CGMES verwendete Kodierung für Unicode Zeichen
UUID	Universally Unique Identifier, global eindeutige Kennungen gemäß IETF RFC 4122
VNB	Verteilungsnetzbetreiber
W-EIC	EIC für Erzeugungseinheiten und (große) Verbraucher
XMI	XML Metadata Interchange: Format für den Austausch von Modellen/Meta-Modellen, verwendet zur Beschreibung von CGMES
z.B.	zum Beispiel
ZIP, ZIP-Archiv	Dateiformat für die Speicherung verlustfrei komprimierter Dateien, verwendet für die Paketierung von RDF/XML-Dateien für den Austausch von Netzmodelldaten

Kurzübersicht UML

Die CGMES-Spezifikation verwendet eine Untermenge der UML (Unified Markup Language) zur Beschreibung des semantischen Netzmodells:
 Klassendiagramm (Klassen, Eigenschaften, Vererbungsbeziehungen, Assoziationen)
 Paketdiagramm (Pakete, Abhängigkeiten)

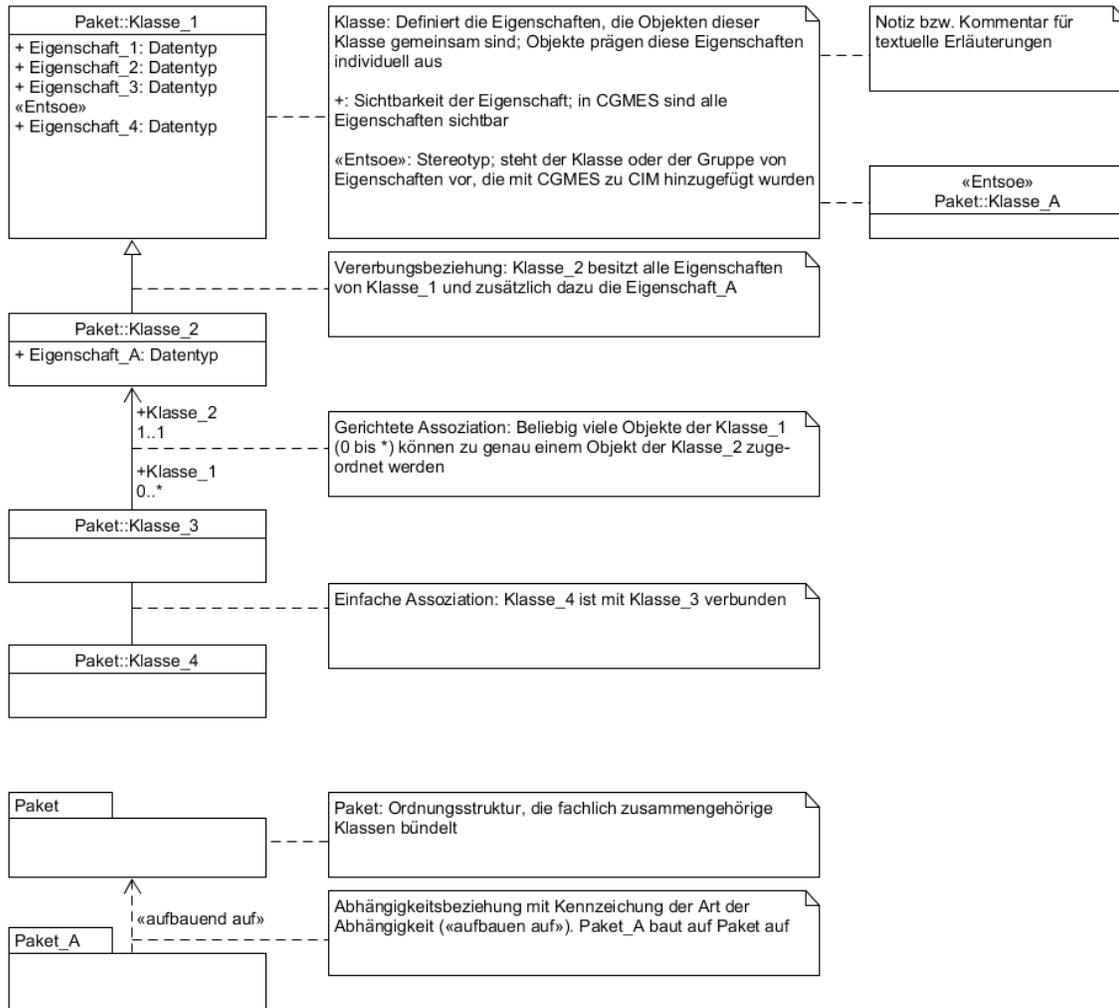


Abbildung 7: Kurzübersicht der in der CGMES-Spezifikation verwendeten UML-Elemente

Vollständige Spezifikation der Unified Markup Language (Version 2.5, Stand 2015):
<http://www.omg.org/spec/UML/2.5/>