|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | Nederlandse norm (concept) |
|  | **NEN 2660-1**  (nl) |
|  | Regels voor conceptuele modellering van gebruik en levenscyclus van de gebouwde omgeving – Deel 1: Termen, definities en algemene regels  Rules for conceptual modeling of usage and lifecycle of the built environment – Part 1: Terminology, definitions and general rules |
|  | Vervangt NEN 2660:1996+C2:1997 |
|  | ICS 35.240.50; 35.240.60; 35.240.99 |
|  | 12 oktober 2020, versie 0.62 |

NEN 2660-1:2020

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| Normcommissie 351225 'Regels voor informatiemodellering van de gebouwde omgeving' |
|  |
|  |
|  |
|  |
| <NEN Copyright statement> |
|  |
|  |

Inhoud

[Voorwoord 5](#_Toc53313912)

[1 Onderwerp en toepassingsgebied 6](#_Toc53313913)

[2 Normatieve verwijzingen 7](#_Toc53313914)

[3 Termen en definities 7](#_Toc53313915)

[4 Symbolen en afkortingen 7](#_Toc53313916)

[4.1 Symbolen 7](#_Toc53313917)

[4.2 Afkortingen 8](#_Toc53313918)

[5 Conceptueel modelleringsraamwerk 9](#_Toc53313919)

[5.1 De betekenisdriehoek 9](#_Toc53313920)

[5.2 Verzamelingenleer 11](#_Toc53313921)

[5.3 Materiële en immateriële dingen 13](#_Toc53313922)

[5.4 Mentale niveaus 13](#_Toc53313923)

[5.5 Taalniveaus 15](#_Toc53313924)

[5.6 Modelleringsraamwerk 16](#_Toc53313925)

[5.7 Basispatroon op type niveau 17](#_Toc53313926)

[5.8 Basispatroon op individueel niveau 21](#_Toc53313927)

[6 Conceptueel metamodel 22](#_Toc53313928)

[6.1 Algemeen 22](#_Toc53313929)

[6.2 Metaconcepten en -verzamelingen 22](#_Toc53313930)

[6.3 Metarelaties 27](#_Toc53313931)

[7 Taalbindingen 34](#_Toc53313932)

[7.1 Inleiding 34](#_Toc53313933)

[7.2 Algemene principes 34](#_Toc53313934)

[7.3 Principes – relaties en rollen 35](#_Toc53313935)

[7.4 Taalbinding naar triple gebaseerde talen 36](#_Toc53313936)

[7.5 Taalbinding naar object gebaseerde talen 36](#_Toc53313937)

[7.6 Taalbinding naar het Metamodel Informatie Modellering (MIM) 36](#_Toc53313938)

[7.7 Overige taalbindingen 36](#_Toc53313939)

[8 Conceptueel top level model 37](#_Toc53313940)

[8.1 Algemeen 37](#_Toc53313941)

[8.2 Top level concepten 37](#_Toc53313942)

[8.3 Top level concepten – Entiteit, Toestand en Gebeurtenis 38](#_Toc53313943)

[8.4 Top level concepten – Object en Activiteit 39](#_Toc53313944)

[8.5 Top level concepten – Ruimtelijk en temporeel gebied 41](#_Toc53313945)

[8.6 Top level relaties 42](#_Toc53313946)

[8.7 Top level attributen 46](#_Toc53313947)

[9 Generieke domeinmodellen 47](#_Toc53313948)

[9.1 Domein concepten 47](#_Toc53313949)

[9.2 Domein relaties 49](#_Toc53313950)

[10 Conformiteit 50](#_Toc53313951)

[Bijlage A (normatief) Titel van de bijlage 51](#_Toc53313952)

[A.1 51](#_Toc53313953)

[Bijlage B (informatief) Informatiedragers NEN 2660:1996 52](#_Toc53313954)

[B.1 Statements 52](#_Toc53313955)

[B.2 Definities 52](#_Toc53313956)

[Bibliografie 53](#_Toc53313957)

[Documenthistorie 54](#_Toc53313958)

Voorwoord

LET OP: aanpassingen aan hoofdstuk 6 t/m 9 moeten nog worden doorgevoerd

Het effectief en efficiënt registreren en administreren van informatie van de gebouwde omgeving is op dit moment belangrijker dan ooit te voren. Steeds meer opdrachtgevers en opdrachtnemers in Nederland en België̈ zijn trajecten gestart of overwegen een traject te starten voor de ontwikkeling van een gegevensmodel voor het ordenen van gegevens over de gebouwde omgeving. Hierdoor dreigt er een wildgroei aan gegevensmodellen te ontstaan die niet volgens een eenduidige methodiek zijn ontwikkelt. Dit belemmert de uitwisseling van informatie binnen organisaties en tussen organisaties onderling. Zeker met de toekomstige nieuwe omgevingswet en circulariteitsdoelstellingen is uitwisseling van informatie belangrijker dan ooit tevoren, denk hierbij aan het voorkomen van fouten door onbewuste conversiefouten bij automatische verwerkingen. Door uniforme gegevensmodellen te ontwikkelen wordt dit tegengegaan.

 Meer dan ooit te voren zijn opdrachtgevers binnen de publiekelijke en private sector zich er van bewust dat het bundelen van kennis en kunde bij de ontwikkeling van een norm voor een eenduidig gegevensmodel van groot belang is.

 Door de methodische actualisatie van de NEN2660 wordt tevens aansluiting op andere standaarden gerealiseerd die iets zeggen over verschillende soorten gegevensstructuren zoals de taxonomische Conceptenbibliotheek Nederland (CB-NL) of de meronomische decompositiestructuur in NEN 2767. Hierdoor ontstaan nieuwe kansen voor ontwikkeling van BIM- modellen voor een toepassing over de gehele levenscyclus.

 NEN 2660:1996 doet dit voor een gedeelte, maar is in huidige vorm zowel verouderd als niet toereikend. Moderniseren en verbreding is daarom van essentieel belang omdat er een grote behoefte is aan:

* Een optimalisering / actualiseren van de huidige versie van de ordeningsregels voor gegevens in de bouw;
* Een verbreding van het werkgebied van bouw naar gehele gebouwde  omgeving;
* Betere aansluiting met gerelateerde normen;
* Helderheid in de bijbehorende termen, definities en algemene regels.

 De normcommissie 351225 ‘Regels voor informatiemodellering van de gebouwde omgeving’ is de nationale expertgroep voor het ontwerpen van semantische spelregels voor de fysieke en ruimtelijke wereld van de gebouwde omgeving.

 De doelstelling van de normcommissie is om eenduidigheid te verschaffen over de (semantische) spelregels voor gegevensmodellen die de fysieke en ruimtelijke wereld van de gebouwde omgeving uitdrukken. Hiertoe is NEN 2660 ‘Ordeningsregels voor gegevens in de bouw’ herzien, zodat deze duidelijke kaders stelt voor gegevensmodellen die toe te passen zijn in zowel het vastgoed- alsmede in de infrasector.

Regels voor conceptuele modellering van gebruik en levenscyclus van de gebouwde omgeving – Deel 1: Termen, definities en algemene regels

# Onderwerp en toepassingsgebied

Deze norm biedt een raamwerk voor het ontwikkelen van samenhangende conceptuele modellen en views, die betrekking hebben op het gebruik van, en de gehele levenscyclus van de gebouwde omgeving, en elementen uit deze omgeving. Deze norm is primair gericht op partijen die conceptuele modellen binnen dit domein ontwikkelen, niet op de partijen die deze conceptuele modellen uit dit domein in de praktijk toepassen (lees: die deze modellen instantiëren en die deze instanties met elkaar uitwisselen/delen.).

Het raamwerk geeft invulling aan de volgende eisen:

1. De modellen en views zijn conceptueel van aard. Deze norm beschrijft geen implementatie-specifieke regels, maar specificeert de generieke modellerings-constructies (concepten, attributen, relaties) en modelleringsregels die de bouwstenen vormen voor deze modellen;
2. De modelleerregels in deze norm zijn niet gericht op het ontwikkelen van individuele modellen, die ieder afzonderlijk gebruikt worden, maar op de semantische samenhang en interoperabiliteit van een verzameling van modellen, die betrekking hebben op het domein gebouwde domein;
3. De modelleerregels zijn gericht op het ontwikkelen van toekomstvaste, aanpasbare en uitbreidbare modellen;
4. De modelleerregels zijn bedoeld om inconsistenties in bestaande gegevensmodellen te herkennen en dienen als leidraad te worden gebruikt bij het aanpassen van deze modellen.

Het raamwerk is opgebouwd uit een vijftal lagen:

1. Bouwstenen van het raamwerk, de modelleringsconstructies en modelleringsregels die samen het gereedschap vormen waarmee een ontwikkelaar van een conceptueel model kan werken (hoofdstuk 5). In dit hoofdstuk worden geen domein-specifieke regels besproken;
2. Conceptueel metamodel, de modelleringsconstructies en modelleringsregels die deel uitmaken van het conceptueel metamodel (hoofdstuk 6);
3. Taalbindingen, regels voor de transformatie van modellen, uitgedrukt in dit conceptueel metamodel, naar modellen uitgedrukt in een technologie-specifiek metamodel of modelleringstaal (hoofdstuk 7);
4. Conceptueel top level model, de modelleringsconstructies en modelleringsregels die deel uitmaken van het top level domein model (hoofdstuk 8). Dit top level domein model is toepasbaar op alle domeinen uit de werkelijkheid;
5. Generieke domeinmodellen, veel voorkomende modelleringsconstructies en modelleringsregels die (hoofdstuk 9). Deze generieke patronen zijn toepasbaar op vele domeinen uit de werkelijkheid.

In termen van *Enterprise Interoperability* [NEN-EN-ISO 11354-1] adresseert het raamwerk de volgende viewpoints:

1. Concern: Data;
2. Barrier: Conceptual. In combinatie met het Concern Data gaat het dus over semantiek, de betekenis van Data;
3. Approach: een combinatie van Unified (verenigd, gedeeld metamodel met taalbindingen) en Integrated (geïntegreerd, gedeeld top level model);

De norm legt hiermee de basis voor de uitwerking van informatiesystemen waarin gegevens op een zodanige wijze worden geordend en beheerd dat die gegevens gedurende de totale levensfase van elementen uit de gebouwde omgeving actueel, correct en onderling consistent zijn.

# Normatieve verwijzingen

Naar de volgende documenten wordt in de tekst zo verwezen dat de bepalingen ervan geheel of gedeeltelijk ook voor dit document gelden. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde editie van toepassing. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste editie van het document (met inbegrip van eventuele wijzigingsbladen en correctiebladen) waarnaar is verwezen, van toepassing.

NEN-EN-ISO 11354-1, Advanced automation technologies and their applications - Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability - Part 1: Framework for enterprise interoperability

*NEN-ISO 15704, Enterprise modelling and architecture – Requirements for enterprise-referencing architectures and methodologies*

NEN-ISO 16354, Guidelines for knowledge libraries and object libraries

*NTA 8035, Semantische gegevensmodellering in de gebouwde omgeving*

# Termen en definities

Voor de toepassing van dit document gelden de volgende termen en definities.

3.1

term

definitie

[BRON: Tekst]

Opmerking 1 bij de term: Tekst.

# Symbolen en afkortingen

## Symbolen

| *λ* | warmtegeleidingscoëfficiënt |
| --- | --- |

## Afkortingen

| AMS | automatisch meetsysteem |
| --- | --- |

# Conceptueel modelleringsraamwerk

## De betekenisdriehoek

TODO: inleidende tekst over gebruik betekenisdriehoek

In figuur 1 wordt met behulp van een driehoek de relatie gelegd tussen ‘dingen, ‘concepten’ en ‘symbolen’*.* De rechterbenedenhoek vertegenwoordigt ‘iets dat waarneembaar of voorstelbaar is in de werkelijkheid’, kortweg ‘ding’. De bovenhoek staat voor ‘de gedachte aan iets uit de werkelijkheid’, kortweg ‘concept’. De linkerbenedenhoek staat voor het symbool dat de gedachte symboliseert en het ‘iets’ representeert.[[1]](#footnote-1) [[2]](#footnote-2)



Figuur 1 — De betekenisdriehoek

VOORBEELD In Den Haag staat het Catshuis. Dit is wat we een ‘individueel ding’ noemen. Van dit Catshuis kunnen mensen zich een voorstelling vormen. Zo’n mentale voorstelling wordt een begrip of conceptgenoemd. Sommige mensen hebben het Catshuis zelf gezien. Anderen kennen het alleen van een foto. Weer anderen kennen het alleen van naam. Hun voorstellingen van het Catshuis zullen dus onderling verschillen.

Elk concept kan door een symbool (een woord of samenstel van woorden) worden gerepresenteerd. In het geval van het Catshuis is dat onder meer de eigennaam Catshuis. Deze naam kan worden uitgesproken of worden geschreven: C-a-t-s-h-u-i-s. Gebarentolken hebben er een speciaal gebaar voor. Maar er zijn ook andere symbolen denkbaar. Bijvoorbeeld een pictogram of een tekening. Ook een digitaal 3-D-model van het Catshuis kan als een symbool worden beschouwd.

De functie van symbolen is dat ze in de communicatie kunnen worden gebruikt om naar een concept te verwijzen. Voorwaarde is echter dat de communicerende partijen het symbool kennen. Als de ontvanger het gebaar voor Catshuis niet kent, dan heeft het voor de zender ook geen zin om dit gebaar te gebruiken.

Een symbool kan in isolatie bestaan. Een aantal vrienden kan afspreken om vier opgestoken vingers als geheim symbool voor het Catshuis te gebruiken. Veelal maken symbolen en tekens echter onderdeel uit van een tekensysteem. Elke taal is zo’n tekensysteem. De relatie tussen een bepaald tekensysteem en een bepaald conceptueel systeem heet taalbinding*.* In het voorbeeld van het Catshuis wordt de eigennaam van dit gebouw gebruikt als identificerend teken.

Er bestaan vele verschillende talen, zowel natuurlijke talen, die door mensen worden gebruikt, als talen waarmee computers onderling kunnen communiceren. Iedere taal heeft zijn eigen tekens of symbolen, maar ook zijn eigen regels waarmee deze symbolen kunnen worden gecombineerd tot woorden, zinnen, paragrafen en complete teksten. Een groep van mensen die dezelfde taal spreekt wordt een taalgemeenschap genoemd.

We hebben als mensheid allemaal met dezelfde werkelijkheid te maken (hoewel we die soms zeer verschillend kunnen ervaren). Om deze reden is het mogelijk dat twee symbolen, ieder in een andere taal, toch hetzelfde ding representeren. Zo is de Engelse term “building” een vertaling van de Nederlandse term “gebouw”. We zeggen dan dat deze termen dezelfde betekenis hebben, hetzelfde concept symboliseren. Hier zit het woord “teken” in. In figuur 2 wordt dit geïllustreerd.

Ook binnen één taal kunnen er verschillende termen voorkomen met dezelfde betekenis. Zo is “rijwiel” een ander woord voor “fiets”. Dit noemen we synoniemen. En omdat de meeste talen niet ontworpen zijn, maar ontstaan in de praktijk, zijn er ook gevallen waarbij één term meerdere betekenissen heeft, zoals “bank”. Dit worden homoniemen genoemd.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Figuur 2 — Synoniemen, vertalingen en homoniemen

In de werkelijke wereld observeert de mens niet alleen levenloze dingen, maar ook andere mensen. En in de andere mensen herkennen we onszelf. We weten dus dat andere mensen ook de werkelijkheid observeren, en daarbij concepten in hun geest vormen, en via symbolen uitdrukking geven aan deze gedachten. Dit houdt in dat we in staat zijn om van buitenaf naar onszelf te kijken en over onszelf te denken. Omdat dit proces zichzelf kan blijven herhalen (recursie), geeft dit aanleiding tot het bekende Droste effect[[3]](#footnote-3), zie Figuur 3.

Er is een groot verschil tussen het gebruiken van een individueel symbool, of het benoemen ervan.

Vergelijk de volgende twee zinnen:

1. Amsterdam heeft 900 000 inwoners.
2. Amsterdam heeft negen letters.

De naam ‘Amsterdam’ speelt in elk van deze twee zinnen duidelijk een andere rol. De eerste zin doet een uitspraak over de aan het IJ gelegen hoofdstad van het land. De term ‘Amsterdam’ wordt hier gebruikt om naar die stad te verwijzen. Deze term wordt daarom de naam van de stad genoemd. Andere verwijzers zijn ‘A’dam’ en ‘Mokum’. De tweede zin doet een uitspraak over de term ‘Amsterdam’ zelf en benoemt het aantal letters. Engelsen duiden dit verschil aan met ‘use’ en ‘mention’: ‘gebruiken’ en ‘benoemen’.



Figuur 3 — Droste Effect: Gebruiken en benoemen

In hoofdstuk 6 van deze norm (Conceptueel Metamodel) wordt ingegaan op het *gebruik* van symbolen (om concepten te symboliseren en dingen te representeren). In de hoofdstukken 8 (Top Level Model) en 9 (Generieke Modellen) wordt daarentegen ingegaan op het *benoemen* van de diverse soorten dingen (conceptualisering), die in de werkelijkheid bestaan of kunnen bestaan.

## Verzamelingenleer

Het Catshuis, het Mauritshuis, Mon Repos, Eben Haëzer zijn allemaal namen van individuele gebouwen of huizen. Maar daarnaast kennen we ook het algemene concept ‘gebouw’. Dit correspondeert echter niet met één bepaald aanwijsbaar fysiek object. Men kan voor het Catshuis gaan staan en zeggen: “Kijk, dit is het Catshuis.” Maar er bestaat geen enkel ding waarvan men zonder context betekenisvol kan zeggen: “Kijk, dit is het gebouw.” Men kan alleen maar een reëel exemplaar aanwijzen en daarvan zeggen: “Kijk, dit is een gebouw”, wat eigenlijk wil zeggen: “Kijk, dit is een voorbeeld van een gebouw.”

Het betreft hier dus een concept dat geen directe relatie heeft met een ding uit de echte wereld. Het heeft echter wel een relatie met de gedachten die van deze individuele objecten kunnen worden gemaakt: de individuele concepten. We kunnen immers zeggen dat het Catshuis een gebouw is. Daarmee zeggen we dat het Catshuis behoort tot (is lid van) een verzameling van concepten die wordt aanduid met ‘gebouw’. Zeggen dat het Catshuis een gebouw is (tot de ‘verzameling van gebouwen’ behoort), wordt classificerengenoemd. Het Catshuis wordt dan als het ware toegekend aan een bepaalde klasse (verzameling met dezelfde kenmerken).

Naast ‘gebouw’ zijn er ook concepten als ‘hond’, ‘boom’, ‘brug’. Elke taal kent tienduizenden concepten. En dat zijn alleen nog maar concepten die door één enkele term worden weergegeven. Als samengestelde termen worden meegerekend (jachthond), dan zijn het er nog veel meer.

Een eigennaamverwijst naar een (concept van) een individueel object. Op dezelfde manier verwijst een bepaalde term naar een soort object. In figuur 4 is dit weergegeven door een 2e driehoek bovenop de driehoek van figuur 1 te tekenen. De classificatierelatie tussen type concept en het individueel concept vervangt de conceptualisatierelatie tussen het individueel concept en het werkelijke individueel ding.



Figuur 4 — Classificatie relatie tussen individueel concept en type concept

Verder laat Figuur 4 zien dat er twee benaderingen bestaan om te classificeren. We kunnen een (uitputtende) opsomming geven van alle individuele dingen die een bepaald kenmerk hebben, de verzameling. Dit noemen we de extensionele benadering. Daarentegen introduceert de intensionele benadering een algemeen concept of type concept (gebouw), waarmee een individueel ding (Catshuis) kan worden geclassificeerd. De beide benaderingen zijn gelijkwaardig.

Een type concept dient altijd te worden voorzien van een definitie. Een (intensionele of Aristotelische) definitie is een opsomming van de beperkingen, vaak in de vorm van kenmerken (attributen, relaties), waaraan een individueel ding moet voldoen om te worden geclassificeerd conform een bepaald type. Vaak wordt daarbij niet de hele reeks kenmerken opgenoemd, maar alleen het kenmerk, waarmee het zich onderscheid van een nog generieke type, het zogenaamde supertype.

Een intensionele definitie bestaat uit precies één zin in een natuurlijke taal. De opbouw van de zin volgt de Aristotelische vorm: “generieker concept (supertype) met een of meerdere benoemde onderscheidende kenmerken”. Zo heeft het concept ”man” de definitie “mens die in staat is om mobiele geslachtscellen (zaadcellen) te produceren”. Op zijn beurt heeft mens ook een definitie, waarmee het zich onderscheidt van een organisme. Zo ontstaan een keten van steeds generieke typen en hun definities, die eindigt bij het meest generieke type, namelijk ‘ding’.

In de rest van deze norm wordt de intensionele benadering gehanteerd, omdat het geven van een uitputtende opsomming van alle individuen vaak te bewerkelijk is.

## Materiële en immateriële dingen

De voorbeelden van het individuele concept ‘Catshuis’ en het type concept ‘gebouw’ suggereren dat het bij ‘dingen’ altijd om fysieke en materiële objecten zou gaan. Dat is echter niet zo.

De werkelijkheid bestaat immers uit meer zaken dan alleen fysieke objecten. Ook activiteiten en immateriële zaken horen daartoe.

Pinkpop bijvoorbeeld is geen fysiek object maar een evenement. Hetzelfde geldt voor Koningsdag. Ook dit is een evenement. Op kleinere schaal geldt dat voor ‘het bakken van een pizza’ en het ‘kappen van een boom’. Dit zullen we niet zo snel evenementen noemen en eerder activiteiten. Maar dat is slechts een schaalverschil, geen wezenlijk verschil. Het is als het verschil tussen stad en dorp.

Ook hier speelt het onderscheid tussen individuen en typen. Koningsdag 2019 is immers niet hetzelfde als Koningsdag 2018 en Koningsdag 2017. Dit zijn individuele evenementen die allemaal instanties van het type Koningsdagzijn.

Ook hier kunnen subklassen en superklassen worden gevormd. Koningsdag, Koninginnedag, Bevrijdingsdag, 1e Paasdag,enz. zijn allemaal subtypen van Feestdag.

‘Dingen in de werkelijkheid’ kunnen ook immaterieel zijn.

VOORBEELD Een kadastraal perceel is weliswaar een ruimtelijk gebied, maar het bezit geen materiële kenmerken. Het is een gebied waarop één of meer zakelijke rechten rusten. Een zakelijk recht (vruchtgebruik, hypotheek, enz.) is echter immaterieel.

Een topografisch perceel als grasland is daarentegen materieel. Het kenmerk waardoor het een ruimtelijke eenheid is (gras), is immers een materieel iets.

## Mentale niveaus

Het gebruik van de verzamelingenleer, zowel de intensionele als de extensionele benadering, leidt tot een gelaagde conceptualisatie van de werkelijkheid in onze gedachten. Deze wordt getoond in figuur 5.



Figuur 5 — Werkelijkheid, M0 en M1 niveau

We onderscheiden de volgende mentale lagen of niveaus:

1. Werkelijkheid: alle aanwijsbare of mogelijke individuele dingen, die daadwerkelijk of mogelijk kunnen bestaan (in heden, verleden of toekomst).
2. M0 mentaal niveau: alle individuele gedachten over aanwijsbare[[4]](#footnote-4) dingen in de werkelijkheid, de zogenoemde individuen of individuele concepten (bijvoorbeeld de Prins Willem-Alexanderbrug (PWA-brug). Een individueel concept wordt met een eigennaam (symbool) aangeduid.
3. M1 mentaal niveau: alle type concepten, waarmee de individuen worden geclassificeerd. Deze kunnen heel algemeen zijn, zoals het Conceptueel Top Level Model (CM), of domein-specifiek. Een type concept wordt met een soortnaam (symbool) aangeduid.

In principe zijn de mentale niveaus M0 en M1 toereikend om een beeld van de werkelijkheid te vormen. Het Droste effect (paragraaf 5.1) laat echter de mogelijkheid toe om meerdere (‘hogere’) mentale niveaus te introduceren. Zo bevat het M2 niveau alle ‘type van type’ concepten, waarmee de typen van M1 kunnen worden geclassificeerd. Dit wordt geïllustreerd in figuur 6.



Figuur 6 — Werkelijkheid, M0 t/m Mx niveau

Verder laat figuur 6 een paar zaken zien:

1. Een individueel concept op het M0 niveau onderscheidt zich van andere niveaus, doordat het niet meer mogelijk om van dit concept een instantie te bedenken: het is namelijk al een instantie. Zo kun je het concept ‘Galecopperbrug’ niet meer gebruiken om een andere instantie te classificeren.
2. Een individueel concept op het M0 niveau onderscheidt zich van andere niveaus, doordat het niet meer mogelijk om van dit concept een subtype (of supertype) te bedenken. Dit is in lijn met de vorige observatie.
3. Om over concepten op de verschillende mentale niveaus te kunnen communiceren, dient een taal te beschikken over individuele symbolen (woorden) waarmee concepten op al deze niveaus kunnen worden onderscheiden. In de meeste natuurlijke talen, zoals Nederlands en Engels, kennen we alleen het onderscheid tussen de eigennaam (M0 niveau) en soortnaam (M1 niveau). Dit sluit aan bij de eerdere observatie dat de mentale niveaus M0 en M1 toereikend om een beeld van de werkelijkheid te vormen.
4. Symbolen worden niet alleen gebruikt om de concepten te symboliseren, maar ook de relaties (waaronder is instantie van, is subtype van) tussen deze concepten.

## Taalniveaus

In de voorgaande paragraaf hebben we gezien hoe onze gedachten of concepten een gelaagde opbouw kennen. Deze opbouw vormt het hart van de verzamelingenleer. Het Droste effect (paragraaf 5.1) laat echter zien dat – naast de concepten – ook de symbolen een gelaagde opbouw kennen. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 7.



Figuur 7 — L0 en L1 niveaus

We onderscheiden de volgende symbolische lagen of niveaus (de prefix L staat voor *Language*):

1. L0 symbolisch niveau: alle individuele symbolen waarmee concepten van de verschillende mentale niveaus (M0 t/m Mx) worden gesymboliseerd, alsmede hun onderlinge relaties. Het L0 niveau bevat de symbolen waarmee we als mensen met elkaar communiceren. Deze symbolen kunnen op vele manieren gegroepeerd worden (woorden, zinsdelen, zinnen, documenten), en via meerdere modaliteiten (spraak, schrift, Braille, Morse, gebaren, lichtsignalen, geluidssignalen, rooksignalen) worden ge(de)codeerd.
2. L1 symbolisch niveau: alle type symbolen, waarmee de individuele symbolen worden geclassificeerd. Op het L1 niveau wordt in feite de grammatica van een bepaalde *taal* beschreven. Dit kan een natuurlijke taal zijn (Nederlands, Engels) of een formele taal (modelleertaal, programmeertaal). Het L1 niveau wordt ook het metaniveau genoemd.

Ook bij de symbolische of taalniveaus is een uitbreiding naar ‘hogere’ niveaus mogelijk (L2 – Lx). In de context van deze norm worden deze uitbreidingen buiten beschouwing gelaten.

TODO: voeg een beschrijving toe van de begrippen syntax (de fysieke serialisatie van een symbool) en semantiek (de betekenis van een symbool). Geef aan dat hetzelfde symbool op meerdere wijzen kan worden geserialiseerd. Denk voor modelleringstalen aan XML, JSON, en Turtle.

## Modelleringsraamwerk



Figuur 8 — Modelleringsraamwerk

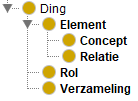
Als het over informatie gaat, kan er onderscheid worden gemaakt op basis van de lagen uit figuur 8:

1. Werkelijkheid: de verzameling van aanwijsbare of mogelijke dingen in de werkelijkheid.
2. M0 mentaal niveau: alle individuele gedachten over aanwijsbare[[5]](#footnote-5) dingen in de werkelijkheid, de zogenoemde individuen of individuele concepten (bijvoorbeeld de Prins Willem-Alexanderbrug, PWA-brug). Een individueel concept wordt met een eigennaam (symbool) aangeduid.
3. M1 mentaal niveau: alle type concepten, waarmee de individuen worden geclassificeerd. Deze kunnen heel algemeen zijn, zoals het Conceptueel Top Level Model (CM), of domein-specifiek. Een type concept wordt met een soortnaam (symbool) aangeduid.
4. L0 symbolisch niveau: dit niveau uit figuur 7 is hier vervangen door de relatie *is gesymboliseerde instantie van*. Deze relatie, tussen een Mx concept en een L1 concept, staat naast de reeds bestaande relatie *is instantie van* tussen een Mx concept en een Mx+1 concept (M0-M1, M1-M2 etc).
5. L1 symbolisch niveau (meta): Zowel M0 als M1 bevatten concepten die zijn gesymboliseerd als instanties van type symbolen, hier aangeduid met Conceptueel Metamodel (CMM).

## Basispatroon op type niveau

Op de verschillende M1-Mx mentale niveaus, alsmede het L1-Lx metaniveaus, komt het onderstaande taxonomische basispatroon voor.

Bij toepassing van dit basispatroon op een bepaald mentaal of metaniveau wordt ieder item voorafgegaan door een voorvoegsel (qualifier). Voorbeeld: MetaConcept (L1), TopConcept (M1), IndividueelConcept (M0).



Ding en zijn subtypen op een bepaald niveau (Lx, Mx) zijn instanties van een Concept op een hoger niveau (Lx+1, Mx+1). Op een vergelijkbare manier zijn de relaties tussen Ding en zijn subtypen op een bepaald niveau instanties van een Relatie op een hoger niveau. En tenslotte is de verzameling/groep van Ding en zijn subtypen een instantie van Verzameling op een hoger niveau.

### Ding (Thing)

Een ding is iets wat waarneembaar of voorstelbaar is op het betreffende (mentale of meta) niveau. Alle andere items op dit niveau zijn subtypen van ding. Een ding kan nul of meer rollen spelen binnen (in de context van) een bepaalde relatie. Ding is abstract.

Ding kan worden onderverdeeld naar twee kenmerken: enkelvoudig/meervoudig en enkelplaatsig/meerplaatsig.

### Verzameling (Set)

Een verzameling is een meervoudig ding, dat bestaat uit de elementen die lid zijn van de verzameling. Eventuele relaties tussen de leden van de verzameling zijn niet van belang.

Ieder element komt maar één keer voor in de verzameling, en de leden zijn niet gesorteerd. Het aantal elementen in een verzameling wordt de *cardinaliteit* genoemd.

OPMERKING In de moderne wiskunde kan een verzameling geen element kan zijn van een (andere) verzameling[[6]](#footnote-6). Wel kan een verzameling een deelverzameling (subset) zijn van een andere verzameling.

### Element (Element)

Een element is een abstract enkelvoudig ding, dat lid kan zijn van een verzameling. Een element is enkelplaatsig (Concept) of meerplaatsig (Relatie).

### Concept (Concept)

Een concept is een enkelplaatsig (unair) element, dat existentieel onafhankelijk is.

### Relatie en Rol (Relation and Role)

Een relatie is een meerplaatsig (n-air) element dat een structureel verband of betrekking tussen N (twee of meer) dingen beschrijft, waarbij ieder ding een bepaalde rol binnen de relatie speelt. Een rol is een existentieel afhankelijk ding, dat de relatieve positie van één ding binnen een relatie benoemt. Op het spelen van een rol door een ding zijn randvoorwaarden (constraints) van toepassing.

Het aantal plaatsen of rollen in een relatie wordt de *ariteit* of plaatsigheid genoemd. Een ding kan meer dan één keer voorkomen in een relatie, indien het ding verschillende rollen in die relatie speelt. De dingen binnen een relatie zijn geordend. Merk op dat een n-aire relatie in het algemeen geen inherente *richting* heeft. In de praktijk is de meest voorkomende relatie de tweeplaatsige of binaire relatie[[7]](#footnote-7) [[8]](#footnote-8). Een binaire relatie kan wel een inherente *richting* hebben.

In de rest van deze paragraaf wordt een aantal notatiewijzen geïntroduceerd voor relaties, rollen en de dingen die een rol in een relatie spelen. Merk op dat de semantiek niet veranderd door het gebruik van een bepaalde notatiewijze.

* N-aire Relatie, Rollen en Ding worden weergegeven als blokken, verbonden door twee gerichte lijnen, “speelt” en “relateert” (figuur 9a);
* N-aire Relatie en Ding worden weergeven als blokken, Iedere Rol krijgt een volgnummer (in verband met de ordening) en wordt weergegeven door een lijn (figuur 9b);
* Binaire Relatie en Ding worden weergeven als blokken, De twee Rollen worden ieder weergegeven door een gerichte lijn (figuur 9c);
* Binaire Relatie wordt weergegeven als een ongerichte lijn, Ding wordt weergegeven als een blok, de twee Rollen worden weergegeven als benoemde uiteinden van de lijn (figuur 9d);
* De twee Binaire Gerichte Relaties worden weergeven als een gerichte lijn, waarbij de relatienaam in het midden van de lijn wordt weergegeven, en de rol niet wordt weergegeven (figuur 10e en figuur 10f).
* Binaire Relatie wordt op een *hybride* manier weergegeven als een gerichte lijn, waarbij de relatienaam in het midden van de lijn wordt weergegeven, EN de twee Rollen worden weergegeven als benoemde uiteinden van de lijn (figuur 10g).



Figuur 9a-d — N-aire en ongerichte binaire relaties

Een van de meest voorkomende en eenvoudige vormen van relaties is de binaire relatie, een relatie met precies 2 rollen, zie figuur 9c. De binaire relatie sluit goed aan bij het relatie-begrip dat we in onze menselijke communicatie gebruiken, en heeft een aantal kenmerken, waaronder het feit dat een binaire relatie kan worden genoteerd als een “verbinding tussen twee punten”. De beide uiteinden van de “lijn” corresponderen met de beide rollen (rol1 en rol2).

De notatiewijze “binaire relatie als lijn” vormt de basis voor de beschijving van wiskundige grafen, beter bekend als netwerken. Deze beschrijvingswijze staat ook centraal in de meeste visuele modelleertalen, die we in hoofdstuk 7 zullen ontmoeten. Overigens is het ook mogelijk om netwerken met n-aire relaties op te bouwen: we spreken dan van hypergrafen.

Als we iets dieper ingaan op de notatiewijze voor binaire relaties, dan blijkt dat er twee manieren zijn om een binaire relatie te noteren, en wel als één ongerichte of als twee gerichte binaire relaties. Dit wordt geillusteerd in figuur 10.



Figuur 9e-g — Ongerichte en gerichte binaire relaties

De illustratie in figuur 10c en 10d is identiek aan figuur 9c en 9d. De binaire relatie wordt als ongericht aangeduid, hetgeen betekent dat er geen voorkeursrichting bestaat binnen deze relatie. We kunnen via rol1 naar rol2 navigeren, maar ook omgekeerd. Twee paden, maar slechts één relatie. Dit komt ook tot uiting in de naamgeving van de relatie: deze is opgebouwd uit de samentrekking van de rollen, waar de relatie uit bestaat.

VOORBEELD In de relatie Ouder-Kind zijn er twee rollen: ouder (rol1) en kind (rol2). Instantiëren van deze relatie resulteert dan in: Mick speelt de rol van ouder in de relatie Ouder-Kind, en Casper speelt de rol van kind.

Een alternatieve notatiewijze wordt getoond in figuur 10e en 10f. Daarbij wordt de ongerichte binaire relatie opgedeeld in twee gerichte binaire relaties. Een gerichte binaire relatie heeft per definitie slechts éen richting, die dan ook de voorkeursrichting is. De richting loopt daarbij van bron naar doel, of van *subject* naar *object*. De voorwaartse binaire relatie navigeert van rol1 naar rol2, en de omgekeerde binaire relatie van rol2 naar rol1. Dit komt ook tot uiting in de naamgeving van de beide relatie: hierbij kan worden gekozen voor een passieve variant, “is rolX van”, of een actieve variant, ”heeft als rolX”. De relatienaam komt dan overeen met een predicaat.

VOORBEELD De ongerichte relatie Ouder-Kind wordt opgedeeld in twee gerichte relaties. De eerste relatie heeft als naam: “is ouder van” (passief) of “heeft als kind” (actieve vorm). De tweede relatie, die tevens inverse is, heeft als naam: “is kind van” (passief) of “heeft als ouder” (actieve vorm). Instantiëren van deze relaties resulteert dan in:

1. Mick is ouder van Casper (passief), of Mick heeft als kind Casper (actief);
2. Casper is kind van Mick (passief), of Casper heeft als ouder Mick (actief).

Het gebruik van gerichte binaire relaties heeft duidelijke voordelen:

1. Het gebruik van de subject – predicaat – object constructie sluit goed aan bij natuurlijk taalgebruik. Reden is dat een mens vaak zichzelf als ”vertrekpunt” neemt: de mens is of subject of object. De naamgeving bij ongerichte relaties, waarbij alle rollen even belangrijk zijn om de relatie te beschrijven, vragen om een neutrale(re) beschrijving van een situatie, die minder goed “in de mond” ligt.
2. Gerichte binaire relaties zijn bekende en goed begrepen concepten uit de wiskunde (met name de verzamelingenleer en de grafentheorie) en de computerkunde, waardoor zeer efficiënte implementaties mogelijk zijn;

Nadelen van gerichte binaire relaties zijn er ook:

1. Bij het modelleren van de werkelijkheid hebben relaties vrijwel nooit een voorkeursrichting. Denk aan de derde wet van Newton: iedere actie roept een even grote, maar tegenstelde reactie op.   
   Dit speelt niet alleen in de natuurkunde, maar ook in de menselijke samenleving. Er zijn dus altijd twee gerichte relaties nodig om de (effecten van) een binaire relatie te beschrijven.
2. Bij het kiezen van namen voor gerichte binaire relaties zijn er veel vrijheidsgraden: actief of passief, uitgedrukt in rol1 of rol2. Hierdoor ontstaat vaak een wildgroei aan predicaten, die voor een mens dezelfde betekenis hebben, maar voor een machine allemaal verschillend zijn.
3. De naamgevingsconventies en navigatietechnieken voor gerichte binaire relaties zijn niet te gebruiken voor n-aire relaties, omdat daarin geen voorkeursrichting bestaat.

VOORBEELD Een mens kan nog wel beredeneren dat “Mick is ouder van Casper” dezelfde informatie bevat als de drie andere varianten “Mick heeft als kind Casper”, “Casper is kind van Mick” en “Casper heeft als ouder Mick”. Voor een machine zijn dit – zonder nadere toelichting – echter vier verschillende relaties.  
Dit wordt nog ingewikkelder, indien ook meer specifieke relaties worden gemodelleerd (is vader van, heeft als zoon, is zoon van, heeft als vader), en men de relatie wil leggen met de algemenere relaties (is ouder van etc.).

Tenslotte kunnen relaties genest worden, zie figuur 10. Dit betekent dat een relatie een rol kan spelen in een relatie.



Figuur 10 — Geneste relaties

## Basispatroon op individueel niveau

Op het M0 niveau (individueel model of gegevensverzameling) en L0 niveau (set van individuele symbolen) komt geen generalisatie relatie meer voor, en dus geen taxonomisch basispatroon. Hier bestaan slechts individuele concepten, relaties en verzamelingen.

De individuele concepten, relaties en verzamelingen op M0 niveau, die samen een gegevensverzameling vormen, worden *dubbel* geclassificeerd:

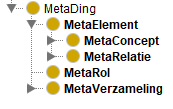
* Ze zijn gesymboliseerde instanties van Individueel Concept, Individuele Relatie en Individuele Verzameling op L1 niveau;
* Ze zijn tevens instanties van een subtype van respectievelijk TopConcept, TopRelatie of TopVerzameling op M1 niveau.

# Conceptueel metamodel

Dit hoofdstuk beschrijft het conceptueel metamodel (L1 niveau),

## Algemeen

Het conceptueel metamodel (L1 niveau) is opgebouwd conform het basis taxonomisch patroon uit par. 5.7. Om een consistente naamgeving te borgen wordt ieder informatie-item uit het basispatroon voorzien van het voorvoegsel ‘Meta’.



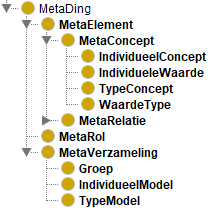
MetaDing (L1) en zijn subtypen zijn instanties van een MetaMetaConcept op niveau L2. Het modelleren van deze relatie, alsmede het L2 niveau, vallen buiten de scope van deze norm.

Kenmerkend voor het conceptueel metamodel is dat ieder item (MetaConcept en MetaVerzameling, maar ook MetaRelatie en MetaRol) een specialisatie heeft naar Individueel niveau (M0) en naar Type niveau (M1). Dit is een direct gevolg van het modelleringsraamwerk uit par. 5.6.

Indien het wenselijk is om hogere mentale niveaus te modelleren (M2, M3 etc) dienen voor ieder item in het conceptueel metamodel de corresponderende specialisaties te worden toegevoegd. Voorbeeld: TypeOfType Concept (M2).

## Metaconcepten en -verzamelingen

Het CMM onderscheidt de onderstaande metaconcepten en -verzamelingen:



In het conceptueel metamodel komen twee soorten (meta)concepten voor:

* Individueel concept, waarde of verzameling, waarvan de instanties op M0 niveau voorkomen;
* Type concept, waarde of verzameling, waarvan de instanties op M1 niveau voorkomen;

### Type model (Type model)

Synoniem: NTA::Gegevensmodel (Data model)

Een type model is een verzameling van type concepten, waarden en relaties, die een conceptualisatie vormen van (een deel van een) domein dat voor een specifiek doel wordt gebruikt

Bij aankomst in een hotel moet een gast meestal een aantal gegevens opgeven: naam, huisadres, woonplaats, paspoortnummer, enz. Het hotel gebruikt daarvoor een formulier waarop deze gegevens (met pen) moeten worden ingevuld.

De voorgedrukte tekst op dit formulier kan worden beschouwd als de representatie van een gegevensstructuur*.* Het bepaalt namelijk de gegevens die kunnen worden ingevuld. Als bijvoorbeeld het invulveld ‘geboortedatum’ontbreekt, dan kan deze ook niet worden ingevuld. Dit kenmerk maakt dan geen onderdeel uit van de gegevensstructuur die het hotel gebruikt om zijn gasten te registreren.

Een gegevensstructuur kan dus worden beschouwd als een afgebakende structuur ten behoeve van een geordende gegevensverzameling die nodig is voor een bepaalde toepasing. Voor de gastenregistratie van een hotel is dat duidelijk een andere verzameling dan voor de inspectie van een brug.

Vandaar dat er in de praktijk ontelbaar veel verschillende gegevensstructuren worden gebruikt, allemaal met hun eigen doel. Gegevensstructuren kunnen zwak of sterk zijn, al naar gelang de duidelijkheid/hardheid van de aangebrachte relaties. Het ene type gegevensstructuur levert dus meer semantische modeleerkracht dan het andere. Een sterke gegevensstructuur is een ontologie, of OTL, die ook afleidingen van en beperkingen op de gegevens vastlegt.

### Individueel model (Individual model)

Synoniem: NTA::Gegevensverzameling (Data set)

Een individueel model is een verzameling van individuele concepten, waarden en relaties, die zijn geclassificeerd volgens een gegevensmodel.

Naast de gegevensmodellen zijn er gegevensverzamelingen, die individuele gegevens bevatten volgens de structuur van de gegevensmodellen.

### Groep (Group)

Synoniem: NTA::Groep

Een groep is een verzameling van concepten, waarden en relaties, die niet voldoen aan de definitie van Gegevensverzameling of Gegevensmodel.

Groepen worden bijvoorbeeld gebruikt om enumeraties (een lijst met enumeratie-items) op te bouwen.

### Type concept (Type concept)

Synoniem: NTA::Concept (Concept), Begrip

Een concept is de conceptualisatie (mentale voorstelling) van ‘iets uit de werkelijkheid’.

Bij de behandeling van de betekenisdriehoek (zie figuur 1) wordt de term ‘concept’ zowel gebruikt voor gedachten over individuele dingen (Catshuis) als over soorten dingen (gebouw).

Binnen het CMM is de term ‘Concept’ (met een hoofdletter) echter gereserveerd voor de mentale representatie van soorten dingen. Individuele dingen heten daar Individu.

VOORBEELD Onder Concept vallen dus zaken als brug, hond, eik, processierups, schip, windmolen, maar ook zaken als feestdag, verkeersongeval, geologisch tijdperk, schaakstelling, testament.

Belangrijk kenmerk van een Concept is dat het kan worden geïnstantieerd. Dat betekent dat er een classificatierelatie moet kunnen bestaan tussen een Individu en een Concept.

Om die reden is een begrip als ‘gebouw’ een Concept. Er zijn immers individuele dingen als Catshuis, Ons Nest, Eben Haëzer, enz. die kunnen worden geclassificeerd als ‘gebouw’. Dit betekent dat ‘gebouw’ kan worden gezien als een verzameling gelijksoortige Individuen.

OPMERKING Er wordt soms onderscheid gemaakt in ‘rigid’-concepten (ook wel ‘typen’) en ‘non-rigid’-concepten (ook wel ‘rollen’). Als een instantie is geclassificeerd naar een rigid-concept, dan is dat iets dat altijd geldt (voorbeeld naar ‘persoon’ of ‘fysiek object’). Als iets is geclassificeerd naar een non-rigid-concept, dan kan dat tijdelijk zijn: vanaf een bepaalde tijd (Vader) of voor een bepaalde duur (Passagier, Student).

### Individueel concept (Individual concept)

Synoniem: NTA::Individu (Individual)

Een individueel concept is de conceptualisatie van een individueel ding iets aanwijsbaars of voorstelbaars uit de werkelijkheid, dat wordt geclassificeerd door een Type Concept.

VOORBEELD Voorbeelden zijn het al eerder genoemde Catshuis, maar ook zaken als Koningsdag 2019, de uitbarsting van de Tambora en ‘Testament van een student’ van P. Paaltjens.

Vaak kan naar Individuen worden verwezen met een eigennaam. Maar noodzakelijk is dit niet. Niet elk koffiekopje of elke tafel is voorzien van een eigennaam.

Maar, en dat is belangrijk, een Individu kan wel worden aangeduid. Er kan immers worden gesproken over het “3e koffiekopje rechts op de salontafel in de eetkamer van het Catshuis”. Soms zijn er veel woorden voor nodig, maar in principe kan elk Individu op deze manier worden aangeduid.[[9]](#footnote-9)Merk op dat een Individu niet meer kan worden geïnstantieerd.

### Waardetype (Valuetype)

Synoniem: NTA::Waardetype

Het begrip Waardetype moet in combinatie worden gezien met het begrip Waarde. Een Waardeverhoudt zich tot Waardetypezoals een Individuzich verhoudt totConcept. Een Waardeis een instantie van een bepaald Waardetype en wordt erdoor geclassificeerd.

*Wat is het verschil tussen een Waardetype en een Concept?*

Een belangrijk verschil tussen een Concept en een Waardetype is dat een (instantie van een) Waardetype geen Toestand kan hebben (of beter: dat de Toestand niet kan veranderen in de tijd), en bij een Concept wel. Een Waardetype is dus een ‘Toestandsloos’ Concept.

*Basisindeling*

De basisindeling die bij waardetypen meestal wordt gehanteerd en die het CMM overneemt, is de volgende:

1. tekenreeks;
2. getal, onder te verdelen in:

natuurlijk getal (positieve integer);

geheel getal (integer);

rationaal getal in tientallige notatie (decimale waarde);

reëel getal.

1. waarheidswaarde (boolean-waarde);
2. referentie naar een locatie in de ruimte-tijd, onder te verdelen in:
3. ruimtelijke locatiereferentie;
4. temporele locatiereferentie;

*Tekenreeks*

Een tekenreeks is een rij achter elkaar geplaatste lettertekens. Voorbeelden zijn: atg, xxrgt, hond, enz. Vaak spreekt men af om alleen de letters uit het Latijnse alfabet te gebruiken. Maar er kan ook worden afgesproken om tevens cijfers toe te laten zodat reeksen mogelijk zijn als ftr8s2a. Ook kunnen nog andere (grafische) tekens worden toegelaten zodat er reeksen mogelijk zijn als gh&54%d. Uitbreiding met tekens uit andere alfabetsystemen is ook nog mogelijk. Het is maar wat er met elkaar wordt afgesproken.

*Enumeratie*

De verzameling van alle mogelijke tekenreeksen is oneindig groot. Hetzelfde geldt voor de verzameling van alle getallen. Vaak bestaat echter de wens om voor een specifieke toepassing een kleine specifieke deelverzameling te gebruiken.

VOORBEELD 1 Nederland heeft twaalf provincies. In veel registraties wordt naar een bepaalde provincie verwezen met een tweelettercode. Van de 676 mogelijke tweelettercodes zijn er echter slechts twaalf nodig: ‘fr’ en ‘gr’ zijn geschikte codes, ‘xl’ en ‘st’ echter niet.

Om deze specifieke deelverzameling te kunnen onderscheiden van andere deelverzamelingen wordt deze verbonden met een specifieke naam: Provinciecodebijvoorbeeld, of nog specifieker: tweeletterige Provinciecode (want er bestaat ook, geloof het of niet, een tweecijferigeProvinciecode).   
  
VOORBEELD 2 Getallen zijn heel handig als codes voor begrippen die een inherente ordening hebben. De NEN 2767-reeks bijvoorbeeld hanteert de conditiescores: uitstekend, goed, redelijk, matig, slecht en zeer slecht. Deze begrippen hebben een zekere ingebakken orde. Daarom kunnen ze op natuurlijke wijze worden verbonden met de getallen 1 t/m 6, omdat de natuurlijke getallen ook dezelfde ingebakken orde hebben. Om dezelfde reden wordt deze specifieke deelverzameling verbonden aan een specifieke naam: Conditiescorecode of iets dergelijks.   
  
*Waardetype en Waarde*

In de voorbeelden 1 en 2 kunnen de tweeletterige Provinciecode en de Conditiescorecode worden beschouwd als Waardetype. Een individuele code als ‘fr’ en ‘2’ is dan een Waarde binnen dat specifieke type.

*Getal*

Een getal is in principe een reëel getal, maar er kan ook worden afgesproken om alleen gehele of natuurlijk getallen te gebruiken. De verzameling van natuurlijke getallen is immers een subset van die van de reële getallen.  
  
Let wel, een tekenreeks als 12 kan niet automatisch worden beschouwd als een getal. Het is in eerste instantie een cijfer ‘1’ gevolgd door een cijfer ‘2’. Pas als er wordt afgesproken om deze reeks te beschouwen als een notatie volgens het decimale stelsel, kan ‘12’ worden geïnterpreteerd als het getal twaalf.

*Waarheidswaarde*

Waarheidswaarde is een waardetype met slechts twee mogelijke waarden, ‘true’ (waar, ja) en ‘false’ (onwaar, nee). Het wordt veel gebruikt in computerprogramma’s, maar ook ingezet bij gegevensregistraties. Als er een ‘vinkje’ in een formulier wordt gezet, dan wordt in feite dit waardetype gebruikt.

*Ruimtelijke en temporele locatiereferentie*

TODO: relatie met ruimtelijk en temporeel gebied leggen. Vraag: hoort dit wel thuis in dit hoofdstuk, of moet het in Hst 8 staan?

### Individuele Waarde (Individual Value)

Synoniem: NTA::Waarde (Value)

Een individuele waarde is een individu, dat wordt geclassificeerd door een Waardetype.

Waarden kunnen tekst-strings zijn maar ook bijvoorbeeld numeriek, zoals integers, decimalen of waarheidswaarden (waar, onwaar).

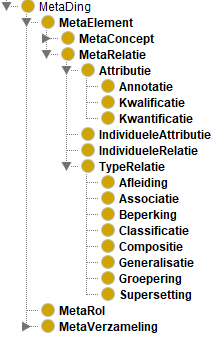
Bij numerieke waarden is het belangrijk om de gehanteerde eenheid te noemen. Als men zegt: “Het was vandaag 23 graden”, dan kan men de vraag stellen: Fahrenheit, Celsius, Réaumur of Kelvin? Want dat zijn de eenheden waarin de temperatuur kan worden gemeten.

Deze kwestie speelt bij waardetypen waarbij de individuele waarden worden voorgesteld door een getal*.* Hierbij volgt een nadere toelichting:

1. Bij het waardetype Huisnummerbijvoorbeeld speelt het geen rol. Bij huisnummer 21 heeft het getal 21 een puur identificerende functie. Het is immers niet zo dat het huis met huisnummer 22 groter is dan dat met huisnummer 21. Ze zijn alleen verschillend.
2. Bij grootheden speelt dit wel. 23 leerlingen in een klas is meer dan 20 leerlingen. Een tafel van 2,70 m is langer dan een tafel van 2,30. 28 ˚C is warmer dan 18 ˚C.
3. Vaak is echter de teleenheid vanzelfsprekend en hoeft deze niet nader te worden toegelicht. Als het aantal leerlingen in een klas moet worden bepaald (de klasse-grootte), dan is het eigenlijk niet nodig om aan te geven dat de enkele leerling de teleenheid is. Er is niemand die het in zijn hoofd haalt om bijvoorbeeld 1,78 of π leerlingen als teleenheid te kiezen.
4. Bij grootheden als Lengte en Temperatuur is het waardebereik echter continu. Dat wil zeggen dat het elk reëel getal als waarde kan hebben. Het waardebereik is niet beperkt tot bepaalde discrete waarden zoals aantal leerlingen.
5. Bij deze grootheden is de teleenheid niet vanzelfsprekend en moet daarom worden afgesproken. En omdat er in het verleden voor deze grootheden verschillende afspraken zijn gemaakt (meter, ‘foot’), is het vaak nodig om aan te geven welke eenheid er wordt gebruikt. Ook bij gebruik van dezelfde basiseenheid kunnen er nog verschillende varianten worden gebruikt: mm, cm, m, km, enz.

## Metarelaties

Het CMM onderscheidt de onderstaande metarelaties:



In het conceptueel metamodel komen drie soorten (meta)relaties voor:

* Individuele relatie: een relatie tussen individuele concepten of waarden. De instanties van deze relatie komen dus voor op M0 niveau;
* Type relatie: een relatie tussen type concepten of waarden. De instanties van deze relatie komen dus voor op M1 niveau;
* Classificatie: een relatie tussen een individueel concept of waarde en een type concept of waarde. De instanties van deze relatie komen dus voor tussen M0 en M1 niveau;

TODO: bovenstaande taxonomie aanpassen zodanig dat de genoemde driedeling zichtbaar wordt.

### Groepering (Grouping)

Inverse: Lidmaatschap (Membership)

Groepering is een relatie tussen nul of meer elementen (lid) en een verzameling. Een element kan lid zijn van meerdere verzamelingen. Een verzameling kan leeg zijn.

Deze relatie kan worden gebruikt om aan te kunnen geven welke Concepten*,* Waardetypen en andere gegevenstypen bij een verzameling horen.

VOORBEELD 1 Zo kan bijvoorbeeld worden gezegd dat de Gegevensstructuur Hotelreceptie bestaat uit: voornaam, achternaam, straatnaam en huisnummer, postcode en woonplaats, land, paspoortnummer en (indien van toepassing) kenteken voertuig.



### Supersetting (Supersetting)

Inverse: Subsetting (Subsetting)

Supersetting is een hiërarchische relatie tussen een of meer verzamelingen (subset) en een andere verzameling (superset).

OPMERKING Deze relatie is niet aanwezig in NTA 8035.



### Classificatie (Classification)

Inverse: Instantiatie (Instantiation)

Classificatie is een hiërarchische relatie tussen een of meer individuele dingen (instantie) en een type ding.

VOORBEELD 2 Deze relatie wordt bijvoorbeeld gebruikt als er wordt gezegd dat het Catshuis een Gebouw is. Het Catshuis is hier een Individu en Gebouw is een Concept.

De classificatierelatie wordt ook gebruikt om de links naar het metamodel te maken*.*

VOORBEELD 3 rws:Brug rdf:type owl:Class.

De classificatierelatie wordt ook gebruikt om de relatie tussen een Waarde en een Waardetypeaan te geven.

VOORBEELD 4 Bijvoorbeeld als er wordt gezegd dat Hout een Materiaalwaardeis of dat 19 graden Celsius een Temperatuurwaardeis.



### Generalisatie (Generalisation)

Inverse: Specialisatie (Specialisation)

Generalisatie is een hiërarchische relatie tussen een of meer typen (subtype) en een type (supertype).

VOORBEELD 5 Zo kan bijvoorbeeld worden gezegd dat elke hond een zoogdier is. Dat impliceert dat de verzameling van alle honden een deelverzameling is van de verzameling van alle zoogdieren. ‘Zoogdier’wordt dan een generalisatie of supertype van ‘hond’genoemd. Andersom wordt ‘hond’ een specialisatie of subtype van ‘zoogdier’ genoemd.

Generalisatierelaties kunnen niet alleen worden gedefinieerd tussen Concepten (zoals tussen ‘hond’ en ‘zoogdier’), maar ook tussen Attributen en Relaties. De indeling van Relatie in de subtypen die in deze paragraaf worden behandeld, is daarvan een voorbeeld.

Met name de associaties, maar ook de karakterisaties kunnen nog verder worden onderverdeeld.

VOORBEELD 6 Zo zijn de werkwoorden zagen, schaven en schuren subtypen van het werkwoord bewerken*.* Dit houdt in dat de populatie van de associatie ‘Werknemer X schaaft Raamkozijn Y’ een subset is van de populatie van de associatie ‘Werknemer X bewerkt Raamkozijn Y’.

Merk op dat de subtyperelatie tussen Concepten en tussen associaties vaak afhankelijk van elkaar zijn en uit elkaar kunnen worden afgeleid.

VOORBEELD 7 Zo kan de associatie ‘Persoon X is de eigenaar van zoogdier Y’worden afgeleid uit de associatie ‘Persoon X is de eigenaar van Hond Y’ als bekend is dat het concept Hond een subtype is van het concept Zoogdier.



### Compositie (Composition)

Inverse: Decomposition (Decomposition)

Compositie is een hiërarchische relatie tussen een of meer individuele concepten (deel) en een individueel concept (geheel).

VOORBEELD 8 Zo kan bijvoorbeeld worden gezegd dat de tafel in de keuken van het Catshuis bestaat uit een tafelblad en vier tafelpoten. De tafel is het geheel, het tafelblad en de vier poten zijn de onderdelen.

Merk op dat compositierelaties worden beschreven tussen Individuen, niet tussen Concepten. Het is een individuele tafel die bestaat uit een individueel tafelblad en vier individuele poten.

Compositie-uitspraken die worden geformuleerd tussen Concepten*,* betekenen echter iets anders. Als er bijvoorbeeld wordt gezegd dat een tafel bestaat uit een tafelblad en drie of vier tafelpoten, dan betekent dat niet dat het begrip ‘tafel’ is opgebouwd uit het begrip ‘tafelblad’ en vier- of driemaal het begrip ‘tafelpoot’.

Het kan onder meer worden opgevat als een definitie: een ding dat bestaat uit een ding dat ‘tafelblad’ heet en uit drie of vier andere dingen die ‘tafelpoot’ heten, kan worden geclassificeerd als ‘tafel’. Niets anders is een tafel.

Het kan echter ook worden gelezen als een productspecificatie: elke individuele tafel die gemaakt gaat worden, moet uit een tafelblad en uit drie of vier tafelpoten bestaan. Als dat niet zo is, dan wordt het product afgekeurd. Deze kennis wordt vastgelegd met beperkingen.



### Associatie (Association)

Inverse: Associatie (Association)

Associatie is een niet-hiërarchische relatie tussen twee of meer individuele concepten (associatierol). De individuele concepten zijn meestal verschillend, maar kunnen ook hetzelfde zijn (‘zelf’-relatie)

VOORBEELD 9 Een voorbeeld is de uitspraak: “Jan beheert het Catshuis.” Hier wordt het individu ‘Jan’ geassocieerd met het individu ‘Catshuis’. De associatie wordt hier geclassificeerd als ‘beheren’.

De associatie-uitspraken die tussen Concepten worden geformuleerd, hebben een andere betekenis en een andere functie. Men kan bijvoorbeeld zeggen dat een Persoon één of meer Gebouwen kan beheren. Deze uitspraak legt een beperking op de mogelijke invullingen van de individuen die hieraan kunnen voldoen. Dit betekent bijvoorbeeld dat Jan een Persoon moet zijn (en bijvoorbeeld geen kanarie) en het Catshuis een Gebouw (en bijvoorbeeld geen IJsberg). Dit wordt dus geregeld via beperkingen.



### Karakterisatie (Characterisation)

TODO: onduidelijk hoe deze relatie nu moet worden gemodelleerd. Er lijkt een zeer grote overlap te zijn met het modelleren van relaties en rollen, zie par. 5.7.5

Dit zijn meta-relaties die gelden (relevant zijn) tussen een individu en een attribuutwaarde of een referentie naar een ander individu. Men kan bijvoorbeeld zeggen dat de Domtoren een hoogte heeft van 110 m. Hierbij wordt het individu ‘de Domtoren’ gekarakteriseerd door de waarde 110 m voor het attribuut hoogte. Deze karakterisatie zit bij een RDF-binding impliciet in de ‘triple’: een subject wordt gekarakteriseerd door een verzameling predicaat-objectparen.

Afhankelijk van de gekozen taalbinding van het conceptuele meta model (in SKOS, RDFS, OWL of SHACL) is karakterisatie ook relevant op conceptniveau. Bij RDFS en OWL geldt door de Open World Assumption (OWA) dat elke property (attribuut of relatie in de termen van deze NTA) in principe kan worden gebruikt bij elke ‘class’ (concept). Kortom, een mogelijke karakterisatie op klasse-niveau is hier niet relevant.10 Bij SHACL is karakterisatie door de Closed World Assumption (CWA) wel relevant. Properties (attributen en relaties) kunnen hier (ook als ze niet beperkt zijn) worden gekoppeld aan SHACL shapes via sh:property. De karakterisatie vindt hier dus op impliciete wijze een sh:property in de context/bij een class te definiëren.

### Attributie (Attribution)

Attributie is een relatie tussen een ding en een waarde. Attributie relaties vallen uiteen in Annotatie, Kwalificatie en Kwantificatie relaties.

TODO: In de onderstaande platen en beschrijvingen loopt het Waardetype en de Symbolische weergave daarvan door elkaar.

### Annotatie (Annotation)

Annotatie is een attributie relatie tussen een ding en een willekeurige tekenreeks, bedoeld om door een mens te worden geïnterpreteerd. De tekenreeks wordt optioneel gekenmerkt door de taal (natuurlijk of formeel), waarbinnen de tekenreeks zijn betekenis krijgt.

Stel dat men wil zeggen dat over het concept Tuibrug meer informatie is te vinden in een bepaalde publicatie, op een bepaalde internetpagina, of dat men wil zeggen dat de definitie afkomstig is van T. Gerritsen. Al deze informatie kan in de vorm van een Annotatieaan het concept Tuibrugworden gerelateerd. Annotaties zijn bestemd voor menselijke interpretatie.



### Kwantificatie (Quantification)

Kwantificatie is een attributie relatie tussen een ding (kwantificatiedrager) en een willekeurige tekenreeks (kwantitatieve expressie of kwantiteit), bedoeld om door een computer te worden geïnterpreteerd. De tekenreeks wordt optioneel gekenmerkt door de eenheid, waarmee de kwantiteit wordt uitgedrukt.



### Kwalificatie (Qualification)

Kwalificatie is een attributie relatie tussen een ding (kwalificatiedrager) en een willekeurige tekenreeks (kwalitatieve expressie of kwaliteit), bedoeld om door een computer te worden geïnterpreteerd. De tekenreeks wordt optioneel gekenmerkt door de lijst van enumeratie-items, waarmee de kwaliteit wordt uitgedrukt.



### Beperking (Constraint)

Concepten kunnen Beperkingen hebben die het aantal waarden of de waarden zélf beperken. Ook attributen en relaties kunnen beperkingen hebben met betrekking tot hun bron-, doelconcepten (in het geval van relaties) of waardetype (in het geval van attributen).

VOORBEELD Een voorbeeld van een beperkingsregel is: “Een vereniging kan (op een bepaald moment) hooguit één voorzitter hebben.”

Het voorbeeld is een regel die wordt geformuleerd op typenniveau. Er wordt immers over verenigingen en voorzitters in het algemeen gesproken en niet over een specifieke vereniging en een specifiek persoon.

Maar de regel geldt op individueel niveau. Het legt de relaties die een specifieke vereniging kan hebben immers aan banden. Stel dat T. Gerritsen de voorzitter is van de schutterij St. Sebastianus. Als P. Hendriksen vervolgens beweert dat hij óók de voorzitter is van St. Sebastianus, dan komen deze twee feiten in conflict met de regel die in het voorbeeld is geformuleerd.

Er bestaan in de praktijk veel verschillende soorten beperkingsregels. De meest bekende en de meest voorkomende zijn de zogeheten kardinaliteitsregels, waarvan de voorzittersregel een voorbeeld is. Standaard (‘default’) geldt namelijk dat binaire relaties bi-directioneel [0:m] zijn. Door te stellen dat deze relatie [1:n] is in plaats van [n:m] in een bepaalde richting, wordt het aantal mogelijke instanties ingeperkt. Vandaar de naam ‘beperkingsregel’.

Beperkingen kunnen worden onderverdeeld in definiërende beperkingen en specificerende beperkingen. De eerste zijn per definitie altijd waar/relevant. De tweede zijn waar/relevant met een specifiek doel voor ogen.

Het feit dat een auto een motor heeft, is een definiërende beperking', terwijl de eis dat de motor minstens 200 pk moet hebben, een specifiërende beperking is. De specificerende beperkingen zijn meestal afkomstig van een klant of van regelgeving.

Het onderscheid is altijd relatief ten opzichte van een specifiek concept. Voor een Brug kan ‘materiaal is staal’, een specificerende beperking zijn, maar voor een StalenBrug is het een definiërende beperking. Het mechanisme voor specialisatie is nauw verwant: een subklasse is meestal een superklasse plus een of meer definiërende beperkingen die betrekking hebben op attributen en/of relaties die nog niet beperkt zijn voor de superklasse.

Er zijn nog veel meer soorten beperkingsregels, maar de behandeling daarvan valt buiten het toepassingsgebied van deze norm. Hiervoor wordt verwezen naar tekstboeken op het gebied van informatiemodellering, zoals bijvoorbeeld [2] en [3].



### Afleiding (Derivation)

Er zijn Afleidingen die vertellen hoe nieuwe waarden voor attributen of referenties voor relaties kunnen worden afgeleid uit bestaande waarden/referenties.

VOORBEELD Als Maria de moeder is van Piet en Piet de vader is van Jordan, dan kan daaruit worden afgeleid dat Maria één van de twee grootmoeders is van Jordan.

De afleiding uit het voorbeeld kan worden gemaakt omdat het hebben van familierelaties algemene kennis is, zoals verwoord in de volgende regels:

1. Als A de moeder is van B en B de ouder van C, dan is A de grootmoeder van C.
2. C heeft precies één (biologische) vader en één (biologische) moeder.
3. Ouder = vader of moeder.

Door deze regels te formaliseren (om te zetten in computerverwerkbare code) wordt dit onderdeel van een kennissysteem en kan ook de computer deze afleiding maken. Merk op dat regel 2) het karakter heeft van een beperkingsregel. Deze regels kunnen dus ook bij een Afleiding worden gebruikt.

Regels 1) en 3) kunnen definities worden genoemd. Maar ook een definitie is een soort beperking (wat al in de naam besloten is). Regel 1) zegt bijvoorbeeld dat niet iedereen de grootmoeder kan zijn van C. Alleen iemand die de moeder is van één van de twee ouders van C, kan de grootmoeder van C worden genoemd.



# Taalbindingen

## Inleiding

Binnen het domein van de Gebouwde Omgeving zijn er veel technologieën/talen in gebruik - of in opkomst - voor het modelleren van gegevens en gegevensstructuren, gebaseerd op formele of de facto standaarden. Een niet-limitiatief overzicht van deze talen, ingedeeld naar taalfamilies, omvat:

1. Triple-gebaseerde talen (RDF, SKOS, RDFS, OWL, SHACL);
2. Labeled Property Graph gebaseerde talen (Cypher, GQL);
3. Object-georienteerde talen (MOF, UML, SysML);
4. Feit-gebaseerde talen (NIAM, ORM, FCO-IM);
5. Relationele calculus talen (SQL);
6. STEP-gebaseerde talen (EXPRESS).

Daarnaast zijn er talen, die geen duidelijk lid zijn van een taalfamilie, maar wel veel gebruikt worden, of in opkomst zijn. Voorbeelden zijn:

1. Archimate, een modelleringstaal voor Enterprise Architecturen (ARCHIMATE);
2. Graql, een modelleringstaal voor hypergraph databases (GRAQL);
3. Object Process Methodology, een modelleringstaal voor systemen (OPM).

## Principes - algemeen

Dit document formuleert principes en regels voor samenhangende conceptuele modellen. Een conceptueel model is primair bedoeld voor communicatie tussen mensen, en niet voor productiematige toepassing (gegevensinwinning, -uitwisseling, -validatie, -opslag en -bevraging) in informatiesystemen, zoals databases en applicaties. Toepassing is hier synoniem aan instantiëren van het model. Een conceptueel model kan wel worden geïnstantieerd met een beperkte reeks individuen (individuele concepten), die als doel hebben om de semantiek van de type concepten te illustreren of valideren.

Om een productiematige toepassing mogelijk te maken, dient een verzameling van conceptuele modellen te worden getransformeerd naar een of meer logische of technische *gegevensmodellen*. Een gegevensmodel wordt ook wel een *schema* genoemd. Deze transformatie wordt een *taalbinding* of mapping genoemd. Een taalbinding is dus een transformatie, die een conceptueel model, uitgedrukt als instantie van het Conceptueel Metamodel uit hoofdstuk 6, omzet naar een ander model, uitgedrukt als instantie van een technologie-specifiek metamodel.

Een *logisch gegevensmodel* is een verzameling van generieke gegevenselementen, die zijn gegroepeerd vanuit het gebruik binnen één bepaalde toepassing (database), en waarbij is gekozen voor een generieke database technologie.

OPMERKING 1 In een logisch gegevensmodel worden geen keuzes gemaakt die specifiek zijn voor één bepaald database product.

OPMERKING 2 De term “één bepaalde toepassing” kan betrekking hebben op één fysieke database, of op een cluster van databases, die zich logisch gezien als één database naar de gebruiker presenteren.

VOORBEELD Voorbeelden van generieke database technologieën zijn: relationeel, graph-based (triple, labeled property graph) en object-georiënteerd.

Een *technisch* gegevensmodel is een verzameling van generieke gegevenselementen, die zijn gegroepeerd op basis van toepassing binnen een bepaalde toepassing (database), en waarbij is gekozen voor een specifiek database product.

Bij de transformatie van een verzameling van conceptuele modellen naar een of meer logische gegevensmodellen dienen de volgende stappen te worden doorlopen:

1. Er dient een gegevensview te worden gespecificeerd op de verzameling van conceptuele modellen. In deze gegevensview worden een deelverzameling van de type concepten uit de conceptuele modellen gerepresenteerd, die vanuit één bepaalde toepassing dienen te worden gegroepeerd en geïnstantieerd. De criteria voor deze selectie zijn toepassingsafhankelijk.
2. Bij het selecteren van de deelverzameling mogen de definities van de oorspronkelijke concepten niet worden gewijzigd.
3. Er wordt een mapping gespecificeerd van het metamodel van de verzameling conceptuele modellen (in dit geval: het CMF metamodel) naar het metamodel dat past bij de gekozen generieke database technologie (bijvoorbeeld SQL voor relationeel, of RDFS/OWL voor triples). Door het stabiele karakter van de gehanteerde metamodellen (bijvoorbeeld omdat het om standaarden gaat) kan deze mapping worden voorbereid los van de specifieke toepassing.
4. Aan deze mapping worden regels toegevoegd die de volgende thema’s adresseren:

* Aangeven welke generieke concepten uit de taxonomie van de verzameling conceptuele modellen als *abstract* dienen te worden beschouwd. Het kenmerk abstract houdt in dat het concept niet mag worden geïnstantieerd. Mek op dat dit niet alleen van toepassing is voor entiteiten, maar ook voor eigenschappen en associaties;
* Aangeven welk deel van de taxonomie wordt overgenomen in de taxonomie van het logisch gegevensmodel, en welk deel wordt ‘platgeslagen’, bijvoorbeeld in de vorm van een attribuut *type* en een bijbehorende lijst met enumeratie-items;
* Aangeven welke associaties (met hun rollen) worden overgenomen, en welke associaties worden ‘platgeslagen’, bijvoorbeeld in de vorm van attributen;
* Aangeven welke datatypes, behorend bij de gekozen generieke database technologie, worden toegewezen aan de attributen van de conceptuele modellen;
* Aangeven welke constraints uit het conceptuele model moeten worden “aangescherpt” t.b.v. de gekozen specifieke database technologie;
* Aangeven bij ieder gegevenselement uit het logisch model wat het corresponderend concept uit het conceptuele model is geweest. Het is niet toegestaan om gegevenselementen zonder deze tracering te genereren.

De populatie (set van individuen), die zijn of worden geclassificeerd volgens het logisch gegevensmodel, dat op basis van deze transformatie is gegenereerd, dient altijd een volledige subset te zijn van een populatie, die zou zijn geclassificeerd volgens de conceptuele modellen. Anders gezegd: de beide populaties dienen aantoonbaar dezelfde dingen uit dezelfde werkelijkheid te representeren.

## Principes – relaties en rollen

Bij het specificeren van een taalbinding van het conceptuele metamodel naar het metamodel van een bepaalde technologie, verdient de mapping van relaties en rollen bijzondere aandacht. Dit is met name het geval indien de technologie/taal is gebaseerd op het gebruik van binaire gerichte relaties. In die situatie is het niet direct mogelijk om over een benoemde rol binnen een relatie te spreken.

In deze situatie wordt er soms onderscheid gemaakt in ‘rigid’-concepten (ook wel ‘typen’) en ‘non-rigid’-concepten (ook wel ‘rollen’). Als een instantie is geclassificeerd naar een rigid-concept, dan is dat iets dat altijd geldt (voorbeeld naar ‘persoon’ of ‘fysiek object’). Als iets is geclassificeerd naar een non-rigid-concept, dan kan dat tijdelijk zijn: vanaf een bepaalde tijd (Vader) of voor een bepaalde duur (Passagier, Student).

## Taalbinding naar triple-gebaseerde talen

In deze paragraaf worden taalbindingen gespecificeerd naar de triple-gebaseerde talen RDFS, SKOS, OWL en SHACL. Deze taalbinding is opgebouwd uit twee stappen:

1. Een taalbinding van het conceptuele metamodel uit hoofdstuk 6 naar een corresponderend conceptueel metamodel voor triple gebaseerde talen. Dit corresponderend model is onafhankelijk van de vier RDF-gebaseerde talen SKOS, RDFS, OWL en SHACL, maar wel gebaseerd op het gebruik van RDF.
2. Vier taalbindingen van het corresponderend conceptueel metamodel voor triple-gebaseerde talen naar de afzonderlijke talen SKOS, RDFS, OWL en SHACL.

Het document NTA 8035 specificeert zowel het corresponderend conceptueel metamodel voor triple-gebaseerde talen (NTA, hoofdstuk 6) als de taalbindingen naar de afzonderlijke talen SKOS, RDFS, OWL en SHACL (NTA, hoofdstuk 7).

### Taalbinding NEN 2660 conceptueel metamodel naar triple-gebaseerd metamodel

TODO: taalbinding toevoegen tussen het metamodel uit Hst 6 en het corresponderende metamodel uit de NTA 8035:2020.

## Overige taalbindingen

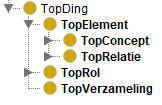
Taalbindingen naar andere families van modelleringstalen kunnen naar behoefte in latere versies van deze standaard worden opgenomen.

# Conceptueel top level model

Dit hoofdstuk beschrijft een conceptueel top level model (M1 niveau) dat een fundament biedt voor het ontwikkelen en beheren van een verzameling van conceptuele domeinmodellen. Het domein van het conceptueel top level model is “de werkelijkheid”.

## Algemeen

Het conceptueel top level model (M1 niveau) is opgebouwd conform het basis taxonomisch patroon uit par. 5.7. Om een consistente naamgeving te borgen wordt ieder element uit het basispatroon voorzien van het voorvoegsel ‘Top’.

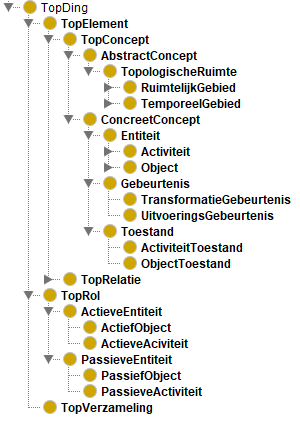


TopDing (M1) en zijn subtypen zijn formeel gesymboliseerde instanties van het TypeConcept op niveau L1. Op een vergelijkbare manier zijn de relaties tussen TopDing en zijn subtypen gesymboliseerde instanties van TypeRelatie op L1. En tenslotte is de verzameling/groep van TopDing en zijn subtypen een gesymboliseerde instantie van TypeVerzameling op L1.

Merk op dat in deze en volgende hoofdstukken regelmatig de hybride notatiewijze voor binaire relaties wordt gehanteerd (zie par. 5.7.5).

## Top level concepten en rollen

In het Conceptueel Top Level Model worden de volgende Top Level Concepten onderscheiden:



### Abstract Concept (Abstract Concept)

Een abstract concept is een concept dat een structuur en een afbakening vormt in een abstracte ruimte. Een abstract concept heeft geen levenscyclus (want er is geen tijdsdimensie).

VOORBEELD Wiskundige objecten, zoals getallen, algebraïsche structuren en topologische ruimtes zijn abstracte concepten.

### Concreet Concept (Concrete Concept)

Een concreet concept is een concept dat een manifestatie en een afbakening vormt in een concrete ruimte-tijd. Een concreet concept heeft een levenscyclus (want er is een tijdsdimensie).

VOORBEELD Fysieke objecten, zoals atomen, cellen, organismen, mensen en organisaties, bouwwerken, waterlichamen en planeten, maar ook mentale en symbolische concepten, die zijn gegrond in de fysieke werkelijkheid.

## Top level concepten – Entiteit, Toestand en Gebeurtenis

De concepten Entiteit, Toestand en Gebeurtenis en hun onderlinge samenhang kunnen op drie abstractieniveaus worden beschreven:

* Entiteit, Toestand en Gebeurtenis zijn existentieel onafhankelijke en gelijkwaardige Concepten met hun onderlinge Relaties (figuur 11a). Op dit abstractieniveau kan het verloop in de tijd volledig worden gemodelleerd. Er is sprake van een *dynamisch* model.
* De concepten Toestand en Gebeurtenis worden vervangen door twee existentieel afhankelijke Rollen (te weten *Passieve Entiteit* en *Actieve Entiteit*), die door Entiteit worden gespeeld in de context van de afgeleide Relaties *heeftInput* en *heeftOutput* (figuur 11b en 11c). Op dit abstractieniveau wordt het verloop in de tijd niet meer expliciet gemodelleerd, maar kan er wel nog een input-output flow worden gemodelleerd. Er is sprake van een *quasi-dynamisch* model;
* De input en output relaties worden vervangen door een andere, afgeleide Relatie *verandert* (figuur 11d). Op dit abstractieniveau wordt ook de input-output flow niet meer expliciet gemodelleerd. Er is sprake van een *statisch* model, waar de dynamica alleen nog in de naam van de relatie tot uitdrukking komt.



Figuur 11 — Entiteit, Toestand, Gebeurtenis, Rol en Relatie

### Entiteit (Entity)

Een entiteit is een manifestatie en een afbakening in een concrete ruimte-tijd.

Een entiteit heeft op ieder moment in de tijd een bepaalde toestand, en heeft een unieke identiteit die constant blijft gedurende de levenscyclus. De levenscyclus van een entiteit is opgebouwd uit de reeks van toestanden van die entiteit, die elkaar in de tijd opvolgen. Zie ook figuur 12.



Figuur 12 — Levenscyclus van een Entiteit

### Toestand (State)

Een toestand is een entiteit (een object of activiteit) gedurende een periode tussen twee gebeurtenissen. Een toestand wordt gekenmerkt door de relaties en eigenschappen (met hun waarde) van de entiteit.

Toestand is het geheel van omstandigheden of condities waarin een Entiteit (Object of Activiteit) zich bevindt op een specifiek moment in de tijd.

De toestand van een systeem op een bepaald moment bevat de waarden van de eigenschappen in het systeem op dat moment. Als de waarde van een eigenschap van een element verandert, verandert de toestand van het systeem. Deze verandering vindt plaats door een bepaalde gebeurtenis.

OPMERKING 1 De toestand is niet altijd een unieke verzameling eigenschapswaarden: er kunnen immers verschillende verzamelingen zijn die elk een eigen toestand aanduiden. Er kunnen dus meerdere toestanden tegelijk gelden voor een enkel ding, elk beschouwd vanuit een specifieke context. Een auto kan zich zowel in de toestand ‘Rijden’ bevinden als in de toestand ‘Onderhoud benodigd’.

OPMERKING 2 ‘Calamiteit’, ‘Onderhoud’ en ‘Normaal’ zijn gedefinieerde toestanden van een tunnelsysteem. Onder het aanwezig zijn van voorwaarden (gebeurtenissen) gaat de ene toestand over in de andere toestand. In een ontologie zullen gedefinieerde toestanden in de taxonomie moeten worden opgenomen.

OPMERKING 3 De NEN 2767-reeks kent de volgende kwalificaties van de toestand of conditie van gebouw en gebouwgebonden installaties: 1) Uitstekende conditie; 2) Goede conditie; 3) Redelijke conditie; 4) Matige conditie; 5) Slechte conditie; 6) Zeer slechte conditie.

### Gebeurtenis (Event)

Een gebeurtenis is een overgang tussen twee opeenvolgende toestanden van een entiteit (object of activiteit). Een gebeurtenis wordt gegenereerd in een toestand, en activeert een actieve rol.

OPMERKING 1 In de gewone betekenis is een gebeurtenis een opmerkelijk voorval, zoals een glas dat stukvalt, of een ontmoeting tussen twee personen. In het eenvoudigste geval en bij benadering vindt een gebeurtenis plaats op één plaats en één tijd. Dit is een idealisering, een echte gebeurtenis heeft zowel in ruimte als in tijd enige uitgestrektheid.

OPMERKING 2 Het bereiken van een mijlpaal is een significante gebeurtenis in een project en/of werkpakket.

## Top level concepten – Object en Activiteit

Een Entiteit kan worden verbijzonderd naar Object en naar Activiteit. Een object bestaat, een activiteit vindt plaats. Zowel object als activiteit hebben op ieder moment een toestand, en kunnen een gebeurtenis triggeren. Ook Toestand en Gebeurtenis worden verbijzonderd naar ActiviteitToestand en ObjectToestand, respectievelijk Uitvoeringsgebeurtenis en Transformatiegebeurtenis.

In analogie met figuur 11 kunnen de concepten Object, Activiteit, Toestand en Gebeurtenis en hun onderlinge samenhang kunnen op drie abstractieniveaus worden beschreven.

* Object, Activiteit, Toestand en Gebeurtenis zijn existentieel onafhankelijke en gelijkwaardige Concepten met hun onderlinge Relaties (figuur 13a). Op dit abstractieniveau kan het verloop in de tijd volledig worden gemodelleerd. Er is sprake van een *dynamisch* model.
* De concepten Toestand en Gebeurtenis worden vervangen door vier existentieel afhankelijke Rollen (te weten *Passieve Rol* en *Actieve Rol*), die door Object en Activiteit worden gespeeld in de context van de afgeleide Relaties *input* en *output* (figuur 13b en 13c). Op dit abstractieniveau wordt het verloop in de tijd niet meer expliciet gemodelleerd, maar kan er wel nog een input-output flow worden gemodelleerd. Er is sprake van een *quasi-dynamisch* model;
* De input en output relaties worden vervangen door twee andere, afgeleide Relaties *uitvoering* en *transformatie* (figuur 13d). Op dit abstractieniveau wordt ook de input-output flow niet meer expliciet gemodelleerd. Er is sprake van een *statisch* model, waar de dynamica alleen nog in de naam van de relaties tot uitdrukking komt.

Het is niet noodzakelijk om Object en Activiteit altijd in samenhang te modelleren. In veel gevallen zal een modelleur alleen geïnteresseerd zijn in een *statisch* model van een Object.

VOORBEELD: Een assetmanager wil de doorvaarthoogte van een brug weten.



Figuur 13a,b — Object, Activiteit, Toestand, Gebeurtenis en Rol

Tekst



Figuur 13c,d — Object, Activiteit en Relatie

### Object (Object)

Een object is een entiteit die bestaat of kan bestaan binnen een concrete ruimte-tijd. Een object voert activiteiten uit, en wordt getransformeerd door een activiteit.

### Activiteit (Activity)

Een activiteit is een entiteit die plaatsvindt of kan plaatsvinden in een concrete ruimte-tijd. Een activiteit transformeert objecten, en wordt uitgevoerd door een object.

OPMERKING 1 Volgens de systeemkunde (zie bijvoorbeeld [7]) omvat een proces een serie transformaties tijdens de doorvoer van een of meer fysieke objecten en/of informatie objecten. Een proces kan binnen deze context worden beschouwd als een set van samenhangende activiteiten om input (bijvoorbeeld planningen, specificaties, adviezen) om te zetten in output (bijvoorbeeld inspecties, onderzoeksrapporten, handhavingsmaatregelen).

OPMERKING 2 De functie van een systeemelement is de activiteit die het uitvoert, zodanig dat de output van die activiteit bijdraagt aan het doel dat de betrokken stakeholder wil bereiken.

Het betreft de bijdrage die van de medewerkers respectievelijk het voorwerp wordt verwacht voor het behalen van de ondernemingsresultaten respectievelijk de systeemprestatie waar het voorwerp onderdeel van uitmaakt.

Ook een functie (zeker mathematische) kent een input en een output, analoog aan activiteiten.

Over het algemeen is iets een functie als dezelfde bijdrage kan worden geleverd met verschillende middelen. Het leveren van stroom (=functie) kan met behulp van een batterij (=taak van dit FysiekObject), maar ook met een aggregaat (=taak van dit FysiekObject).

OPMERKING 3 Op basis van opmerking 1 en opmerking 2 zijn proces en functie te zien als specialisatie van Activiteit.

### Objecttoestand (Object state)

Een objecttoestand is een object gedurende een periode tussen twee transformatie-gebeurtenissen. Een objecttoestand wordt gekenmerkt door de eigenschappen (met hun waarde) en relaties van het object.

### Activiteitstoestand (Activity state)

Een activiteittoestand is een activiteit gedurende een periode tussen twee uitvoeringsgebeurtenissen. Een activiteittoestand wordt gekenmerkt door de eigenschappen (met hun waarde) en relaties van de activiteit.

### Transformatiegebeurtenis (Transformation event)

Een transformatiegebeurtenis is een overgang tussen twee opeenvolgende toestanden van een object.

### Uitvoeringsgebeurtenis (Performance event)

Een uitvoeringsgebeurtenis is een overgang tussen twee opeenvolgende toestanden van een activiteit.

## Top level concepten – Ruimtelijk en temporeel gebied

Tekst



Figuur 14 — Entiteit, Ruimtelijk en Temporeel gebied

TODO: relatie leggen met de attributen Locatie(referentie) en Vorm, en gebruik Locatiereferentiesysteem.

### Ruimtelijk gebied (Spatial region)

Een ruimtelijk gebied is een afbakening in een concrete of abstracte ruimte.

OPMERKING 1 Het gaat hier primair om een topologische/geometrische ruimte. In een topologische ruimte is het mogelijk om te spreken over de topologische relaties (omvat/bevindt zich binnen, bevindt zich buiten, grenst aan) tussen ruimtelijke gebieden en daarmee indirect ook tussen twee objecten of activiteiten gerelateerd aan die ruimten door inname of begrenzing. In een geometrische ruimte (per definitie ook een topologische ruimte) is het mogelijk om daarnaast ook afstanden te benoemen tussen ruimten c.q. objecten of activiteiten en is het

daarmee mogelijk om de locatievan (een kenmerkend geometrisch element van) een object of activiteit te specificeren ten opzichte van een verzameling van referentie-objecten/activiteiten. Daarbij wordt de ruimtelocatie vaak uitgedrukt in een ruimtereferentie (een tupel, die een set van gegeneraliseerde coördinaten vormt) en de aanduiding van het gebruikte ruimtereferentiesysteem.

OPMERKING 2 De in opmerking 1 genoemde topologische relaties maken geen deel uit van dit Conceptueel Top Level Model, maar kunnen worden opgenomen in een domeinspecifieke ontologie, of hergebruikt uit bestaande ontologieën.

OPMERKING 3 De concrete ruimte kent een typische onderverdeling naar 0D (punt), 1D (lijn), 2D (vlak) en 3D (lichaam).

Indien men de locatie van een fysiek object of activiteit wil uitdrukken met behulp van een adres of een set van coördinaten, dan kan de relatie hasSpatialLocation worden gebruikt die aan het gerelateerde ruimtelijk gebied hangt. Deze relatie drukt de locatie uit in een combinatie van een tupel van getallen en een locatiereferentiesysteem (LRS) waarbinnen het tupel kan worden geïnterpreteerd. Voorbeelden van locatiereferentiesystemen zijn een lokaal cartesisch coördinatensysteem in een kamer, adresseringssystemen (postcode, BAG), lineaire referentiesystemen (BPS) en georeferentiesystemen (WGS84, ETRS89, RDNAP).

### Temporeel gebied (Temporal region)

Een temporeel gebied is een afbakening in een concrete tijd.

VOORBEELD Een arbeidsovereenkomst kan worden aangegaan voor een bepaalde tijd. Die tijd kan in een periode zijn vastgelegd of gekoppeld aan gebeurtenissen (bijvoorbeeld begin en einde van een project).

OPMERKING Faseren is het opdelen van het werk in afzonderlijke tijdsperioden (bijvoorbeeld projectdefinitiefase en projectuitvoeringsfase), elk met zijn eigen vooraf gedefinieerde resultaat.

## Top level concepten – Entiteit, Toestand en Gebeurtenis (uitgebreid)

Figuur 11a vormt de basis voor de dynamische beschrijving van de concrete werkelijkheid.

De concepten Entiteit, Toestand en Gebeurtenis en hun vier basisrelaties heeftToestand, triggert, begint en beëindigt (zie figuur 11a) vormen de basis voor een dynamisch model van de concrete werkelijkheid. In par. 8.3 wordt aangegeven hoe abstractie leidt tot een quasi-dynamisch en een statisch model.

De vier basisrelaties uit figuur 11a geven echter ook aanleiding tot diverse afgeleide relaties binnen hetzelfde abstractieniveau. Deze relaties worden getoond in figuur 15a. Zo onderscheiden we:

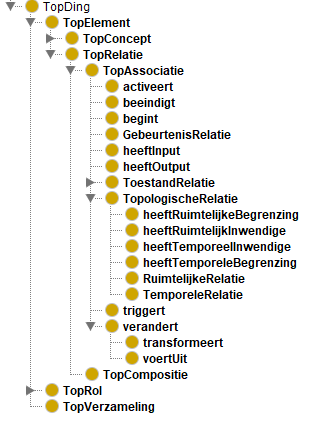
* toestandRelatie, een (cor)relatie tussen twee toestanden. Dit kan bijvoorbeeld de transitie (overgang) zijn van begintoestand naar eindtoestand van één entiteit ten gevolge van een bepaalde gebeurtenis (sequentiële relatie). Het kan echter ook een correlatie zijn tussen toestanden van verschillende entiteiten, die het gevolg zijn van dezelfde gebeurtenis (simultane relatie).
* gebeurtenisRelatie, een (cor)relatie tussen twee gebeurtenissen. Ook hier kan sprake zijn van verschillende gebeurtenissen, die door één entiteit worden getriggerd in een vast patroon, of verschillende entiteiten die (samen) een gedeelde begin- of eindtoestand hebben.
* entiteitRelatie, een (cor)relatie tussen de toestand van één entiteit, en de gebeurtenissen die diezelfde entiteit triggert.



Figuur 15 — Entiteit, Toestand, Gebeurtenis, Rol en afgeleide Relaties

## Top level relaties

Tekst.



### heeftToestand (hasState)

Inverse: isToestandVan (isStateOf)

Deze relatie geldt tussen een Entiteit (Activiteit of Object) en een Toestand.

VOORBEELDEN

1. Neem een pizza. Vóór het bakken bevindt deze zich in de ongebakken toestand, na het bakken bevindt deze zich in de gebakken toestand.Of neem de Ketelbrug. Deze bevond zich vóór het onderhoud in een matige toestand, na het onderhoud in een uitstekende toestand.
2. Ook activiteiten kunnen een toestand hebben. De 19e etappe van Tour de France 2019 bevond zich na de stillegging ten gevolge van het weer in geneutraliseerde toestand.Het Pleinvrees Festival 2019 bevond zich na de afgelasting in verband met het weer in afgelaste toestand.
3. Een toestand kan meerdere parameters bevatten. Zo kan van een stukje atmosfeer zowel de luchtdruk, temperatuur als de luchtvochtigheid worden vastgelegd. Deze drie parameters definiëren dan de toestand van de atmosfeer op een bepaalde locatie en een bepaald tijdstip.

### triggert (triggers)

Inverse: isGetriggeredDoor (isTriggeredBy)

Deze relatie geldt tussen een Entiteit (Activiteitof Object) en een Gebeurtenis.

VOORBEELDEN

1. Neem een Verkeersongeval (een gebeurtenis). Deze initieert de komst van de hulpdiensten (een activiteit).
2. Neem een Meteorietinslag (gebeurtenis). Deze veroorzaakt een Inslagkrater (fysiek object).

TODO: bovenstaande voorbeelden zijn incorrect. Ze beschrijven de eindToestand na een Gebeurtenis, niet de trigger van die Gebeurtenis.

### begint (begins)

Inverse: isBegonnenDoor (isBegunBy)

Deze relatie geldt tussen een Gebeurtenis en een Toestand.

VOORBEELDEN

1. Met de ondertekening (gebeurtenis) begint het Twaalfjarig Bestand (toestand).
2. De blikseminslag (gebeurtenis) is het begin van de bosbrand (toestand).
3. Met het doorknippen van het lint werd de nieuwe weg geopend (toestand).

### beëindigt (ends)

Inverse: isBeëindigdDoor (isEndedBy)

Deze relatie geldt tussen een Gebeurtenis en een Toestand.

VOORBEELDEN

1. De inval van Polen (gebeurtenis) beëindigde de vrede (toestand).
2. Het onweer (gebeurtenis) beëindigde het mooie weer (toestand).

### heeftInput (hasInput)

Inverse: isInputVan (isInputOf)

Deze abstracte relatie geldt tussen een Entiteit (actieve Entiteit) en een Entiteit (passieve Entiteit).

TODO: VOORBEELDEN

### heeftOutput (hasOutput)

Inverse: isOutputVan (isOutputOf)

Deze abstracte geldt tussen een Entiteit (actieve Entiteit) en een Entiteit (passieve Entiteit).

TODO: VOORBEELDEN

### voertUit (performs)

Inverse: isUitgevoerdDoor (isPerformedBy)

Deze relatie geldt tussen een Object (actief Object) en een Activiteit (passieve Activiteit).

VOORBEELDEN

1. Het Bakken van een pizza (een activiteit) wordt uitgevoerd met behulp van een oven(fysiek object) en door de kok (fysiek object).
2. Het Lassen van een brugleuning(een activiteit) wordt uitgevoerd met behulp van een Lasapparaat (fysiek object) en de Lasser (fysiek object).

### transformeert (transforms)

Inverse: isGetransformeerdDoor (isTransformedBy)

Deze relatie geldt tussen een Activiteit (actieve Activiteit) en een Object (passief Object).

VOORBEELDEN

1. Het Bakken(een activiteit) transformeert een pizza (een fysiek object) van ongebakken (een toestand) naar gebakken (een toestand).
2. Het versnipperproces(een activiteit) transformeert een papieren Document (een fysiek object) in papiersnippers (een fysiek object).
3. Het doc-to-pdf-conversieproces(een activiteit) transformeert een doc-bestand (een fysiek object) in een pdf-bestand (een fysiek object). Het informatie object verandert niet!

### heeftPeriode (hasPeriod)

Inverse: isPeriodeVoor (isPeriodFor)

Deze relatie geldt tussen een Entiteit en een Temporeel Gebied, of tussen een Toestand en een Temporeel Gebied.

VOORBEELDEN

1. Van vrijdag 26 juli tot en met zondag 18 augustus 2019 (tijdperiode) is de N231 (fysiek object) volledig afgesloten (toestand) vanwege groot onderhoud (activiteit).
2. Het Twaalfjarig Bestand (toestand) duurde van 9 april 1609 tot 9 april 1621 (tijdperiode).

### heeftInwendige (hasInterior)

Inverse: isInwendigeVan (isInteriorOf)

Deze relatie geldt tussen een Entiteit en een (topologisch) Ruimtelijk Gebied, of tussen een Toestand en een Ruimtelijk Gebied.

OPMERKING Het doel van de relatie heeftInwendige is om topologische en geometrische relaties tussen Objecten onderling en Activiteiten onderling mogelijk te maken. De notie dat een Fysiek Object of Activiteit een (abstract) ruimtelijk gebied ‘in beslag’ neemt vormt het fundament voor deze topologische en geometrische relaties.

VOORBEELD

1. Een IfcSpace als fysieke ruimte kan een Constructive Solid Geometry (CSG)-representatie hebben als speciaal geval van een 3D-ruimtelijk gebied.

Merk op dat een bepaald ruimtelijk gebied niet wordt gedecomponeerd (met behulp van hasPart) in andere ruimtelijke gebieden, maar dat een ruimtelijk gebied alleen topologische relaties kan hebben met andere ruimtelijke gebieden. Zo omvateen wegvak (een fysiek ruimtelijk gebied) een aantal wegstroken (fysieke ruimtelijke gebieden). Deze wegstroken grenzen aan elkaar via hun ruimtelijke gebieden.

Merk verder op dat voor ruimtelijke gebieden die voor hun representatie gebruikmaken van een coördinatenstelsel, het belangrijk is om aan te geven welk referentiesysteem er is gebruikt. In 8.1.7 is een voorbeeld gegeven.

### heeftBegrenzing (hasBoundary)

Inverse: isBegrenzingVan (isBoundaryOf)

Deze relatie geldt tussen een Entiteit en een (topologisch) Ruimtelijk Gebied, of tussen een Toestand en een Ruimtelijk Gebied.

OPMERKING Het doel van de relatie heeftBegrenzing is om topologische en geometrische relaties tussen Objecten onderling en Activiteiten onderling mogelijk te maken. De notie dat een Object of Activiteit door een ruimtelijk gebied wordt begrensd, vormt het fundament voor deze topologische en geometrische relaties.

VOORBEELD

1. Een perceel wordt begrensd door een 1D GML polyline.

### heeftDeel (hasPart)

Inverse: isDeelVan (isPartOf)

Deze relatie, zoals al generiek geïntroduceerd in de CMM, geldt tussen Objecten onderling, of tussen Activiteiten onderling.

VOORBEELDEN

1. De fiets van Ellen (fysiek object) bestaat uit een frame, twee wielen en diverse andere onderdelen (alle fysieke objecten).
2. Hoofdstuk 4 (informatie object) bestaat uit paragraaf 4.1 en 4.2 (informatie objecten).
3. Het bereiden van een pizza (activiteit) bestaat uit het snijden van de ingrediënten, het maken van de pizzabodem, het configureren van de pizza, en het bakken van de pizza (alle activiteiten).

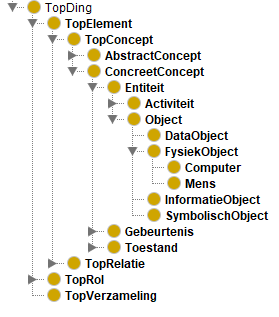
## Top level attributen

Tekst.

# Generieke domeinmodellen

## Domein concepten

Tekst.



## Domeinconcepten – Fysiek object, Informatie object en Symbolisch object

Tekst.



Figuur 16 — De Betekenisdriehoek revisited

TODO: Beschrijf Communicatie als uitwisseling (zenden, ontvangen) van symbolische objecten tussen twee of meer mensen.



Figuur 17 — Communicatie tussen Mensen

TODO: beschrijf Communicatie tussen twee of meer Computers (Machines), en tussen een Mens en een Machine.

### FysiekObject (PhysicalObject)

Een fysiek object is een object, dat bestaat of kan bestaan binnen de fysieke 4D ruimte-tijd. Een fysiek object vormt een manifestatie en een afbakening van materie en/of energie, en is (in)direct waarneembaar door de zintuigen.

VOORBEELD Een viaduct, een lichtmast, een pomp, een auto, een muur, een vertrek als fysische ruimte.

OPMERKING 1 Een zelfde fysiek object kan zowel virtueel bestaan, bijvoorbeeld op een tekening of in de vorm van een digitaal model, en in de werkelijke wereld (geconstrueerd en in gebruik). Het betreft hier de verschillende levenscycli waarin een object kan verkeren.

OPMERKING 2 NVN-ISO/TS 15926-11 kent een verdere specialisatie van een fysiek object naar Functioneel Fysiek Object en een Gematerialiseerd Fysiek Object. Het Functioneel Fysiek Object is bedoeld om een gespecificeerd ontwerp inclusief functies van een fysiek object te representeren. Het Gematerialiseerd Fysiek Object geeft in de ‘echte wereld’ invulling aan c.q. is geïnstalleerd als het Functioneel Fysiek Object. Het Gematerialiseerd Fysiek Object zal ten gevolge van slijtage, degeneratie of falen vervangen worden door een nieuw Gematerialiseerd Fysiek Object, waarbij ook deze vervanging voldoet aan de specificaties van zijn tegenhanger, het Functioneel Fysiek Object. Als voorbeeld is de pomp met code P-101 op een processchema een Functioneel Fysiek Object en de pomp die hiervoor gekocht en geïnstalleerd is met serienummer AW30456 een Gematerialiseerd Fysiek Object. waarbij beide geclassificeerd zijn als een Pomp op basis van bijvoorbeeld een ontologie. Zo kan ook een Brug als opgenomen in een tracébesluit, worden beschouwd als een Functioneel Fysiek Object dat uiteindelijk wordt gerealiseerd respectievelijk gematerialiseerd als een daadwerkelijke Brug met bijvoorbeeld laaggelegen landhoofden en een brugdek van voorgespannen betonelementen.

OPMERKING 3 Ook een (levend) organisme is een Fysiek Object, waarmee dus ook een mens een Fysiek Object is. Automatisch is een organisatie van mensen ook een Fysiek Object.

OPMERKING 4 In het spoordomein is het Profiel van Vrije Ruimte (PVR), de ruimte boven en naast een spoor waarbinnen zich geen vaste of tijdelijke voorwerpen mogen bevinden die het railvervoer zouden kunnen hinderen en/of in gevaar brengen. Dit PVR is een voorbeeld van een Fysiek Object (een fysieke ruimte).

OPMERKING 5 Indien men de fysieke eigenschappen van (bijvoorbeeld) een vergaderruimte wil beschrijven (luchtkwaliteit, temperatuur, hoeveelheid licht, enz.), dan kan de vergaderruimte worden gemodelleerd als (een subklasse van) een Fysiek Object. Het gaat dan om de eigenschappen van het fysieke gaslichaam, bestaand uit atmosferische lucht, dat wordt begrensd, of zelfs vastgehouden, door het fysieke bouwwerk waarin de vergaderruimte zich bevindt. In een domeinspecifieke ontologie kan een taxonomie van dit soort ‘fysieke ruimtes’ worden opgenomen.

### InformatieObject (InformationObject)

Synoniem: MentaalObject, Concept

Een InformatieObject is een op zichzelf staand geheel van gegevens met een eigen identiteit.

OPMERKING 1 Een informatie object betreft een abstract concept dat met behulp van een fysiek object (als ‘drager’) een door zintuigen waarneembare vorm kan aannemen.

OPMERKING 2 NEN 2082 geeft als voorbeeld van een informatie object: document, databasegegeven, e‑mailbericht (met bijlagen), (zaak)dossier, internetsite (of een deel ervan), foto/afbeelding, geluidopname, wiki, blog, enz. Deze voorbeelden kunnen hiermee worden geïnterpreteerd als zowel een instantie van een informatie object als een instantie van een fysiek object.

OPMERKING 3 De Nederlandse Overheid Referentie Architectuur (NORA) definieert [Gegevens](https://www.noraonline.nl/wiki/Gegevens_(begrip_gegevensmanagement)) als de weergave van een feit, begrip of aanwijzing, geschikt voor overdracht (uitwisseling of deling), interpretatie of verwerking door een persoon of apparaat. Het betreft hier alle vormen van gegevens, zowel gegevens uit informatiesystemen als ‘records’ en documenten, in alle vormen, zowel gestructureerd als ongestructureerd. Ook deze voorbeelden kunnen hiermee worden geïnterpreteerd als zowel een instantie van een informatie object als een instantie van een fysiek object.

### SymbolischObject (SymbolicObject)

TODO

## Domein relaties

Tekst.

### beschrijft (describes)

Inverse: isBeschrevenDoor (isDescribedBy)

Synoniem: conceptualiseert

Deze relatie geldt tussen een Informatie Object en een (Top)Ding en haar subtypen (Fysiek Object, een Activiteit, een Gebeurtenis, een Toestand, een Temporeel Gebied, een Ruimtelijk Gebied of een ander Informatie Object.)

VOORBEELDEN

1. Neem de Ketelbrug. Daar is in de loop der tijden een waar dossier ontstaan van tekeningen, specificaties, rapporten, nota’s, in analoge of in digitale vorm. Elk van deze documenten beschrijft de Ketelbrug en kan worden gezien als een instantie van een Informatie Object die de Ketelbrug beschrijft.
2. Een proces-verbaal van een verkeersongeluk is een voorbeeld van een Informatie Object dat een éénmalige Gebeurtenis beschrijft.
3. De Wikipediapagina over het Twaalfjarig Bestand is een voorbeeld van een Informatie Object dat een individuele Toestand beschrijft.
4. Het boek *Dit was het jaar 2018* is een voorbeeld van een Informatie Object dat een individuele Tijdperiode beschrijft.
5. Een recensie van Pinkpop 2019 is een voorbeeld van een Informatie Object dat een éénmalige
6. Activiteit beschrijft.
7. Een boek over Vlieland is een voorbeeld van een Informatie Object dat een individueel (geografische) RuimtelijkGebied beschrijft.
8. Een beschrijving van het kaartblad 52A is een voorbeeld van een Informatie Object dat een individueel Informatie Object beschrijft.

Merk op dat Informatie Objecten alleen individuele instanties kunnen beschrijven van de bovengenoemde Top Level Concepten. Het beschrijven van Fysieke Objecten, Activiteiten, enz. op typeniveau valt er dus niet onder.

# Conformiteit

Tekst.

1. (normatief)  
     
   Titel van de bijlage
2. (informatief)  
     
   Informatiedragers NEN 2660:1996

In deze bijlage zijn de informatiedragers uit de NEN 2660:1996 opgenomen, geordend volgens de modelleerregels uit de huidige NEN 2660.

* 1. Statements

Complex is een Fysiek Object  
Bouwwerk is een Fysiek Object  
Element is een Fysiek Object  
Bouwdeel is een Fysiek Object  
Component is een Fysiek Object

Complex bestaat uit Bouwwerk  
Bouwwerk bestaat uit Element  
Element bestaat uit Bouwdeel  
Bouwdeel bestaat uit Component

Bouwwerk is afbakening van Ruimte

Ruimte is synoniem van Ruimtelijk Gebied

Middel is een Actief Object

Bouwproduct speelt Middel  
Arbeid speelt Middel  
Materiaal speelt Middel

Middel voert uit Activiteit

Activiteit transformeert Component

* 1. Definities

TODO

Bibliografie

NTA 8035, *Semantische gegevensmodellering in de gebouwde omgeving*

MIM, *Metamodel Informatie Modellering,* Geonovum Standaard

normnummer, *Titel*

1. *Bouwbesluit* *2012*
2. Auteursnaam, voorletters, *Titel*, enz.

Documenthistorie

Deze paragraaf wordt verwijderd bij definitieve oplevering van deze normtekst.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Versie 0.1 | 2018-07-13 | Eerste versie t.b.v. WG meeting |
| Versie 0.2 | 2018-11-07 | Tekst niet verspreid, alleen navigeerbaar UML model en Excelsheet |
| Versie 0.3 | 2019-02-13 | Derde versie t.b.v. WG meeting |
| Versie 0.4 | 2019-06-23 | Voorwoord toegevoegd;  Herstructurering hoofdstuk 4, alleen regels. Reviewcommentaar verwerkt voor zover mogelijk binnen de nieuwe structuur;  Herindeling relaties en views H4;  Hoofdstuk 5 gesplitst in Hst 5 – Top level model (voorheen Par. 5.1) en Hst 6 – Generieke modellen.  Hst 6 hernoemd naar Hst 7;  Hst 8 hernoemd naar Conformiteit, vijf conformiteitsklassen toegevoegd;  Bijlagen A en B toegevoegd;  Bijlage E – Informatiedragers NEN 2660:1996 toegevoegd;  Vierde versie t.b.v. WG meeting. |
| Versie 0.5 | 2020-03-17 | Splitsing NEN 2660 in Deel 1 en Deel 2;  In bewerking, tekst niet verspreid. |
| Versie 0.6 | 2020-06-23 | Opzet document in lijn gebracht met officiële NEN template. Qua inhoud wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de NTA 8035:2020 en CEN SLMS, met inachtneming van het conceptuele karakter van de NEN 2660. |
| Versie 0.61 | 2020-10-07 | Par. 5.2, pagina 11: ontbrekende figuur 4 toegevoegd.  Par. 9.1, pagina 41-42: MentaalObject vervangen door InformatieObject  Term “data” vervangen door “gegevens”.  Review commentaar Michel Böhms deels verwerkt. |
| Versie 0.62 | 2020-10-12 | Diverse aanpassingen |

1. Merk op dat elk symbool een materiële verschijningsvorm moet hebben om te kunnen functioneren. Een kaart bijvoorbeeld, die een stuk van de wereld weergeeft en onze gedachten daarover symboliseert, is in welke vorm dan ook (papier, CD-ROM, USB-stick) een ding. [↑](#footnote-ref-1)
2. Merk ook op dat figuur 1 een symbool is, dat een representatie vormt van de semiotische driehoek. Dus ook in het denken en schrijven over de semiotische driehoek passen mensen die toe. Zelfreferentie heet dat. Een voorbeeld van een aan zichzelf refererende zin is ‘Deze zin heeft een werkwoord’. Zie ook figuur 3. [↑](#footnote-ref-2)
3. Zie https://nl.wikipedia.org/wiki/Droste-effect. [↑](#footnote-ref-3)
4. Of potentieel aanwijsbare dingen, bijvoorbeeld iets wat in de planning zit. [↑](#footnote-ref-4)
5. Of potentieel aanwijsbare dingen, bijvoorbeeld iets wat in de planning zit. [↑](#footnote-ref-5)
6. De achterliggende reden is het voorkomen van de Russel Paradox (zie Wikipedia). [↑](#footnote-ref-6)
7. Relaties met een hogere ariteit kunnen in principe worden ontbonden in een serie van binaire relaties. Wel dient hierbij aandacht te worden besteedt aan de borging van de oorspronkelijke randvoorwaarden. [↑](#footnote-ref-7)
8. In principe bestaan er ook eenplaatsige (unaire) relaties. In het CMM komt deze relatie overeen met Concept*.* [↑](#footnote-ref-8)
9. Dit houdt in dat Type Concepten niet direct kunnen worden aangeduid. Men kan niet zeggen: “Kijk dit is het begrip ‘hond’.” Men kan naar een voorbeeld wijzen (“Kijk, een hond”), maar dan wordt een Individu gebruikt om naar het type te verwijzen. Ook kan men een plaatje van een hond aanwijzen, maar ook dat is een indirecte verwijzing (er bestaan namelijk veel plaatjes van honden). [↑](#footnote-ref-9)