

DIN EN 17632-1

ICS 35.240.67

**Building Information Modeling (BIM) –
Semantischer Modellierungs- und Verknüpfungsstandard (SMLS) –
Teil 1: Generische Modellierungsmuster;
Deutsche Fassung EN 17632-1:2022**

Building Information Modelling (BIM) –
Semantic modelling and linking (SML) –
Part 1: Generic modelling patterns;
German version EN 17632-1:2022

Modélisation d'informations de la construction (BIM) –
Modélisation et liaisons sémantiques (SML) –
Partie 1: Schémas de modélisation génériques;
Version allemande EN 17632-1:2022

Gesamtumfang 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 17632-1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 422 „Building Information Modelling (BIM)“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SN (Norwegen) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-13-04 AA „Datenstrukturen für BIM-Kataloge (SpA zu CEN/TC 442/WG 4, ISO/TC 59/SC 13/WG 6)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

DIN EN 17632 besteht unter dem allgemeinen Titel *Building Information Modeling (BIM) — Semantischer Modellierungs- und Verknüpfungsstandard (SMLS)* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Generische Modellierungsmuster
- Teil 2: Domänenspezifische Modellierungsmuster

Für die in diesem Dokument zitierten Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 55000:2014 siehe DIN ISO 55000:2017-05

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 55000:2017-05, *Asset Management — Übersicht, Leitlinien und Begriffe (ISO 55000:2014); Text Deutsch und Englisch*

Deutsche Fassung

Building Information Modeling (BIM) —
Semantischer Modellierungs- und Verknüpfungsstandard
(SMLS) —
Teil 1: Generische Modellierungsmuster

Building Information Modelling (BIM) —
Semantic modelling and linking (SML) —
Part 1: Generic modelling patterns

Modélisation d'informations de la construction (BIM) —
Modélisation et liaisons sémantiques (SML) —
Partie 1: Schémas de modélisation génériques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. September 2022 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	13
4.1 Symbole	13
4.2 Abkürzungen	13
5 Fähigkeitsniveaus der semantischen Modellierung	14
6 L1: Informationssprache	16
6.1 Konzeptionelle L1: Informationssprache	16
6.2 Konkrete L1: Informationssprachbindungen	18
6.3 Modellierungsmuster	21
6.3.1 Allgemeines	21
6.3.2 Identifizierung über URI-Strategie	21
6.3.3 Kombination von Sprachbindungen	22
6.3.4 Benennung	26
6.3.5 Anmerkung	27
6.3.6 Typen	28
6.3.7 Zergliederung (Instanz-Ebene)	29
6.3.8 Arten und Einheiten von Größen	29
6.3.9 Komplexe Eigenschaften	30
7 M1: Informationsmodell	31
7.1 Informationsmodell der obersten Ebene	31
7.2 Systems-Engineering-Erweiterung	33
8 Implementierung von SML in Code	35
9 Konformität	35
9.1 Allgemeines	35
9.2 Konformität auf Sprachebene	35
9.3 Konformität auf semantischer Ebene	36
Anhang A (normativ) SML-Implementierung bei ‚vernetzten Daten‘	37
A.1 Einleitung	37
A.2 SKOS-Teil	38
A.3 RDFS-Teil	43
A.4 OWL-Teil	51
A.5 SHACL-Teil	55
Anhang B (normativ) Ausgewählte W3C RDF Sprachteilsätze	60
B.1 Allgemeines	60
B.2 XML-Schema (XSD) Teil 2: Datentypen 2. Edition	60
B.3 Resource Description Framework (RDF)	60
B.4 Simple Knowledge Organization System (SKOS)	61
B.5 Resource Description Framework Schema (RDFS)	61

B.6 Web Ontology Language (OWL) 62

B.7 Shape Constraint Language (SHACL) 63

Anhang C (informativ) SML-Beispiel in SKOS/RDFS/OWL/SHACL (Turtle-Format) 65

C.1 Beschreibung des Beispiels 65

C.2 SKOS-Teil 65

C.3 RDFS-Teil 67

C.4 OWL-Teil 69

C.5 SHACL-Teil 71

C.6 Datenteil 72

Anhang D (informativ) Zusammenhang mit anderen Asset-/Produktmodellierungsnormen 74

D.1 Allgemeines 74

D.2 Zusammenhang mit der Normreihe ISO 21597 74

D.3 Zusammenhang mit EN ISO 23387 75

D.3.1 Einleitung 75

D.3.2 Modellierungszusammenhang mit EN ISO 12006-3 75

D.3.3 Beispiel Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB) 76

D.3.4 Vollständiges CRB-Code-Beispiel in RDFS/SHACL (im Turtle-Format) 87

D.4 Zusammenhang mit der Normenreihe ISO 15926 92

Anhang E (informativ) Vernetzung von Informationen 94

E.1 Arten von Vernetzungen 94

E.2 Sprachvernetzungssätze auf Sprachebene 95

Literaturhinweise 96

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17632-1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 422 „Building information modelling (BIM)“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2023, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2023 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument beschäftigt sich mit der gebauten Umwelt. In der gebauten Umwelt müssen Assets im Zusammenhang mit Gebäude und Infrastrukturen über ihren gesamten Lebenszyklus verwaltet werden, einschließlich Programmierung, Gestaltung, Konstruktion, Betrieb, Modifikation und Abriss oder Abbau. Riesige Informationsmengen zu diesen Assets werden in Übereinstimmung mit zahlreichen unterschiedlichen Formen und Strukturen erzeugt oder erfasst, gespeichert und weitergegeben und gehen oftmals wieder verloren.

Um diese Projekte und die sich daraus ergebenden Assets effizienter und effektiver zu verwalten, müssen Informationen auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar sein (FAIR – findable, accessible, interoperable, reusable). Das World Wide Web Consortium(W3C) bietet offene und generische vernetzte Daten (LD – linked data) und semantische Web-Technologien (SW) [1], die diese ‚FAIR‘-Aspekte erbringen können und Informationen eine gemeinsame Form („Syntax“) und Struktur („Semantik“) verleihen.

Dieses Dokument konzentriert sich, unter Verwendung der Terminologie des ‚neuen European Interoperability Framework‘ (EIF) [9], auf die syntaktische und semantische Interoperabilität.

Dieses Dokument legt fest, wie Organisationen in der gebauten Umwelt diese W3C-Technologie für ihre jeweiligen Bedürfnisse am besten nutzen können. Sie kann beispielsweise dazu verwendet werden, innerhalb von Organisationen Informationen intern zwischen verschiedenen Geschäftsabteilungen und Software zu übermitteln oder um Informationen über eine Vielzahl von Datenbanken und Organisationen innerhalb der Branche extern zu veröffentlichen.

Die Anwendung dieses Dokuments ist insbesondere bei der Anpassung und Integration relevanter ‚Modellierungswelten‘ für die gebaute Umwelt hilfreich, die typischerweise bereits bestehende komplexe Informationsmodelle wie Bauwerksinformationsmodellierung (BIM), Geographische Informationssysteme (GIS), Systems Engineering (SE), Überwachung und Steuerung (M&C) und elektronisches Dokumentenmanagement (EDM) umfassen.

Hinsichtlich der BIM Bauwerksinformationsmodellierung wurde dieses Dokument unter Berücksichtigung des Informationsmodells der Industry Foundation Classes aus EN ISO 16739-1 [11] Industry Foundation Classes (IFC) erstellt und an die Revisionsarbeiten in EN ISO 12006-3 [17] angepasst (zur Erweiterung von IFC über einen buildingSmart-Datenkatalog (bSDD) verwendet). Dieses Dokument bietet insbesondere eine ‚vernetzte-Daten‘-Perspektive auf die ‚Datenvorlagen‘ in Zusammenhang mit CEN TC 442/WG4. Es liefert eine Methode zur Darstellung der ‚Attribute‘ für ‚Eigenschaften‘ von EN ISO 23386:2020 [15], die nach EN ISO 23387:2020 [16], wiederum unter Einbeziehung von EN ISO 12006-3, implementiert wurden.

Wie jede andere technische Spezifikation erfordert auch dieses Dokument Fachwissen und Erfahrung hinsichtlich der Spezifizierung, Beschaffung und der Erzielung von Arbeitsergebnissen. Da semantische Modellierung und Vernetzung der Informatikbranche zuzuordnen sind, richtet sich der Inhalt an Fachleute auf diesem Gebiet. Dieses Dokument liefert jedoch einen genormten Ansatz für die gebaute Umwelt und daher richtet sich diese Einleitung an diese Branche und ihre Entscheidungsträger.

Überall wo die Branche von besseren Methoden zum Suchen, Finden und (wieder)verwenden von Informationen profitieren könnte, legt dieses Dokument fest, wie die Speicherung, Modellierung, Veröffentlichung und Vernetzung dieser Informationen erfolgen soll, mit dem Ziel, Informationen einmalig auf standardisierte Weise zu modellieren, anstatt sie auf Ad-hoc-Basis anzupassen und umzuformen. In anderen Worten geht es nicht darum, bereits bestehende Informationsstrukturen zu verändern, sondern diese für die Veröffentlichung im Web/Internet auf cloud-nativerer Weise zu modellieren.

Das Schlüsselprinzip dieses Dokuments liegt darin, die semantische Modellierung so einfach und standardisiert wie möglich zu halten. Die Ziele hinsichtlich des Leistungsvermögens reichen dabei von maschinenlesbaren Informationen (von Menschen interpretiert) über (so gut wie möglich) maschineninterpretierbare Informationen hin zu vollständig integrierten und vernetzten Informationsquellen.

Dieses Dokument dient der Ergänzung weiterer ISO-Normen. Die verbundenen ISO-Normen sind in Anhang D mit einer exakten Beschreibung ihrer Beziehung aufgelistet.

Die in diesem Dokument eingeführten Modellierungsmuster können auch für andere Industriebereiche anwendbar sein.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument befasst sich mit der *syntaktischen und semantischen Interoperabilität* für informationenbeschreibende Assets, die ihren Lebenszyklus in der gebauten Umwelt durchlaufen. Es wird davon ausgegangen, dass die zugrundeliegende technische *Interoperabilität* bereits durch die Technologieplattform des Internet/World Wide Web (WWW) gegeben ist. Die syntaktischen Aspekte beziehen sich auf die gelieferten Formate Vernetzte Daten (LD)/Semantisches Web (SW) und das direkte Zugriffsverfahren SPARQL. Die semantischen Aspekte beziehen sich auf die LD/SW-basierten Informationsmodelle in Form von Thesauri und Ontologien, die den Informationen Bedeutung verleihen.

Es gilt folgende Informationsarchitektur (Bild 1).

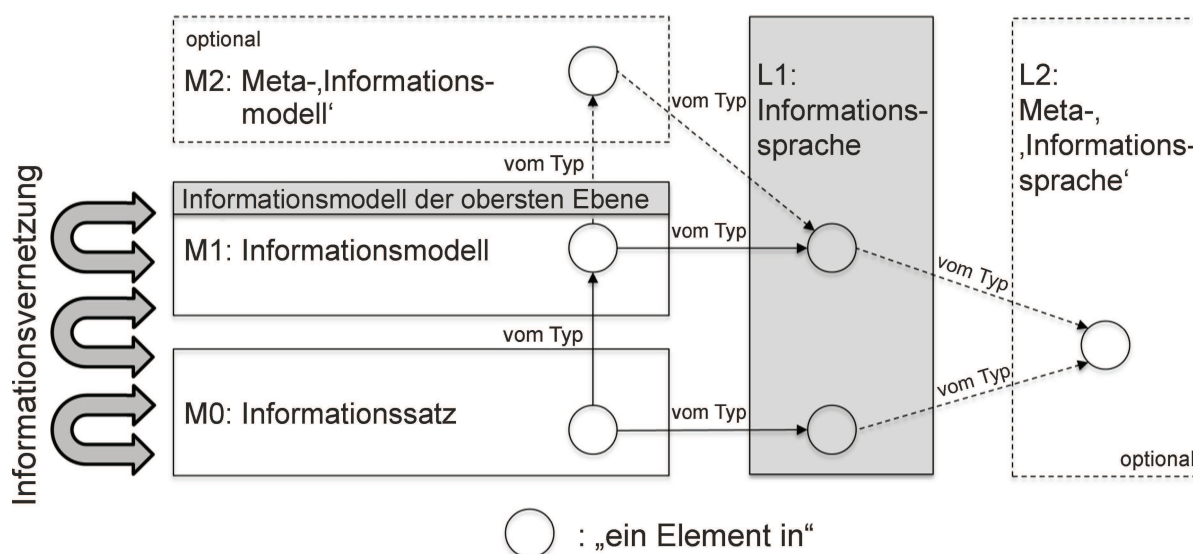


Bild 1 — Informationsarchitektur mit (graue Bereiche weisen auf den Anwendungsbereich dieses Dokuments hin)

Dieses Dokument legt fest:

- eine konzeptionelle Ebene „L1: Informationssprache“ mit vier RDF-basierten Sprachbindungen, nämlich SKOS, RDFS, OWL und SHACL, einschließlich:
 - einer Auswahl von auf vernetzten Daten/RDF basierenden Formaten (anzuwenden für alle Modellierungs- und Sprachebenen); und
- ein generisches Informationsmodell der oberen Ebene eines gesamten „M1: Informationsmodells“, hier „eine obere Ontologie“, einschließlich:
 - eines Satzes generischer Informationsmodellierungsmuster für Identifizierung, Anmerkung, Aufzählungsdatentypen, komplexe Qualitäts-/Größenmodellierung, Aufteilung und Gruppierung.

Dieser Modellierungsansatz für Informationsmodelle und Informationssätze ist innerhalb der gebauten Umwelt von mehreren Blickpunkten aus relevant, wie etwa:

- Bauwerksinformationsmodellierung (BIM);
- Geographische Informationssysteme (GIS);
- Systems Engineering (SE);

- Überwachung und Steuerung (M&C – monitoring & control); und
- elektronisches Dokumentenmanagement (EDM).

Anhang E legt auf informative Weise dar, wie die für diese verschiedenen Welten relevanten Informationsmodelle und -sätze mithilfe von LD/SW-Technologie vernetzt werden können.

Dieses Dokument legt kein vollständiges Meta-,Informationsmodell¹, manchmal als ‚Wissensmodell (KM – knowledge model)‘ bezeichnet, fest. EN ISO 12006-3 liefert ein derartiges, oftmals verwendetes Modell für die gebaute Umwelt. In Anhang D, D.3 wird gezeigt, wie dieses bestehende Modell mit diesem Dokument konform verwendet werden kann. Die einzige direkte Unterstützung für diese Meta-Ebene besteht in der Möglichkeit, ‚Typen‘ (Aufzählungstypen oder Konzepttypen) und ‚Objektifizierungen‘ als Meta-Konzepte festzulegen.

Dieses Dokument legt keine Meta-,Informationssprache¹ fest, da diese bereits durch die konkreten RDF-basierte Sprachbindungen (die RDFS) bereitgestellt ist.

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments schließt grundsätzlich Folgendes aus:

- Modellierung von Geschäftsprozessen;
- Aspekte der Softwareimplementierung;
- Informationsbündelungs- und Transport-/Transaktionsaspekte, die bereits durch ISO TC 59/SC 13 Information container for linked document delivery (ICDD) ([13]), respektive verschiedene Initiativen in Verbindung mit dem Handbuch der Informationslieferungen (IDM – information delivery manual)/Informationsaustausch-Anforderungen (EIR – information exchange requirements), behandelt werden; und
- bereichsspezifische (hier: spezifisch für ‚gebauete Umwelt‘) Inhaltsmodellierung in Form von Konzepten, Attributen und Relationen auf Endnutzer-Ebene (die tatsächlichen Ontologien selbst) über ein generisches Informationsmodell der obersten Ebene (‚obere Ontologie‘) und Modellierungs- und Vernetzungsmuster hinaus.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen für das vorliegende Dokument darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

JSON-LD 1.1, A JSON-based Serialization for Linked Data, W3C Recommendation, 16 July 2020, <https://www.w3.org/TR/json-ld11/>

OWL 2¹ Web Ontology Language, Document Overview (Second Edition), W3C Recommendation, 11 December 2012, <https://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-overview-20121211/>

RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax, W3C Recommendation, 25 February 2014, <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>

RDF 1.1 Turtle, W3C Recommendation, 25 February 2014, <https://www.w3.org/TR/turtle/>

1 Im weiteren Verlauf „OWL“ genannt.

RDF 1.1 XML Syntax, W3C Recommendation 25 February 2014, <https://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>

RDF Schema 1.1, W3C Recommendation, 25 February 2014, <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

SHACL (Shapes Constraint Language). W3C Recommendation, 20 July 2017, <https://www.w3.org/TR/shacl/>

SKOS Simple Knowledge Organization System Reference. W3C Recommendation, 18 August 2009, <https://www.w3.org/TR/skos-reference/>

SPARQL 1.1 Overview, 21 March 2013, W3C Recommendation, <https://www.w3.org/TR/sparql11-overview/> (unter anderem mit Verweisung auf die nächsten beiden spezifischeren Verweisungen)

SPARQL 1.1 Query Language, W3C Recommendation, 21 March 2013, <https://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-query-20130321/>

SPARQL 1.1 Protocol, W3C Recommendation, 21 March 2013, <https://www.w3.org/TR/sparql11-protocol/>

XML Schema Part 2: Datatypes, Second Edition, W3C Recommendation, 28 October 2004, <https://www.w3.org/TR/xmlschema-2/>

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 6707-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Asset

Objekt, Sache oder Einheit, das bzw. die für eine Organisation einen potentiellen oder tatsächlichen Wert besitzt

[QUELLE: ISO 55000:2014, 3.2.1, modifiziert – die Anmerkungen 1, 2 und 3 zum Begriff wurden gestrichen.]

3.2

Attribut

spezifisches Merkmal

Anmerkung 1 zum Begriff: Der in EN ISO 12006-3 verwendete Begriff ist xtdProperty.

[QUELLE: EN ISO 9241-302:2008, 3.4.2, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt.]

3.3

gebaute Umwelt

Gesamtheit der von Menschen erstellten oder verursachten physischen Objekte in einem bestimmten Bereich oder Raum

[QUELLE: ISO 6707-3:2017, 3.1.3]

3.4

Annahme einer geschlossenen Welt, en: closed world assumption

CWA

Annahme in einem zur Wissensdarstellung verwendeten formalen Logiksystem, dass eine wahre Aussage auch als wahr bekannt ist und daher das, was derzeit nicht als wahr bekannt ist, unwahr ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Typischerweise mit der Annahme eines eindeutigen Namens (UNA) verbunden.

3.5

Konzept

abstrakte Einheit zur Bestimmung der Zugehörigkeit zu einer Kategorie

[QUELLE: ISO/IEC 2382:2015, 2122971]

3.6

Datenformat, en: data format

vorgegebene Anordnung von Daten auf einem Datenträger

[QUELLE: ISO 5127:2017, 3.1.13.12]

3.7

Austausch-Informationsanforderung

EIR

Informationsanforderung im Zusammenhang mit einer Informationsbestellung

[QUELLE: EN ISO 19650-1:2018, 3.3.6]

3.8

Hierarchie

Konzeptsystem, in dem alle Konzepte in hierarchischen Beziehungen zueinander stehen, die eine gewisse Reihenfolge bilden

[QUELLE: ISO/IEC TR 11179-2:2019, 3.8]

3.9

Informationsmodell

Datenmodell

Beschreibung der Organisation der struktur-/bedeutungsgebenden Informationen (Semantik) eines Informationssatzes

3.10

Informationssatz

Datensatz

benannte Informationssammlung, die etwas beschreibt oder spezifiziert, auf das in der Realität gezeigt werden kann/könnte

3.11

Fähigkeitsniveau, en: level of capability

LoC

semantische Modellierleistungsfähigkeit, die von den, mit den Anforderungen eines bestimmten Anwendungsfalltyps verbundenen, 'vernetzten Datensprachen' geliefert wird

3.12

maschineninterpretierbar

(bis zu einem bestimmten Grad) von einem Computer semantisch interpretierbar

3.13

maschinenlesbar

von einem Computer lesbar und verarbeitbar

3.14

Meronomie

Art der Hierarchie, die sich mit Teil-Ganz-Beziehungen befasst

[QUELLE: ISO/IEC 11179-3:2013, 3.2.73]

3.15

Metadaten

Daten über Daten (Dokumente, Informationssätze, Informationsmodelle oder darin enthaltene Elemente)

3.16

n-stellig

mit einer Stelligkeit von n

3.17

Objekt

jeder Teil der erfassbaren und beschreibbaren Umwelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Objekt ist das abstrakte oder physische Ziel von Gedanken, Gefühlen oder Handlungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Innerhalb dieses Dokuments wird der Begriff Individuum als Synonym für Objekt verwendet.

[QUELLE: EN ISO 12006-2:2020, 3.1.1, modifiziert – Anmerkungen 1 und 2 zum Begriff hinzugefügt.]

3.18

Ontologie

formale ausdrückliche Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptionalisierung

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Ontologie beinhaltet üblicherweise Definitionen von Konzepten und festgelegten Beziehungen zwischen diesen, die in formaler Weise dargelegt sind, sodass eine Maschine sie zur Abwägung nutzen kann.

[QUELLE: ISO 25964-2:2013, 3.57]

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch ISO/TR 13054:2012, Definition 2.6; ISO/TS 13399-4:2014, Definition 3.20; ISO 19101-1:2014, Definition 4.1.26; ISO 18435-3:2015, Definition 3.1; ISO/IEC 19763-3:2010, Definition 3.1.1.1.

Anmerkung 3 zum Begriff: In diesem Dokument angewendet als eine Reihe von Konzepten, (Referenz-)Einzelfertigungen, Wertetypen, (Referenz-)Werten, Attributen, Relationen, Beschränkungen und Ableitungen.

[QUELLE: ISO 5127:2017, 3.1.2.03, modifiziert – Anmerkung 3 zum Begriff hinzugefügt]

3.19

Annahme einer offenen Welt, en: open world assumption

OWA

das Gegenteil der Annahme einer geschlossenen Welt, das angibt, dass ein Mangel an Wissen nicht auf Unwahrheit hindeutet

Anmerkung 1 zum Begriff: Typischerweise mit der Annahme eines nicht eindeutigen Namens (NO-UNA – No Unique Name Assumption) verbunden.

3.20

Merkmal

Attribut oder Relation

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff wird auch im RDF verwendet (rdf:Merkmal).

3.21

Relation

Beziehung

Sinn, in dem Konzepte über einzelne Rollen verbunden werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei den verbundenen Konzepten kann es sich um allgemeine oder individuelle Konzepte handeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der in EN ISO 12006-3 verwendete Begriff ist xtdRelationshipToSubject.

BEISPIEL Kausalität ist eine Relation mit zwei einzelnen Rollen: Ursache und Wirkung.

[QUELLE: ISO/IEC 11179-3:2013, 3.2.119, modifiziert – Anmerkung 2 zum Begriff hinzugefügt.]

3.22

Systems Engineering

SE

interdisziplinärer Ansatz, der sämtliche technischen und führungsbezogenen Anstrengungen leitet, die erforderlich sind, um eine Gemengelage aus Stakeholder-Bedürfnissen, Erwartungshaltungen und Vorgaben in eine Lösung zu überführen und diese Lösung während deren gesamten Lebensdauer zu unterstützen

[QUELLE: ISO/IEC/IEEE 12207:2017, 3.1.65]

3.23

Taxonomie

Art der Hierarchie, die sich mit Generalisierungs-/Spezialisierungs-Beziehungen befasst

[QUELLE: ISO/IEC 11179-3:2013, 3.2.135]

3.24

Informationsmodell der obersten Ebene

generischer Teil eines Informationsmodells (üblicherweise eine generische Taxonomie)

3.25

Tripel

Aussage in der Form „Subjekt, Prädikat, Objekt“, die eine Tatsache ausdrückt

3.26

Typologie

Art der Hierarchie, die sich mit Klassierungs-/Instanziierungs-Beziehungen befasst

3.27

Anwendungsfall

Abfolge von Handlungen, die ein Akteur (für gewöhnlich eine Person, aber möglicherweise auch eine externe Entität, wie etwa ein weiteres System) innerhalb eines Systems zum Erreichen eines bestimmten Ziels, durchführt

[QUELLE: ISO/TR 17185-3:2015, 3.17; ISO/TR 25102, modifiziert]

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Dieses Dokument enthält keine Symbole.

4.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

API	Programmierschnittstelle (en: application programming interface)
BIM	Bauwerksinformationsmodellierung (en: building information modelling)
bSDD	buildingSmart-Datenkatalog (en: buildingSmart Data Dictionary)
CWA	Annahme einer geschlossenen Welt (en: closed world assumption)
ECMA	European computer manufacturers association international
EDM	elektronisches Dokumentenmanagement (en: electronic document management)
EIF	Europäische Rahmenwerk für die Interoperabilität (en: European interoperability framework)
EIR	Austausch-Informationsanforderungen (en: exchange information requirements)
FAIR	auffindbar, zugänglich, interoperabel, wiederverwendbar (en: findable, accessible, interoperable, reusable) [go-fair.org]
GIS	geographisches Informationssystem (en: geographic information system)
GUID	global eindeutiger Bezeichner (en: globally unique identifier) (üblicherweise zugewiesen)
ICDD	Informationscontainer zur Datenübergabe (en: information container for linked document delivery) [ISO]
IDM	Handbuch der Informationslieferungen (en: information delivery manual)
IFC	Industry Foundation Classes [ISO]
IETF	Internet Engineering Task Force
JSON	JavaScript-Objektnotation (en: JavaScript object notation) [ECMA]
JSON-LD	JavaScript-Objektnotation — vernetzte Daten (en: JavaScript object notation — linked data) [W3C]
LD	vernetzte Datentechnologie (en: linked data technology) [W3C]
LoC	Fähigkeitsniveau (en: level of capability)
M&C	Überwachung und Steuerung (en: monitoring & control)
OMG	Objektmanagementgruppe (en: object management group)
OWA	Annahme einer offenen Welt (en: open world assumption)
OWL	Web-Ontologiesprache (en: web ontology language) [W3C]
QUDT	Größen, Einheiten, Dimensionen und Datentypen (en: quantities, units, dimensions and data types) [qudt.org]
RDF	Resource Description Framework [W3C]
RDFS	Resource Description Framework Schema [W3C]
RFC	Bitte um Stellungnahme (en: request for comments) [IETF]
SE	Systems Engineering

SHACL	Shapes Constraints Language [W3C]
SML	semantische Modellierung und Vernetzung (en: semantic modelling and linking) [CEN]
SPARQL	sparql-Protokoll und RDF-Abfragesprache [W3C]
SPFF	physisches step-Dateiformat (en: STEP physical file format [STEP])
SSoF	einzelne Faktenquelle (en: single source of facts)
STEP	Norm für den Austausch von Produktmodellldaten (en: standard for the exchange of product model data) [ISO]
SW	semantische Webtechnologie (en: semantic web technology) [W3C]
UML	vereinheitlichte Modellierungssprache (en: unified modeling language) [OMG]
URI	einheitlicher Ressourcenbezeichner (en: uniform resource identifier) [W3C]
UUID	universell eindeutiger Bezeichner (en: universally unique identifier) [IETF]
XML	erweiterbare Auszeichnungssprache (en: extensible markup language) [W3C]
XSD	Schema-Definition der erweiterbaren Auszeichnungssprache (en: extensible markup language schema definition) [W3C]
W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web [W3C]

5 Fähigkeitsniveaus der semantischen Modellierung

Ein Informationsbesteller muss die für jeden Anwendungsfall erforderlichen Fähigkeitsniveaus festlegen.

Verschiedene Anwendungsfalltypen erfordern verschiedene Fähigkeitsniveaus (der semantischen Modellierung) (LoC) in Verbindung mit der erforderlichen Modellierleistungsfähigkeit. Dieses Dokument legt drei Haupt-LoC fest (Bild 2).

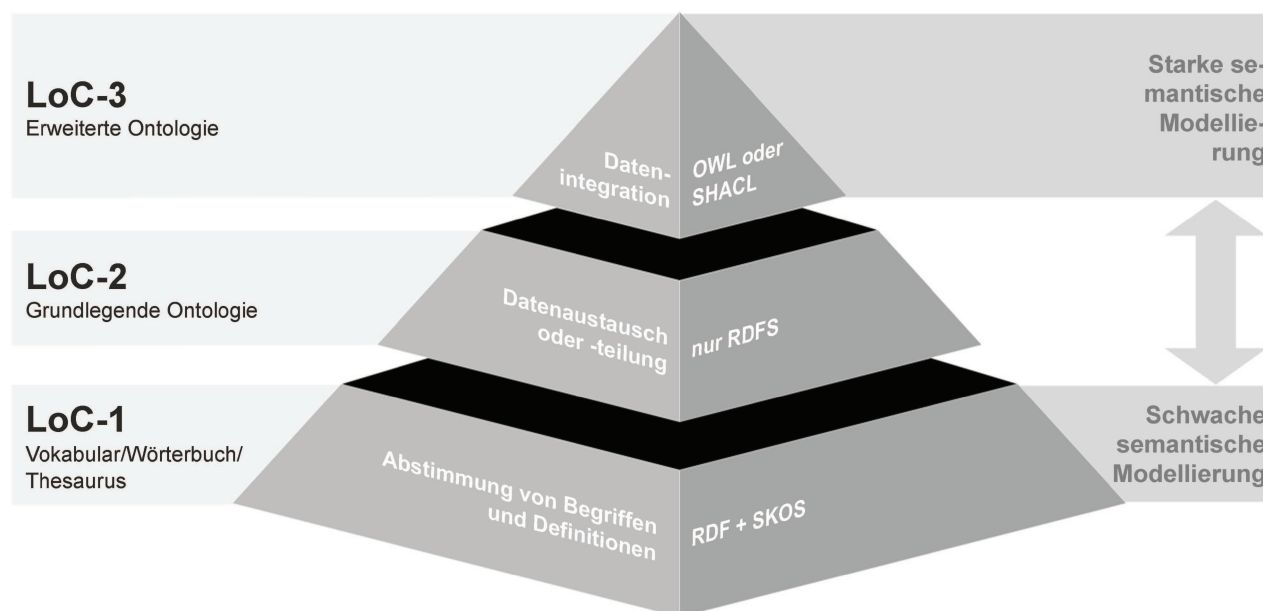


Bild 2 — Drei-Anwendungsfalltypen und damit verbundene ‚Fähigkeitsniveaus (der semantischen Modellierung) (LoC)‘

Der linke Teil von Bild 2 stellt die betriebliche Aktivität des Anwendungsfalls, die rechte Seite die zugehörigen (vernetzten Daten), verfügbaren Modellierungssprachen, dar. Der einfachste Anwendungsfallstyp, der die schwächste semantische Modellierung erfordert, ist das gemeinsame Verständnis und die *Abstimmung von Begriffen und Definitionen* für die Beschreibung von Assets, ihrer Umgebung und der internen Struktur. Die schwache Modellierung ist hier als erster, speziell auf die menschliche Interpretation abzielender Schritt ausreichend. Eine gute Definition bietet dem Endnutzer eine Anleitung für die spätere Klassifizierung und Instanziierung seiner Informationen entsprechend diesen Begriffen. Diese Ebene zielt auf das gemeinsame menschliche Verständnis von Begriffen ab und darauf, mindestens sicherzustellen, dass die Informationen maschinenlesbar sind. Begriffe und Definitionen können verbreitet und für andere zur Verweisung und Wiederverwendung auf Webseiten veröffentlicht werden. Für dieses LoC-1 muss das RDF-Framework und die SKOS-Sprache verwendet werden.

Immer dann, wenn ein gemeinsames Verständnis für *den Austausch oder das Teilen* von Asset-Informationen zwischen digitalen Systemen (innerhalb oder zwischen Parteien) erforderlich ist, wird ein höheres Ausdrucksvermögen benötigt. Dies kann mit LoC-2 erzielt werden, bei dem Informationen anhand grundlegender Ontologien, einschließlich Konzepten, Wertetypen, Attributen sowie Relationen und Einschränkungen, klassifiziert werden. Diese stärkere Ebene baut auf der untersten Ebene auf und macht die Informationen auch für Maschinen *interpretierbar*. Durch die Hinzufügung dieser Semantik wird eine eingeschränkt automatische Ableitung von Informationen aus angegebenen Informationen möglich. Für dieses LoC-2 muss das RDF-Framework und die RDFS-Sprache verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Die OWL wird zusätzlich zu der RDFS definiert und liefert eine höhere Modellierleistungsfähigkeit als RDFS durch die Einführung von ‚Beschränkungen‘, die verwendet werden können, um neue Informationen aus angegebenen Informationen abzuleiten.

Der Begriff ‚maschineninterpretierbar‘ sollte im informellen Sinne verstanden werden.

ANMERKUNG 2 Damit die Maschineninterpretation wie die durch Menschen erfolgen kann, wäre letztendlich ein Verständnis aller für die Konzepte, Attribute und Relationen verwendeten Namen und Beschriftungen erforderlich. Die Ontologien ermöglichen wenigstens eine Strukturebene, die die Möglichkeiten und Unmöglichkeiten für die gelieferten Daten festlegt und den Informationen eine maschineninterpretierbare Bedeutung verleiht.

Um letztendlich Daten für alle Arten von Entscheidungsunterstützung *integrieren* zu können, wird eine noch stärkere Semantik benötigt. Diese stärkere Kenntnis liegt in Form ausdrücklicher Beschränkungen und Regeln für die Daten vor, anhand der die Daten in einer offenen Umgebung (OWA) oder geschlossenen Umgebung (CWA) verifiziert und abgeleitet werden können. Diese Beschränkungen und Regeln können definitorisch oder operativ sein. Letztere werden durch die Aufgabenstellung des Auftraggebers oder gesetzgebende/regulatorische Organe zusätzlich zu den definitorischen Beschränkungen und Regeln festgelegt. Für dieses LoC-3 muss das RDF-Framework und (RDFS+OWL) und/oder (RDFS+SHACL) verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Die SHACL-Spezifikation der W3C Recommendation (bestehend aus zwei Teilen: SHACL Core und SHACL-SPARQL) wird zur Verifizierung der Daten, die SHACL 1.1 Advanced Features des draft community track reports [5] für die Dateninferenz verwendet.

ANMERKUNG 4 Die Standard-Interpretation für die Dateninferenz bei der OWL-Modellierung ist OWA, die Standard-Interpretation für die Verifizierung der Daten bei der SHACL-Modellierung ist CWA.

6 L1: Informationssprache

6.1 Konzeptionelle L1: Informationssprache

Die konzeptionelle L1: Die Informationssprache, die immer noch von den konkreten RDF-basierten Sprachen unabhängig ist, wird in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1 — Konzeptionelle L1: Informationssprache

Metasatz		
1. Informationsmodell		
2. Informationssatz		
3. Gruppe		
Metakonzept		
4. Konzept		
5. Individuum		
6. Wertetyp		
7. Wert		
8. Attribut		
8.1 Anmerkung		
8.2 Qualität		
8.3 Größe		
9. Relation		
Metarelation	Von ²	Bis
10. Gruppierung	1 bis 3 (oder)	3 bis 9 (oder)
11. Klassifizierung (invers: Instanziierung)	4 oder 5	4
	7	6
12. Generalisierung (invers: Spezialisierung)	4	4
	6	6
	8	8
	9	9
13. Beschränkung	(komplexer n-stellig)	
14. Ableitung	(komplexer n-stellig)	

Diese konzeptionelle Informationssprache enthält Metasätze, Metakonzepte und Metarelationen.

2 Von/Bis Metasatz/Metakonzept.

Metasätze

Der erste Metasatz repräsentiert eine Spezifikation für Informationssätze, die allgemein als Informationsmodell bezeichnet wird. Gute Beispiele für Informationsmodelle sind Vokabularien, Thesauri, Wörterbücher und (grundlegende oder fortgeschrittene) Ontologien. Betrachtungsmodelle, die nur bestehende andere Modelle (ohne Veränderung) wiederverwenden, sind ebenfalls ein Beispiel für Informationsmodelle. Darüber hinaus gibt es Informationssätze, die individuelle Informationen enthalten, die üblicherweise einem Informationsmodell entsprechen oder von diesem gesteuert werden. Darüber hinaus können benutzerdefinierte Gruppen bestehen, die Teilsätze des Informationsmodells oder Informationssatzes repräsentieren.

Metakonzepte

Das erste einfache Metakonzept ist ein Element eines Informationsmodells und ein *Konzept*, das auf abstrakte Vorstellungen als Dinge von Interesse verweist. Das nächste Konzept ist ein *Individuum*, eine Instanz eines Konzepts, die etwas repräsentiert, auf das in der Realität gezeigt werden kann oder könnte. Das nächste Metakonzept ist ein *Wertetyp* wie ein String, eine Dezimalzahl, eine Dopplung, ein boolescher oder ein Aufzählungstyp, der *Werte* als Instanzen hat.

Dann gibt es *Attribute*, die intrinsische Eigenschaften beschreiben und *Relationen*, die extrinsische Eigenschaften einzelner Konzepte beschreiben. Attribute werden weiterhin in *Anmerkungen* unterteilt, die von Menschen interpretierbare Identifikatoren, Namen, Label, Definitionen usw. sowie durch maschineninterpretierbare *Qualitäten* und *Größen* hinzufügen.

Bei den Relationen in diesem Dokument muss es sich um binäre Relationen handeln, da alle festgelegten Sprachbindungen in diesem Dokument ausschließlich binäre Relationen verwenden. Falls n-stellige Relationen ($n > 2$) modelliert werden müssen, muss der unter [6] beschriebene Modellierungsansatz unter Befolgung des spezifischen komplexen Relationsmusters von 6.3.9 verwendet werden.

- Eine Beispielrelation ist die Aufteilung (siehe 6.3.7), bei der Einschränkungen zu dieser Aufteilung eine so genannte ‚Meronomie‘ oder ‚typische Aufteilung‘ festlegen.

Metarelationen

Es sind zwei Metarelationen festgelegt:

- Klassifizierung (invers: Instanziierung) von „konkret“ zu „abstrakt“;

Konzepte müssen mit Individuen instanziiert werden. Solche Individuen erhalten lexikalische Werte für Attribute oder Verweisungen für Relationen. Lexikalische Werte müssen entsprechend einem Wertetyp klassifiziert werden.

- Generalisierung (invers: Spezialisierung) von ‚spezifisch‘ zu ‚generisch‘;

Konzepte müssen zu anderen Konzepten spezialisiert werden; Attribute müssen zu anderen Attributen spezialisiert werden und Relationen müssen zu anderen Relationen spezialisiert werden. Spezialisierte Konzepte, Attribute und Relationen übernehmen alle Beschränkungen und Ableitungen der Konzepte, Attribute und Relationen, aus denen sie spezialisiert wurden.

Durch diese beiden Mechanismen ergeben sich zwei Hierarchietypen, nämlich:

- eine *Typologie*;
- eine *Taxonomie*.

Die folgenden weiteren Metarelationen sollten neben diese beiden Abstraktionsmechanismen angewendet werden:

- Gruppierung wie etwa für die Gruppierung aller Konzepte, Attribute und Relationen usw. in einem Informationsmodell.

Schließlich liegen zwei komplexere n-stellige Relationen vor, die ausdrückliche Regeln vorgeben, denen die Informationen entsprechen sollten:

- Beschränkungen, die den Betrag von Werten, die Werte selbst oder beides einschränken. Konzepte, Wertetypen, Attribute und Relationen können Beschränkungen im Hinblick auf ihre Quell- oder Zielkonzepte (im Fall von Relationen) oder den Zielwerttyp (im Fall von Attribut) haben; und
- Ableitungen, die beschreiben, wie neue Werte für Attribute oder Relationen aus bestehenden angegebenen Werten abgeleitet werden müssen. Beschränkungen müssen „definitorisch“ sein oder Anforderungen, Vorschriften oder Empfehlungen repräsentieren.

6.2 Konkrete L1: Informationssprachbindungen

Eine Sprachbindung definiert, wie die konzeptionelle Informationssprache den verfügbaren Modellierungskonstrukten, die von einer gegebenen konkreten Informationssprache bereitgestellt werden, zugeordnet wird. Aus Gründen der Vereinfachung verwendet dieses Dokument wo immer möglich die einfache und direkte Nutzung verfügbarer Sprachkonstrukte. Dies bedeutet, dass nur Größen „objektifiziert“ und als Klassen modelliert werden dürfen, während Qualitäten und Relationen direkt als RDF-Eigenschaften modelliert werden müssen (in OWL: Datentypeigenschaften und Objekteigenschaften). Auf diese Weise müssen angebotene Standard-Sprachfunktionalitäten wie inverse Relationen und verschiedene Attribut- oder Relationsbeschränkungsattribute oftmals direkt wiederverwendet werden.

Tabelle 2 und Tabelle 3 enthalten die Spezifikationen für jeden Modellierungsstil je Fähigkeitsniveau (LoC).

Tabelle 2 — Spezifizierte Sprachbindung für LoC-1: Abstimmung der Begriffe und Definitionen mit SKOS

Metasatz/Konzept/Relation	Sprachbindung für LoC-1: Abstimmung der Begriffe und Definitionen mit SKOS
1. Informationsmodell	skos:ConceptScheme
2. Informationssatz	nicht anwendbar
3. Gruppe	skos:Collection
4. Konzept	skos:Concept
5. Individuum	im Allgemeinen nicht anwendbar, nur Aufzählungselemente: skos:Concept
6. Wertetyp	nicht anwendbar
7. Wert	nicht anwendbar
8. Attribut	
8.1 Anmerkung	bestehende RDFS/SKOS/SML-Anmerkungen (siehe 6.3.5)
8.2 Qualität	skos:Concept
8.3 Größe	skos:Concept
9. Relation	skos:Concept

Metasatz/Konzept/Relation	Sprachbindung für LoC-1: Abstimmung der Begriffe und Definitionen mit SKOS
10. Gruppierung	skos:inScheme, skos:member
11. Klassifizierung	skos:broader (nur für Aufzählungstyp-Instanzen)
12. Generalisierung	skos:broader
13. Beschränkung	nicht anwendbar
14. Ableitung	nicht anwendbar

ANMERKUNG 1 Individuen werden nicht modelliert. Aus diesem Grund sind rdf:type-Relationen nicht relevant. Es gibt eine Ausnahme: die für nummerierte Datentypen verwendeten Instanzen von „type classes“. Hier werden die zulässigen Werte ebenfalls zu SKOS-Konzepten, die mit der allgemeineren ‚Aufzählungstypklasse‘ verbunden sind.

ANMERKUNG 2 Technische Darstellungseinheiten, die eine räumliche und zeitliche Platzierung beinhalten, sind ebenfalls nicht relevant.

Tabelle 3 — Spezifizierte Sprachbindungen für LoC-2&3: Informationsaustausch/-teilung oder -integration

Datenaustausch/-teilung oder -integration Relation	Sprachbindung für LoC-2: Informationsaustausch/-teilung mit RDFS	Sprachbindung für LoC-3a: Informationsintegration mit (RDFS+) OWL	Sprachbindung für LoC-3b: Informationsintegration mit (RDFS+) SHACL
1. Informationsmodell	owl:Ontology		
2. Informationssatz	owl:Ontology		
3. Gruppe	rdfs:Container		
4. Konzept	rdfs:Class	owl:Class	rdfs:Class
5. Individuum	rdfs:Resource (implizit)	owl:NamedIndividual oder anonymes Individuum (beide implizit)	rdfs:Resource (implizit)
6. Wertetyp	rdfs:Datatype oder rdfs:Class + rdf:Property für Aufzählungs-Datentypen	rdfs:Datatype oder owl:Class + owl:ObjectProperty für Aufzählungs-Datentypen; einschließlich owl:oneOf für feste Sätze	rdfs:Datatype oder rdfs:Class + rdf:Property für Aufzählungs-Datentypen; incl. sh:in für feste Sätze
7. Wert	Klartext oder Buchstabensymbol (implizit)	Klartext oder Buchstabensymbol (implizit)	Klartext oder Buchstabensymbol (implizit)

Datenaustausch/- teilung oder - integration Relation	Sprachbindung für LoC-2: Informationsaustausch/ -teilung mit RDFS	Sprachbindung für LoC-3a: Informationsintegration mit (RDFS+) OWL	Sprachbindung für LoC-3b: Informationsintegra- tion mit (RDFS+) SHACL
8. Attribut			
8.1 Anmerkung	rdf:Property	owl:AnnotationProperty	rdf:Property
8.2 Qualität	einfach über rdf:Property oder komplex über den QualityValue-Bereich (außer für Aufzählungen) Aufzählungen: rdf:Property mit Bereich einer Instanz der EnumerationType-Klasse	einfach über owl:DatatypeProperty oder komplex über owl:ObjectProperty mit QualityValue-Bereich (außer für Aufzählungen) Aufzählung: owl:ObjectProperty mit Bereich einer Instanz der EnumerationType-Klasse	einfach über rdf:Property oder komplex über QualityValue-Bereich (außer für Aufzählungen) Aufzählungen: rdf:Property mit Bereich einer Instanz der EnumerationType-Klasse
8.3 Größe	einfach über rdf:Property oder komplex über den QuantityValue- Bereich	einfach über owl:ObjectProperty oder komplex über owl:ObjectProperty mit QuantityValue-Bereich	einfach über rdf:Property oder komplex über QuantityValue-Bereich
9. Relation	einfach über rdf:Property oder komplex über RelationReference- Bereich	einfach über owl:Object- Property oder komplex über owl:ObjectProperty mit RelationReference- Bereich	einfach über rdf:Property oder komplex über RelationReference- Bereich
10. Gruppierung	implizit (gleiche Datei) oder explizit über rdfs:member		
11. Klassifizierung	rdf:type		
12. Generalisie- rung	rdfs:subClassOf oder rdfs:subPropertyOf	rdfs:subClassOf & rdfs:subPropertyOf	rdfs:subClassOf & rdfs:subPropertyOf
13. Beschränkung	rdfs:domain oder rdfs:range	owl:Restriction rdfs:domain & rdfs:range	sh:NodeShape & sh:PropertyShape ^a
14. Ableitung	nicht anwendbar	nicht anwendbar	sh:Rule
^a Wenn eine Domäne <i>und</i> ein Bereich besteht: Zuordnung zu einer NodeShape mit einer PropertyShape (mit einer sh:targetClass im Falle expliziter/separater Zielklassen). Wenn nur ein Bereich besteht: Zuordnung zu einer NodeShape (immer mit sh:targetObjectsFrom).			

ANMERKUNG 3 Da jede (eingeschränkt) maschineninterpretierbare Modellierung tatsächlich mit LoC-2a beginnt, dient diese oftmals als Ausgangspunkt, der in einer späteren Phase auf LoC-3 für eine erweiterte Beschränkungs-/Ableitungsmodellierung erweitert werden könnte.

ANMERKUNG 4 In diesem Dokument wird Turtle für die Codierung von SML selbst (Anhang A) und das SML-Beispiel (Anhang C) verwendet.

ANMERKUNG 5 Domäne und Bereich werden als ‚Beschränkung‘ positioniert. Ein RDFS-Reasoner erschließt neue Informationen auf Grundlage dieser Beschränkungen (der RDFS-‚Erfordernis‘ folgend). ‚Ableitungen‘ sind als auf den benutzerdefinierten Regeln basierende, benutzerdefinierte Schlussfolgerungen zu betrachten.

ANMERKUNG 6 Der Begriff ‚einheitlicher Ressourcenzeiger‘ (en: uniform resource locator – URL) bezieht sich auf eine Teilmenge von URIs, die, zusätzlich zur Identifizierung einer Quelle, ein Mittel zur Lokalisierung der Ressource bietet, indem sie deren primären Zugriffsmechanismus (z. B. ihren Netzwerkstandort) beschreibt.

ANMERKUNG 7 Die Beschränkungen vom Typ owl:AllDisjointClasses haben kein direktes SHACL-Gegenstück. Dies wird in SHACL wie im folgenden Beispiel modelliert:

```
sml:AllDisjointClassesShape_1
  a sh:NodeShape ;
  sh:targetSubjectsOf rdf:type ;
  sh:property [
    sh:path (rdf:type [sh:zeroOrMorePath rdfs:subClassOf]) ;
    sh:qualifiedValueShape [
      sh:in (
        sml:PhysicalObject
        sml:InformationObject
        sml:State
        sml:Event
        sml:Activity
      ) ;
    ] ;
    sh:qualifiedMaxCount 1 ;
  ] ;
sh:property [ etc.
```

6.3 Modellierungsmuster

6.3.1 Allgemeines

Bei der Zuordnung zu einer konkreten Sprache müssen Modellierungsmuster, wie in 6.3.2 bis 6.3.9 beschrieben, verwendet werden.

6.3.2 Identifizierung über URI-Strategie

Dem RDF-Rahmenwerk folgend muss zur Identifizierung von semantischen Ressourcen immer ein URI verwendet werden.

Zur optimalen Wiederverwendung und Klarheit sollte die spezifische URI-Strategie wie in Tabelle 4 spezifiziert werden.

Tabelle 4 — URI-Strategie

— uri = 'http', ['s'], '://', internet domain, '/', [path], '/', reference — reference = — 'term', ('/' '#'), term^a — def, ('/' '#'), (conceptname attributenname relationname reference-individualname)^b — 'id', ('/' '#'), individualname^c — 'doc', ('/' '#'), documentname, [documentextension], [('/' '#'), fragmentidentification]^d	
Metasymbole	
=	definiert durch (eine ,Produktionsregel')
,	Symboltrenner
'...'	vordefiniertes Symbol (,Terminalsymbol')
...	obligatorisches Symbol
[...]	optionales Symbol
(...)	Gruppierung
	Logisch ,exklusiv ODER'
^a Zur Bezeichnung eines Begriffs für ein Konzept, ein Attribut oder eine Relation. ^b Zur Bezeichnung eines Konzepts, Attributs, einer Relation oder eines Referenz-Individuums. ^c Zur Bezeichnung eines Individuums (,id' als Individuum, nicht als Identifikator lesen, da Begriffe, Definitionen und Dokumente auch über einen Identifikator verfügen). ^d Zur Bezeichnung eines Dokuments, das Informationen zu einem Konzept, einem Attribut, einer Relation oder einem (Referenz-)Individuum liefert (optional mit Fragment-Identifizierung innerhalb des Dokuments).	

6.3.3 Kombination von Sprachbindungen

In der Praxis ist es oftmals erforderlich Sprachbindungen zu kombinieren. Im weitreichendsten Fall betrifft dies (immer 1 oder mehr):

- SKOS-Konzeptschema;
- RDFS-Ontologie;
- OWL-Ontologie (Import der RDFS-Ontologie); und
- SHACL-Ontologie (Import der RDFS-Ontologie³).

3 Hierbei könnte es sich technisch auch um die OWL-handeln, da SHACL die OWL-Aspekte einfach ignoriert. Umgekehrt ist dies nicht der Fall: die OWL-Ontologie sollte, da OWL strenger ist, den SHACL-Graphen nicht importieren.

Da sich die semantische Absicht der SKOS-Konzepte grundlegend von denen der ontologischen Quellen unterscheidet, die die Semantik der Informationen beschreiben und/oder als Basis für die Schlussfolgerungen zu Informationen oder die Verifizierung von Informationen dienen, ist es wichtig, die Namespace-URI zu identifizieren, um die SKOS-Konzepte von den Namespace-URI der Ontologiequellen zu unterscheiden. Außerdem wird ein SKOS-Schema von einer RDFS/OWL/SHACL-Ontologie nicht importiert. `skos:prefLabel` und `skos:definition` werden in der RDFS-Ontologie dupliziert.

Die ontologischen Elemente sind dann, unter Verwendung der bestehenden `rdfs:seeAlso`-Anmerkung möglicherweise lose mit den entsprechenden SKOS-Elementen verbunden.

Da sich RDFS, OWL und SHACL nicht grundsätzlich voneinander unterscheiden und sich ergänzende semantische Aspekte abdecken, kann zwischen ihnen derselbe Namespace-URI verwendet werden.

Die gleiche semantische Ressource kann daher gleichzeitig als ein `rdfs:Class`, ein `owl:Class` und ein `sh:NodeShape` typisiert werden. Die in RDFS, OWL und SHACL werden in ihrer eigenen Ontologie mit ihrem eigenen ‚Graph-URI‘ erfasst und können daher auch unabhängig voneinander genutzt werden und einander importieren.

Bei der Kombination von Sprachbindungen ist es daher wichtig, eine klare Unterscheidung zwischen ‚Namespace-URI‘ (oftmals mit Präfixen abgekürzt) und ‚Graph-URI‘ (auch ‚Basis-URI‘ genannt), die als `owl:Ontology` typisiert werden, vorzunehmen (bei nicht kombinierten Sprachbindungen stimmen Namespace-URI und Graph-URI oft überein und ein semantisches Softwaretool kann aus einem ‚Graph-URI‘ ein ‚Namespace-URI‘ generieren: den so genannten ‚Default -Namespace‘).

Dateinamen sind sowohl von den Namespace-URI als auch den Graph-URI unabhängig.

Anhang A, die ‚vernetzte Daten‘-Implementierung dieses Dokuments und Anhang C, ein Anwendungsbeispiel sind nach diesen Richtlinien gestaltet. Ein typisches Beispiel für die Kombination SKOS, RDFS, OWL und SHACL aus dem SML-Code:

In `sml-skos.ttl`:

```
@prefix sml-term: <https://w3id.org/sml/term#> .
<https://w3id.org/sml/skos/term> a skos:ConceptScheme .

sml-term:PhysicalObject a skos:Concept .
```

In `sml-rdfs.ttl`:

```
@prefix sml: <https://w3id.org/sml/def#> .
@prefix sml-term: <https://w3id.org/sml/term#> .
<https://w3id.org/sml/rdfs/def> a owl:Ontology .

sml:PhysicalObject a rdfs:Class ;
    rdfs:seeAlso sml-term:PhysicalObject .
```

In `sml-owl.ttl`

```
@prefix sml: <https://w3id.org/sml/def#> .
<https://w3id.org/sml/owl/def> a owl:Ontology ;
    owl:imports <https://w3id.org/sml/rdfs/def> .

sml:PhysicalObject a owl:Class .
```

In sml-shacl.ttl:

```
@prefix sml: <https://w3id.org/sml/def#> .  
<https://w3id.org/sml/shacl/def> a owl:Ontology ;  
    owl:imports <https://w3id.org/sml/rdfs/def> .  
  
sml:PhysicalObject a sh:NodeShape .
```

BEISPIEL 1 <http://www.interlink.eu/roadotl/def/Road>

BEISPIEL 2 <http://www.nwb-roadnetwork.nl/#A16>

BEISPIEL 3 <http://www.interlink.eu/doc#RoadDefinition.docx>

BEISPIEL 4 <https://w3id.org/nen2660/def#PhysicalObject>
 ('https://w3id.org/nen2660/def#' ist der ,Namespace URI')

BEISPIEL 5 <https://w3id.org/nen2660/shacl/def> (Beispiel für einen ,Graph-URI')

ANMERKUNG 1 Die Entscheidung zwischen „/“ oder „#“ hängt von der erwarteten Größe der Informationsmodelle/Informationssätze ab. Falls diese groß sind, „/“ verwenden, da es nach „#“ keine Serversteuerung mehr gibt, weitere Hintergrundinformationen in [4].

ANMERKUNG 2 Falls eine Versionierung in dem URI erforderlich ist, wird der folgende Ansatz festgelegt (versionslose und versionierte Varianten, wobei sich die versionslose Variante immer auf die aktuellste Version bezieht):

uri = 'http', ['s'], '://', internet domain, '/', [path], '/', [version], '/', reference

ANMERKUNG 3 Die Graph-URI dienen vorzugsweise nicht nur der Kennzeichnung, sondern auch der Lokalisierung (um Informationsmodelle, Informationssätze und ihre Elemente „dereferenzierbar“ zu machen).

ANMERKUNG 4 Dateierweiterungen dürfen nicht in Namen von Informationsmodellen und Informationssätzen verwendet werden. Eine standardmäßige „Server Negotiation“ muss für die Auswahl des korrekten Formats verwendet werden (einschließlich für menschenlesbare Texte, d. h. .html-Dateien).

ANMERKUNG 5 Falls erforderlich, müssen Internetdienste, die stabile URI bieten, wie w3id.org oder purl.org, verwendet werden. In diesem Fall ist oft ein Pfad erforderlich, da generische Fragmente wie „def“ vergeben wurden.

In Bild 3 ist eine typische Kombination bezüglich des Inhalts abgebildet.

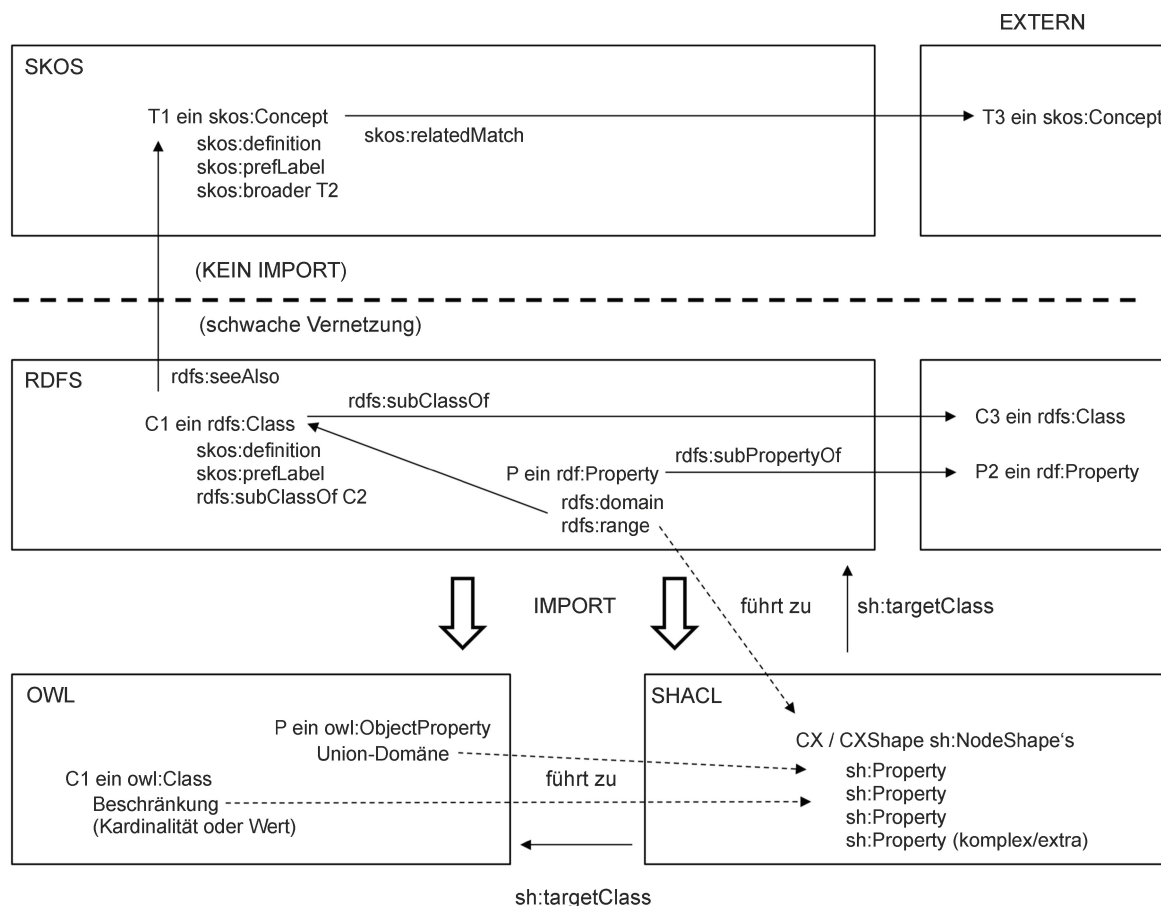


Bild 3 — Multi-RDF-Sprachmodellierung

Es ist zu beachten, dass einige der SHACL-Formen aus den RDFS/OWL-Einschränkungen modelliert werden, sodass sie statt zur Informationsinferenz für die Verifizierung der Informationen verwendet werden können.

Unter Beachtung von Bild 3, muss die Endnutzer-Ontologie einer der folgenden Optionen entsprechen:

- nur A LoC-1 SKOS-Schema;
- nur A LoC-2 RDFS-Ontologie;
- eine über rdfs:seeAlso verbundene LoC-2 RDFS-Ontologie ist ebenfalls mit einem SKOS-Schema verbunden, das auch die schwache Taxonomie skos:prefLabel, skos:definition, skos:broader liefert, die der starken Taxonomie RDFS rdfs:subClassOf und möglicherweise weiteren Informationen zum SKOS-Level entspricht;
- nur A LoC-3 OWL-Ontologie, einschließlich aller RDFS-Erklärungen;
- eine LoC-3 OWL-Ontologie, in der die Klassen ebenfalls als in einer separaten Ontologie verfügbare RDFS-Klassen typisiert sind. In der OWL-Ontologie sind nur die OWL-spezifischen Aussagen wie die Unterscheidung in owl:DatatypeProperty und owl:ObjectProperty und fortgeschrittenere Varianten von rdfs:domain und rdfs:range involving owl:unionOf modelliert;
- nur A LoC-3 SHACL-Ontologie, einschließlich aller RDFS-Erklärungen;

- eine LoC-3 SHACL-Ontologie, in der die Klassen ebenfalls als RDFS-Klassen in einer separaten Ontologie typisiert (oder explizit über Zielklassen verbunden) sind. In der SHACL-Ontologie werden nur die SHACL-Formen modelliert und bilden dabei teilweise die in RDFS nach (rdfs:domain/rdfs:range). SKOS separat oder nicht; und
- eine LoC-3-Kombination aus RDFS, OWL und SHACL, bei der in SHACL nun auch die OWL-Einschränkungen nachgebildet werden. SKOS separat oder nicht.

Für die Implementierung (Anhang A) und das typische Beispiel (Anhang C) dieses Dokuments wird die letzte, vollständige Option gezeigt, in der eine betroffene Trennung gezeigt wird, bei der die verschiedenen RDF-Sprachen alle zu verschiedenen Modellierungsaspekten beitragen.

6.3.4 Benennung

Es gibt zwei Hauptmethoden zur eindeutigen Benennung von Dingen in Informationssätzen oder Informationsmodellen (letztes Fragment des URI):

- durch aussagekräftige Namen (für Menschen); oder
- durch semantikfreie Opaque Codes (wie etwa generierter UUID-Code).

Eine dritte Option wären Kombinationen aus diesen beiden Möglichkeiten („Straße-A237-12“).

Alle Ansätze haben ihre Vor- und Nachteile und sind durch dieses Dokument zugelassen. Für Menschen lesbare Namen helfen dabei, Ontologien zu entwickeln und zu lernen, während in der Betriebsphase mit Unterstützung durch semantische Softwaretools, die Details verbergen, Codes typischerweise stabiler (sie bleiben stabil, wenn sich die Begriffe ändern) und sprachneutral sind. Codes vereinfachen auch den Umgang mit Homonymen (Begriffen mit mehreren Bedeutungen).

Bei der Verwendung von Codes müssen auch menschenfreundliche bevorzugte Label im Kontext einer Ontologie verwendet werden, da alternative Label nicht eindeutig sind.

Wenn Namen in Informationsmodellen verwendet werden:

- aussagekräftige Konzept- oder Wertetypnamen beginnen immer mit einem Großbuchstaben („CamelCase“);
- aussagekräftige Attribut- oder Relationsnamen beginnen immer mit einem Kleinbuchstaben („camelCase“); und
- aussagekräftige Namen sind singular.

Beispielnamen sind in Informationssätzen flexibel, z. B.:

- spezifische Namen wie etwa „A16“ für eine niederländische Straße;
- nummerierte Individuen für eine Klasse wie „Road_16“;
- semantikfreie zugewiesene GUID wie „233hhjj334--!!99“;
- semantikfreie generierte UUID wie „550e8400-e29b-41d4-a716-446655440000“ (üblicherweise ein Bit lang, jedoch mit dem Vorteil der automatischen Generierung); oder
- jede Kombination der obigen Optionen.

6.3.5 Anmerkung

Interne textliche Definitionen müssen das Simple Knowledge Organization System (SKOS) wiederverwenden:

- <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#definition> (rdf:type rdf:Property);
- Je Sprachcode darf höchstens eine Definition vorliegen.

Die Verwendung von skos:definition übermittelt eine spezifischere Bedeutung als das generische rdfs:comment.

Zudem wird rdfs:isDefinedBy verwendet, um auf eine externe Ressource zu verweisen, die die Subject Resource definiert. Diese Eigenschaft darf angewendet werden, um ein RDF-Vokabular anzuzeigen, in dem eine Subject Resource definiert ist. Sie weist auf maßgebliche Informationen über die Ressource hin (die nicht notwendigerweise RDF ist, sondern oftmals html und in einigen Fällen native Formate wie PDF hat).

Codes (unabhängig von irgendeiner Sprache) müssen wieder mit dem SKOS definiert werden:

- <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#notation> (rdf:type owl:DatatypeProperty).

Jede(r) der verwendeten Codes/Notationen muss die Dinge, die den Code/die Notation besitzen, kennzeichnen.

Tabelle 5 enthält eine Übersicht der durch dieses Dokument festgelegten ausgewählten Anmerkungstypen.

Tabelle 5 — Festgelegte Sprachbindung für Anmerkungen

Anmerkung	Sprachbindung
primäres Label	skos:prefLabel
Synonym	skos:altLabel
Code	skos:notation
Abkürzung	sml:abbreviation (rdfs:subProperty von skos:altLabel)
interne Definition	skos:definition (max 1 je Sprache)
externe Definition	rdfs:isDefinedBy
externe Beschreibung	rdfs:seeAlso (als Verbindung zum SKOS-Schema verwendet)
Anwendungsbereich	skos:scopeNote
Kommentar	rdfs:comment
Anmerkung des Autors	skos:editorialNote
Beispielanwendung	skos:example
Informationsquelle	dcterms:source

Natürlich können auch weitere Anmerkungseigenschaften wie d. h. ‚dcterms:created‘ hinzugefügt werden.

Für einen gemeinsamen Eindruck in Betrachtern/Bearbeitungsprogrammen legt dieses Dokument fest, dass Labels:

- im Fall von Konzepten und Datentypen mit einem Großbuchstaben (Großschreibung) beginnen;

- im Fall von Attributen und Relationen mit einem Kleinbuchstaben (Kleinschreibung) beginnen;
- keine anderen Großbuchstaben verwenden (außer bei Akronymen);
- Leerzeichen zur Worttrennung verwenden;
- keine Punkte am Ende verwenden;
- immer Sprachtags (möglicherweise einschließlich Regionen) nach [3] verwenden. Beispiele: „Bridge“@en, „Pechstrook“@nl-BE; und
- im Fall benutzerfreundlicher Namen werden diese auch als bevorzugtes Label unter Anwendung der obigen Regeln kopiert (wenn der Klassenname „InnerDoor“ lautet, wird für das bevorzugte SKOS-Label ebenfalls „Inner door“ verwendet).

6.3.6 Typen

Es wird zwischen zwei Typen unterschieden: Aufzählungstypen und Konzepttypen.

Aufzählungstypen sind als Konzept festgelegt, das eine Instanz eines EnumerationType ist, sodass zulässige Aufzählungselemente zu Individuen mit mehrsprachigen Labels und anderen Metadaten wie Beschreibungen, Definitionen usw. werden können. Es wird zwischen offenen und festen Aufzählungsdatentypen unterschieden. Feste Aufzählungsdatentypen werden mit dem OWL-Konstrukt (default-OWA) ‚owl:oneOf‘ und einem SHACL-Gegenstück (default-CWA) ‚sh:in‘ festgelegt.

Der Name des Aufzählungsdatentyps sollte eine mit einem Großbuchstaben beginnende Variante der Beziehung sein, die diesen Datentyp als Bereich hat. Es wird empfohlen, zur Verdeutlichung sowohl die Eigenschaft und den zugrundeliegenden Typen um ein „typenähnliches“ Fragment zu erweitern. Der EnumerationType selbst wird als ein isSubtypeOf rdfs:Container modelliert, um die Festlegung einer Reihenfolge für die Aufzählungselemente zu ermöglichen.

BEISPIEL (in OWL)

```
ex:loadLevelType
  a owl:ObjectProperty ;
  rdfs:domain ex:Vehicle ;
  rdfs:range ex:LoadLevelType ;
.
ex:LoadLevelType
  a owl:Class ;
  a sml:EnumerationType ;
  owl:oneOf (
    ex:Light
    ex:Normal
    ex:Heavy
  ) ;
rdf:_1 ex:Light ;
rdf:_2 ex:Normal ;
rdf:_3 ex:Heavy .

ex:Light a ex:LoadLevelType .
ex:Normal a ex:LoadLevelType .
ex:Heavy a ex:LoadLevelType .
```