

DIN EN ISO 19141

ICS 35.240.70

**Geoinformation –
Schema für sich bewegende Objekte (ISO 19141:2008);
Deutsche Fassung EN ISO 19141:2009**

Geographic information –
Schema for moving features (ISO 19141:2008);
German version EN ISO 19141:2009

Information géographique –
Schéma des entités mobiles (ISO 19141:2008);
Version allemande EN ISO 19141:2009

Gesamtumfang 58 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 19141:2008 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 211 „Geographic information/ Geomatics“ erarbeitet und als EN ISO 19141:2009 vom Technischen Komitee CEN/TC 287 „Geoinformation“ übernommen, dessen Sekretariat vom NEN (Niederlande) gehalten wird.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der als Spiegelausschuss zum CEN/TC 287 und ISO/TC 211 eingesetzte Arbeitsausschuss NA 005-03-03 AA „Kartographie und Geoinformation“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau).

DIN EN ISO 19141 beschreibt ein konzeptuelles Schema für sich bewegende Features, d. h. Features, deren Örtlichkeit sich mit der Zeit ändert. Auf Basis dieses Schemas können Anwendungen aus unterschiedlichen Bereichen solche sich bewegende Features implementieren, z. B.

- ortsbezogene Dienste,
- Straßenverkehrstelematik,
- Tracking und Navigation (auf dem Land, auf See, in der Luft oder im Weltall) und
- Simulationen.

Das Schema spezifiziert die Mechanismen, um Translations- und Rotationsbewegungen starrer Körper zu beschreiben.

Die Beschreibung anderer zeitlicher Veränderungen von Features, insbesondere die Deformationen von Körpern und die Veränderung nicht räumlicher Eigenschaften, liegt außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm.

Deutsche Fassung

**Geoinformation —
Schema für sich bewegende Objekte
(ISO 19141:2008)**

Geographic information —
Schema for moving features
(ISO 19141:2008)

Information géographique —
Schéma des entités mobiles
(ISO 19141:2008)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Juli 2009 angenommen.

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

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

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



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Konformität	5
2.1 Konformitätsklassen	5
2.2 Anforderungen	6
3 Normative Verweisungen	6
4 Begriffe und Abkürzungen	7
4.1 Begriffe	7
4.2 Abkürzungen	10
5 Paket „Moving Features“	10
5.1 Semantik	10
5.2 Paketaufbau	12
5.3 Klassenhierarchie	12
6 Paket „Geometry Types“	13
6.1 Paketsemantik	13
6.2 Typ „MF_OneParamGeometry“	14
6.3 Typ „MF_TemporalGeometry“	16
6.4 Typ „MF_Trajectory“	17
6.5 Typ „MF_TemporalTrajectory“	20
6.6 Klasse „MF_PositionExpression“	25
6.7 Typ „MF_SecondaryOffset“	26
6.8 Typ „MF_MeasureFunction“	26
7 Paket „Prism Geometry“	27
7.1 Paketaufbau	27
7.2 CodeList „MF_GlobalAxisName“	28
7.3 Typ „MF_LocalGeometry“	31
7.4 Typ „Prismengeometrie“	33
7.5 Typ „MF_RigidTemporalGeometry“	35
7.6 Typ „MF_RotationMatrix“	36
7.7 Typ „MF_TemporalOrientation“	36
8 Sich bewegende Features in Anwendungsschemata	37
8.1 Einleitung	37
8.2 Darstellung der räumlichen Merkmale sich bewegender Features	37
8.3 Assoziationen sich bewegender Features	37
8.4 Operationen sich bewegender Features	38
Anhang A (normativ) Abstrakte Prüffolge	39
A.1 Anwendungsschemata für den Datentransfer	39
A.2 Anwendungsschemata für Daten mit Operationen	39
Anhang B (informativ) UML-Notation	41
B.1 Einleitung	41
B.2 Klasse	41
B.3 Stereotyp	41
B.4 Attribut	42
B.5 Operation	43
B.6 Einschränkung	43
B.7 Anmerkung	43
B.8 Assoziation	43
B.9 Rollenname	44

B.10	Multiplizität	44
B.11	Navigierbarkeit.....	45
B.12	Aggregation	45
B.13	Komposition.....	45
B.14	Abhängigkeitsbeziehung	45
B.15	Generalisierung	46
B.16	Realisierung	46
Anhang C	(informativ) Interpolation zwischen Orientierungen.....	47
C.1	Einleitung	47
C.2	Euler-Rotation und Gimbal Lock	48
C.3	Interpolation zwischen zwei Orientierungsmatrizen	49
C.4	Interpolation zwischen weiteren Orientierungsdarstellungen.....	51
C.5	Interpolationsbeispiel	52
Literaturhinweise		56

Vorwort

Der Text von ISO 19141:2008 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 211 „Geographic information/Geomatics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 19141:2009 durch das Technische Komitee CEN/TC 287 „Geoinformation“ übernommen, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2010 zurückgezogen werden.

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

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 19141:2008 wurde vom CEN als EN ISO 19141:2009 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm definiert ein Verfahren zur Beschreibung der Geometrie eines Features, das sich als starrer Körper bewegt. Eine derartige Bewegung weist folgende Merkmale auf:

- a) das Feature bewegt sich innerhalb eines beliebigen Wertebereichs aus Geobjekten nach ISO 19107;
- b) das Feature kann sich entlang einer geplanten Route bewegen, kann jedoch von der geplanten Route abweichen;
- c) die Bewegung kann durch physikalische Kräfte beeinflusst werden, z. B. durch Orbital-, Gravitations- oder Trägheitskräfte;
- d) die Bewegung eines Features kann andere Features beeinflussen oder durch diese beeinflusst werden, z. B.:
 - 1) das sich bewegende Feature kann einer festgelegten Route (z. B. einer Straße) folgen, die Teil eines Netzes sein kann, und an bekannten Punkten (z. B. Bushaltestellen, Wegpunkten) die Route ändern;
 - 2) zwei oder mehr sich bewegende Features können „zusammengezogen“ oder auseinander geschoben werden (z. B. ein Flugzeug wird während des Flugs betankt, ein Raubtier spürt seine Beute auf und verfolgt diese, Flüchtlingsgruppen schließen sich zusammen);
 - 3) zwei oder mehr sich bewegende Objekte können gezwungen sein, ein bestimmtes räumliches Verhältnis über einen bestimmten Zeitraum aufrechtzuerhalten (z. B. Traktor und Anhänger, Konvoi).

Andere Arten der Veränderung von Features sind in dieser Internationalen Norm nicht behandelt. Beispiele für nicht behandelte Veränderungen sind unter anderem:

- die Deformation von Features;
- die Aufeinanderfolge entweder der Features oder deren Assoziationen;
- die Veränderung nicht räumlicher Attribute von Features;
- die geometrische Darstellung eines Features kann nicht in einen geometrischen Komplex eingebettet werden, der die geometrischen Darstellungen anderer Features enthält, da dafür die Darstellung des anderen Features aktualisiert werden müsste, während sich dieses bewegt.

Da sich diese Internationale Norm mit der geometrischen Beschreibung der Bewegung von Features befasst, legt sie keinen Mechanismus zur Beschreibung der Featurebewegung im Hinblick auf geographische Identifikatoren fest. Ein derartiger Mechanismus ist zum Teil in ISO 19133 behandelt.

2 Konformität

2.1 Konformitätsklassen

2.1.1 Einleitung

Diese Internationale Norm legt vier Konformitätsklassen fest (Tabelle 1). Diese werden auf der Grundlage zweier Kriterien unterschieden: Zweck und Komplexitätsgrad.

2.1.2 Zweck

Diese Internationale Norm kann zur Unterstützung des Datentransfers herangezogen werden. Die für Objekte definierten Operationen sind für den Datentransfer irrelevant, da dieser lediglich eine Beschreibung des Zustands der Objekte zur Zeit des Transfers erfordert. Somit ist für zwei Konformitätsklassen nur die Implementierung von Attributen und Assoziationen der im Schema festgelegten Klassen erforderlich. Die beiden übrigen Konformitätsklassen unterstützen die objektbezogene Implementierung von Systemen oder Schnittstellen; sie erfordern sowohl die Implementierung von Operationen als auch die Implementierung von Attributen und Assoziationen.

2.1.3 Komplexität

Für viele Anwendungen wird keine vollständige Beschreibung der Geometrie eines Features und dessen Orientierung zu einem beliebigen Zeitpunkt benötigt. Die Anforderungen dieser Anwendungen werden durch die Beschreibung der Bewegung eines einzelnen Bezugspunktes auf dem Feature mithilfe seiner Bahnkurve nach Abschnitt 6 erfüllt. Ein Paar der Konformitätsklassen unterstützt diese einfache Einwendungen.

Andere Anwendungen setzen das Bekanntsein der Position aller Punkte oder einer wesentlichen Teilmenge der Punkte auf einem sich bewegenden Feature zu jeder Zeit voraus. Sie erfordern eine vollständige Beschreibung anhand der Prismengeometrie nach Abschnitt 7.

Tabelle 1 — Konformitätsklassen

Komplexität	Zweck	
	Datentransfer	Daten mit Operationen
Bahnkurve	A.1.1	A.2.1
Prismengeometrie	A.1.2	A.2.2

2.2 Anforderungen

Um mit dieser Internationalen Norm übereinzustimmen, muss ein Anwendungsschema die Anforderungen der abstrakten Prüffolge nach Anhang A erfüllen.

3 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO/TS 19103, *Geographic information — Conceptual schema language*

ISO 19107, *Geographic information — Spatial schema*

ISO 19108, *Geographic information — Temporal schema*

ISO 19109, *Geographic information — Rules for application schema*

ISO 19133, *Geographic information — Location-based services — Tracking and navigation*

4 Begriffe und Abkürzungen

4.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

4.1.1

Basisdarstellung (en: base representation)

<sich bewegende Features> Darstellung eines **Geometrieobjekts** zu einer gegebenen Bezugszeit mithilfe eines lokalen Ursprungs und lokaler Ordinatenvektoren

ANMERKUNG 1 Ein starres Geometrieobjekt kann einer Translations- oder Rotationsbewegung unterzogen werden, bleibt jedoch mit seiner Basisdarstellung kongruent.

ANMERKUNG 2 Der lokale Ursprung und die Ordinatenvektoren bilden ein technisches Koordinatenreferenzsystem (engineering coordinate reference system, ISO 19111), das auch als lokaler Rahmen oder als lokal euklidisches Koordinatensystem bezeichnet wird.

4.1.2

Kurve (en: curve)

eindimensionales **geometrisches Primitiv**, das das kontinuierliche Abbild einer Linie darstellt

[ISO 19107:2003, 4.23]

ANMERKUNG Die Grenze einer Kurve ist die **Punktmenge** an jedem Ende der Kurve. Ist die Kurve ein Zyklus, sind die beiden Enden identisch und für die Kurve wird (sofern sie topologisch geschlossen ist) angenommen, dass sie keine Grenze besitzt. Der erste Punkt wird als Anfangspunkt bezeichnet, der letzte als Endpunkt. Der Zusammenhang der Kurve ist durch das „kontinuierliche Abbild einer Linie“ sichergestellt. Ein topologisches Theorem besagt, dass ein kontinuierliches Abbild einer zusammenhängenden Menge zusammenhängend ist.

4.1.3

Auslegungs-Koordinatenreferenzsystem (en: design coordinate reference system)

technisches Koordinatenreferenzsystem, in dem die Basisdarstellung eines sich bewegenden Objekts festgelegt ist

4.1.4

Feature (en: feature)

Objekt

Abstraktion eines Phänomens der realen Welt

[ISO 19101:2002, 4.11]

ANMERKUNG Ein Feature kann als ein Typ oder eine Instanz vorkommen. Feature-Typ oder Feature-Instanz ist zu verwenden, wenn nur eines gemeint ist.

4.1.5

Feature-assoziation (en: feature association)

Verhältnis, das Instanzen eines **Feature**-Typs mit Instanzen des gleichen oder eines unterschiedlichen Feature-Typs verknüpft

[ISO 19110:2004, 4.2]

ANMERKUNG Feature-Assoziationen umfassen auch die Aggregation von Features.

4.1.6

Feature-attribut (en: feature attribute)

Merkmal eines **Features**

[ISO 19101:2002, 4.12]

4.1.7

Feature-methode (en: feature operation)

Operation, die jede Instanz einer **Feature**klasse ausführen kann

[ISO 19110:2004, 4.5]

4.1.8

Foliation (en: foliation)

Blätterung

einparametrische Menge von Geometrien, bei der jeder Punkt im **Prisma** der Gruppe auf genau einer **Bahnkurve** und in genau einem **Blatt** liegt

4.1.9

Geometrieobjekt (en: geometric object)

Geoobjekt, das eine geometrische Menge darstellt

[ISO 19107:2003, 4.47]

4.1.10

geometrisches Primitiv (en: geometric primitiv)

Geometrieobjekt, das ein einzelnes, zusammenhängendes, homogenes Element des Raums darstellt

[ISO 19107:2003, 4.48]

ANMERKUNG Geometrische Primitive sind zusammenhängende Objekte, die Informationen zur geometrischen Konfiguration liefern. Sie umfassen Punkte, Kurven, Oberflächen und Festkörper.

4.1.11

Zeitpunkt (en: instant)

nulldimensionales **geometrisches Primitiv**, das eine zeitliche Position darstellt

[ISO 19108:2002, 4.1.17]

4.1.12

Blatt (en: leaf)

<einparametrische Menge von Geometrien> Geometrie bei einem bestimmten Wert des Parameters

4.1.13

ortsbezogener Dienst (en: location-based service)

LBS

Dienst, dessen Rückmeldung oder sonstige Eigenschaft vom Ort des den Dienst anfordernden Clients oder eines anderen Objekts oder einer anderen Person abhängt

[ISO 1913:2005, 4.11]

4.1.14

gerichteter Graph (en: network)

abstrakte Struktur, bestehend aus einer Menge von nulldimensionalen Objekten, den Verbindungspunkten und einer Menge von eindimensionalen Objekten, den Verknüpfungen, die die Verbindungspunkte miteinander verbinden, wobei jede Verknüpfung mit einem Anfangsverbindungspunkt (Ursprungs-, Quellverbindungspunkt) und einem Endverbindungspunkt (Ziel-, Senkenverbindungspunkt) assoziiert ist

[ISO 19133:2005, 4.17]

ANMERKUNG Das Netz ist im Wesentlichen das Diskursuniversum für das Navigationsproblem. Netze sind eine Varietät eines eindimensionalen topologischen Komplexes. Insofern sind Verbindungspunkt und topologischer Knoten Synonyme, ebenso wie Verknüpfung und gerichtete Kante.

4.1.15

einparametrische Menge von Geometrien

(en: one parameter set of geometries)

Funktion f aus einem Intervall $t \in [a, b]$, wobei $f(t)$ eine Geometrie ist und es für jeden **Punkt** $P \in f(a)$ eine einparametrische Menge von Punkten (genannt die Bahnkurve von P) $P(t) : [a, b] \rightarrow P(t)$ gibt, sodass $P(t) \in f(t)$

BEISPIEL Eine Kurve C mit konstruktivem Parameter t ist eine einparametrische Menge von Punkten $c(t)$.

4.1.16

Periode (en: period)

eindimensionales **geometrisches Primitiv**, das eine zeitliche Ausdehnung darstellt

[ISO 19108:2002, 4.1.27]

ANMERKUNG Eine Periode ist durch zwei unterschiedliche **zeitliche Positionen** begrenzt.

4.1.17

Punkt (en: point)

nulldimensionales **geometrisches Primitiv**, das eine Position darstellt

[ISO 19107:2003, 4.61]

ANMERKUNG Die Grenze eines **Punktes** ist die Leermenge.

4.1.18

Prisma (en: prism)

<einparametrische Menge von Geometrien> Menge von Punkten in der Vereinigung der Geometrien (oder der Vereinigung der **Bahnkurven**) einer **einparametrischen Menge von Geometrien**

ANMERKUNG Dies ist eine Verallgemeinerung des Konzepts „geometrisches Prisma“, das die konvexe Hülle zweier kongruenter Polygone im dreidimensionalen Raum darstellt. Derartige Polyeder können als eine **Foliation** kongruenter Polygone betrachtet werden.

4.1.19

zeitliches Koordinatensystem (en: temporal coordinate system)

zeitliches Bezugssystem auf der Basis einer Intervallskala, auf der die Distanz als ein Vielfaches einer einzelnen Zeiteinheit gemessen wird

[ISO 19108:2002, 4.1.31]

4.1.20

zeitliche Position (en: temporal position)

Ort, bezogen auf ein **zeitliches Bezugssystem**

[ISO 19108:2002, 4.1.34]

4.1.21

zeitliches Bezugssystem (en: temporal reference system)

Bezugssystem, in Bezug auf welches die Zeit gemessen wird

[ISO 19108:2002, 4.1.35]

4.1.22

Bahnkurve (en: trajectory)

Weg eines sich bewegenden Punktes, beschrieben durch eine einparametrische Menge von Punkten

4.1.23

Vektor (en: vector)

Menge mit sowohl Richtung als auch Größe

[ISO 19123:2005, 4.1.43]

4.2 Abkürzungen

CRS	Coordinate Reference System (ISO 19111)	Koordinatenreferenzsystem
SLERP	Spherical Linear Interpolation	sphärische lineare Interpolation
LRS	Linear Referencing System (ISO 19133)	lineares Bezugssystem
OCL	Object Constraint Language (ISO/IEC 19501)	
UML	Unified Modeling Language (ISO/IEC 19501)	vereinheitlichte Modellierungssprache

5 Paket „Moving Features“

5.1 Semantik

Ein sich bewegendes Feature kann als eine Kombination von Bewegungen modelliert werden. Die Gesamtbewegung kann als der zeitliche Weg oder die zeitliche Bahnkurve eines Bezugspunktes auf dem Objekt (dem „Ursprung“), z. B. dem Schwerpunkt, angegeben werden. Nach Ermittlung der Bahnkurve des Ursprungs kann die Position entlang der Bahnkurve unter Anwendung eines linearen Bezugssystems (definiert in ISO 19133) beschrieben werden. Die „Parametrisierung nach Länge“ für Kurven (definiert in ISO 19107) kann als ein einfacher linearer Bezug verwendet werden, wenn kein anderer zur Verfügung steht. Das Verhältnis zwischen der Zeit (t) und dem Messwert (m) kann als Graph der Funktion $t \rightarrow m$ in einer Ebene mit den Koordinaten (t, m) dargestellt werden. Diese Trennung der Geometrie des Weges und der tatsächlichen Funktion von Zeit nach Position erlaubt das Tracking des sich bewegendes Features entlang einer bestehenden Geometrie.

Bild 1 zeigt, wie die Konzepte Foliation (Foliation), Prisma (Prism), Bahnkurve (Trajectory) und Blatt (Leaf) zueinander in Beziehung stehen. In dieser Abbildung bewegt und dreht sich ein zweidimensionales Rechteck. Jede Darstellung des Rechtecks zu einer gegebenen Zeit ist ein Blatt. Der von jedem Eckpunkt des Rechtecks (und von jedem seiner übrigen Punkte) beschriebene Weg ist eine Bahnkurve. Die Menge der in allen Blättern und allen Bahnkurven vorhandenen Punkte bildet das Prisma. Die Blattmenge bildet außerdem eine Foliation.

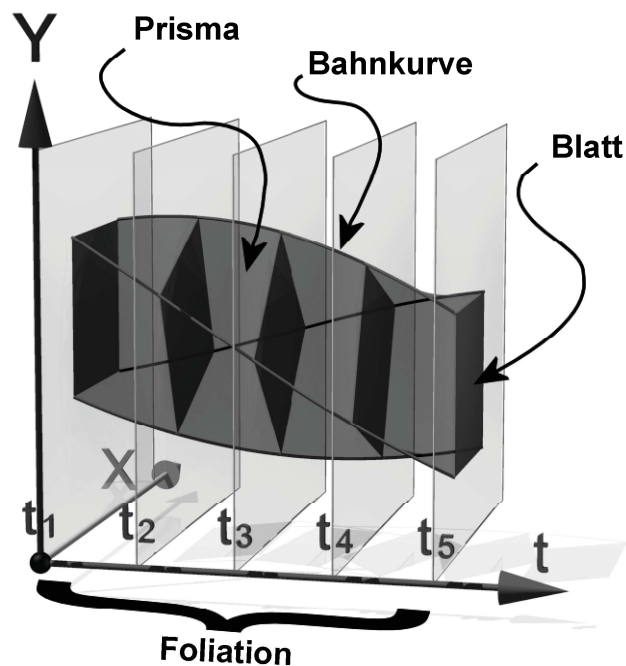


Bild 1 — Feature-Bewegung als Foliation

Diese beiden Objektdarstellungen des Weges und der Position entlang des Weges ergeben die allgemeine Position des sich bewegenden Features. Die andere Variable zur Beschreibung der Position des Features ist seine Rotation um den gewählten Bezugspunkt. Dazu wird ein lokales technisches Koordinatensystem erstellt, wobei der Bezugspunkt des Objekts als Ursprung gewählt wird. Die Geometrie des Features ist im technischen Koordinatensystem beschrieben, und die Orientierung des Features in der realen Welt ist durch Abbildung der lokalen Koordinatenachsen auf das globale Koordinatensystem (dem CRS der Bahnkurve des Bezugspunktes) gegeben. Dieses kann als eine Matrix gegeben sein, die die Einheitsvektoren des lokalen Koordinatensystems auf Vektoren im globalen CRS abbildet.

Wenn das globale CRS und das lokale CRS die gleiche Dimension aufweisen, kann jeder Punkt innerhalb des lokalen CRS durch Kombinationen aus diesen drei unterschiedlichen Abbildungen zeitlich durch das globale CRS verfolgt werden. Die Abbildung würde mithilfe des LRS von Zeit (t) nach Messwert (m) zu einer Position auf dem Weg des Bezugspunktes verlaufen. Mithilfe der Rotationsmatrix ergibt der berechnete Offset von diesem Punkt anschließend eine direkte Position im globalen CRS.

Das bedeutet, dass das „Prisma“ des sich bewegenden Features (definiert als alle Punkte, durch die ein Teil des Features verläuft) als ein Bündel von Bahnkurven der Punkte in der lokalen technischen Darstellung der Geometrie des Features betrachtet (und mit der jeweils erforderlichen Genauigkeit berechnet) werden kann. Bei Betrachtung in einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Koordinatensystem handelt es sich bei den Punkten des Features zu unterschiedlichen Zeiten um unterschiedliche Punkte. Das Urbild des Prismas (um eine Zeitkoordinate erhöhte Punkte auf den Bahnkurven) ist eine Foliation, was bedeutet, dass es für jede spezifische Zeit eine vollständige und getrennte Darstellung der Geometrie des Features gibt (genannt „Blatt“). Diese Bezeichnungen stammen aus einer 3D-Metapher für ein Buch, wobei jede Seite bzw. jedes Blatt eine „Zeitscheibe“ im „Folio“ ist.

Dies kann die Basis für eine Ausdehnung dieser Norm auf nicht starre, veränderliche Objekte bilden. Jedes Blatt in der 4D-Foliation ist eine separate Darstellung des Objekts, und durch Erarbeitung von Verfahren zur Beschreibung der Veränderung von Form und Gestalt des Features im Laufe der Zeit können die in dieser Internationalen Norm angegebenen Mechanismen dazu genutzt werden, diese Darstellung in Bezug auf das globale Koordinatensystem zu positionieren.

5.2 Paketaufbau

Dieser Abschnitt stellt ein konzeptuelles Schema zur Beschreibung sich bewegender Features vor, für das die Unified Modeling Language (UML) [ISO/IEC 19501] unter Berücksichtigung der Hinweise nach ISO/TS 19103 angewendet wird. Die in dieser Internationalen Norm verwendete UML-Notation ist in Anhang B beschrieben.

Das Schema ist im UML-Paket „Moving Features“ enthalten. Die Bezeichnungen der Klassen in diesem Paket tragen den Präfix „MF_“. Das Paket ist in die beiden Blattpakete Geometry Types und Prism Geometry unterteilt (Bild 2). Die Klassen in diesen beiden Paketen leiten sich aus den Klassen in dem nach ISO 19107 festgelegten Geometriepaket ab. Klassen aus den Paketen Basic Types [ISO/TS 19103], Geometry [ISO 19107], Temporal Objects und Temporal References System [ISO 19108] werden in dem Schema als Datentypen verwendet.

5.3 Klassenhierarchie

Die Klassen des Schemas der sich bewegenden Features bilden eine Vererbungshierarchie, deren Quelle die nach ISO 19107 festgelegten Klassen GM_Object und GM_Curve sind (Bild 3). Dadurch ist es möglich, die speziellen Teilklassen dieses Schemas als Feature-Attribute entsprechend dem nach ISO 19109 festgelegten General Feature Model zu verwenden. Die zweite Hierarchieebene besteht aus einer Menge von Klassen, die eine einparametrische Geometrie beschreiben. Diese können verwendet werden, um die Bewegung eines Features in Bezug auf eine einzelne Variable wie z. B. Druck, Temperatur oder Zeit zu beschreiben. In der dritten Ebene sind diese Klassen speziell auf die Beschreibung der zeitlichen Bewegung ausgerichtet. Eine vollständige Festlegung der Klassen ist in Abschnitt 6 und Abschnitt 7 enthalten.

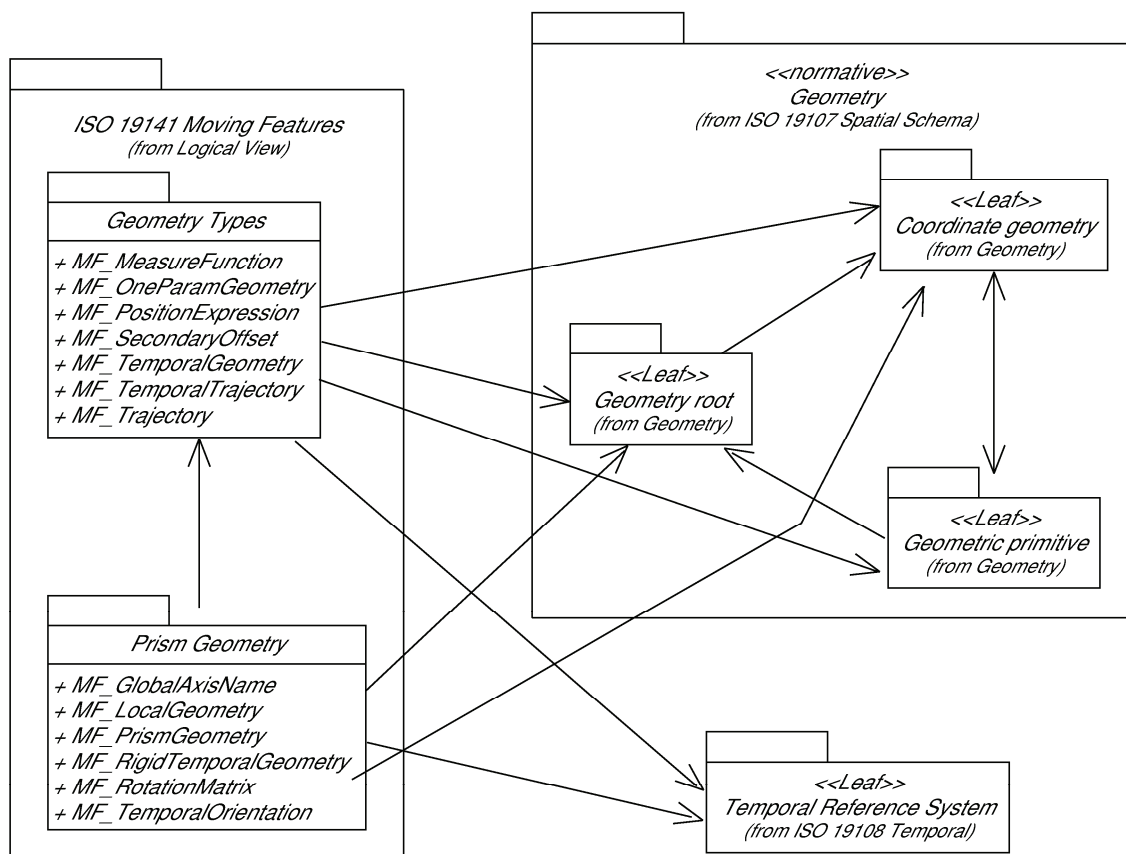


Bild 2 — Paket „Moving Features“

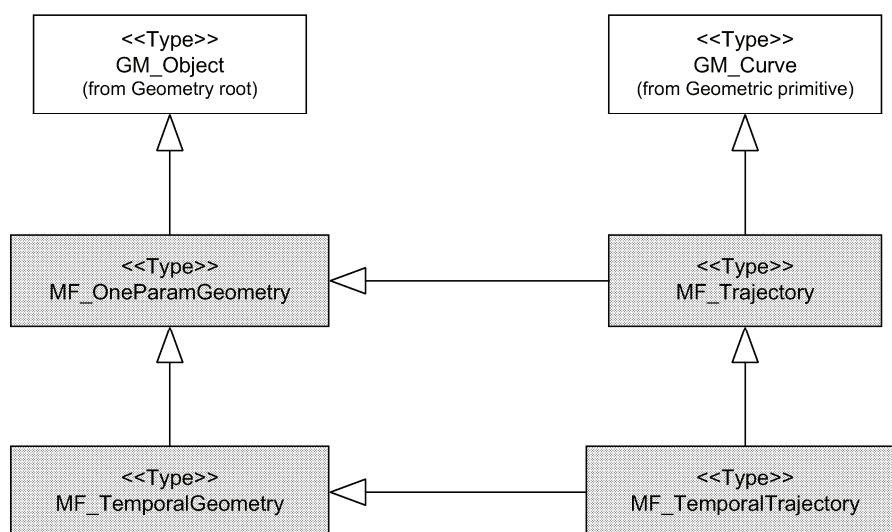


Bild 3 — Komponenten des Pakets „Geometry Types“

6 Paket „Geometry Types“

6.1 Paketsemantik

Das Paket „Geometry Types“ enthält sieben Typen. Zwei Klassen, MF_OneParamGeometry und MF_Trajectory, legen einparametrische Geometrietypen auf der Grundlage der in ISO 19107 festgelegten Geometrieobjekte fest (siehe Bild 3). Zwei weitere Klassen, MF_TemporalGeometry und MF_TemporalTrajectory, spezialisieren die ersten Klassen, um eine einparametrische Menge von Geometrien festzulegen, in denen der Parameter die Zeit ist. Die übrigen drei Klassen, MF_MeasureFunction, MF_SecondaryOffset und MF_PositionExpression (Bild 4), werden verwendet, um die nach ISO 19133 definierten Konzepte linearer Bezugssysteme zu erweitern. Die Beschreibung der Bewegung im Hinblick auf geographische Identifikatoren liegt außerhalb des Anwendungsbereichs und ist teilweise in ISO 19133 enthalten.

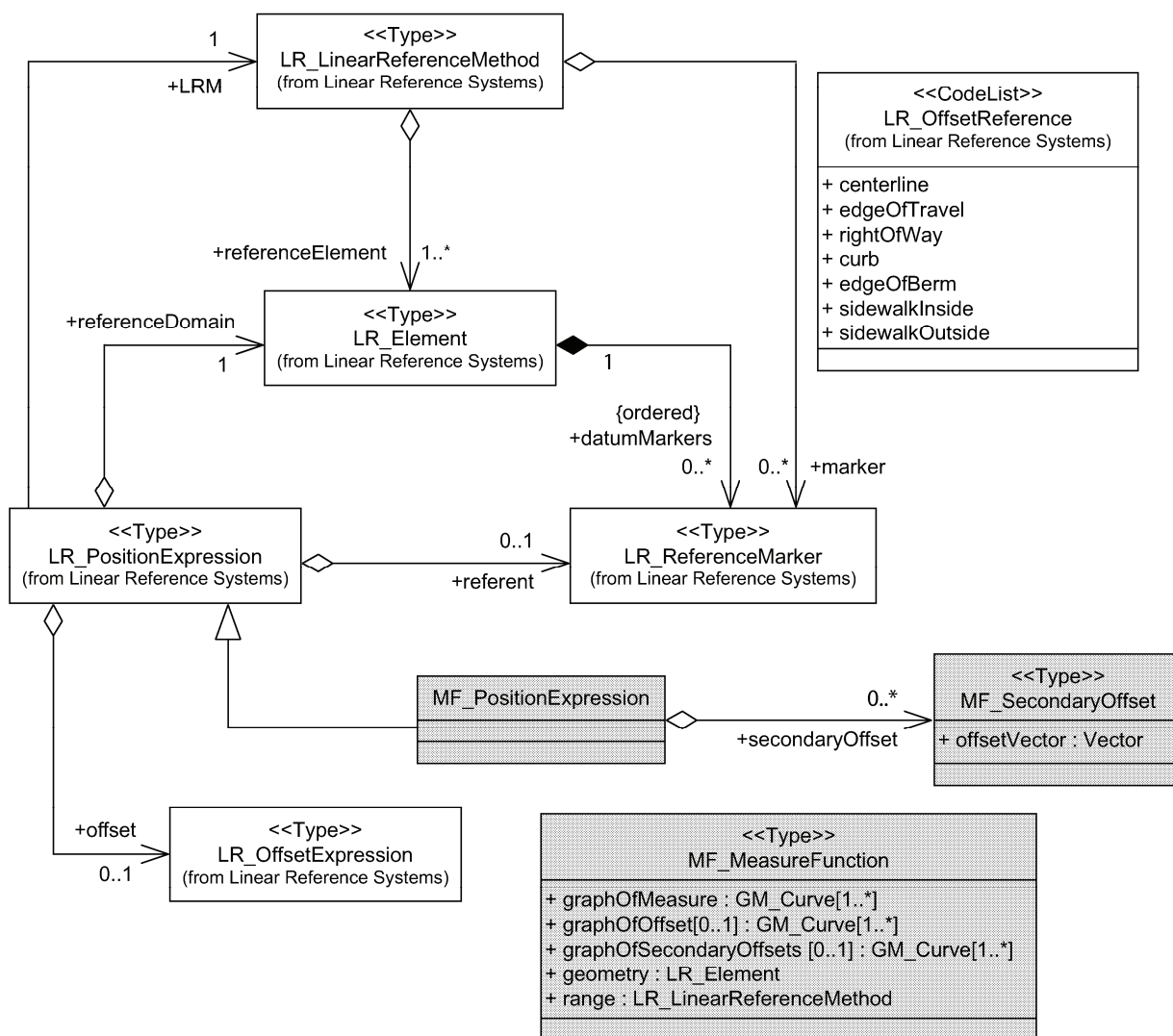


Bild 4 — Verwendung des linearen Bezugssystems durch „Sich bewegende Features“

6.2 Typ „MF_OneParamGeometry“

6.2.1 Klassensemantik

Eine einparametrische Menge von Geometrien ist eine Funktion f aus einem Intervall $t \in [a, b]$, wobei $f(t)$ eine Geometrie ist, und es für jeden Punkt $P \in f(a)$ eine einparametrische Menge von Punkten (genannt die Bahnkurve von P) $P(t) : [a, b] \rightarrow P(t)$ gibt, sodass $P(t) \in f(t)$. Ein Blatt einer einparametrischen Menge von Geometrien ist die Geometrie $f(t)$ bei einem bestimmten Wert des Parameters. Die Menge von Geometrien bildet ein Prisma, das die Punktmenge in der Vereinigung der Geometrien (oder der Vereinigung der Bahnkurven) ist.

BEISPIEL Eine Kurve C mit einem konstruktiven Parameter t ist eine einparametrische Menge von Punkten $c(t)$.

6.2.2 Vererbung durch GM_Object

Der Typ „MF_OneParameterGeometry“ (Bild 5) erbt vom Typ „GM_Object“. Er muss alle nach ISO 19107 angegebenen sowie alle in diesem Unterabschnitt festgelegten Attribute, Operationen und Assoziationen implementieren, die er von diesem Typ geerbt hat.

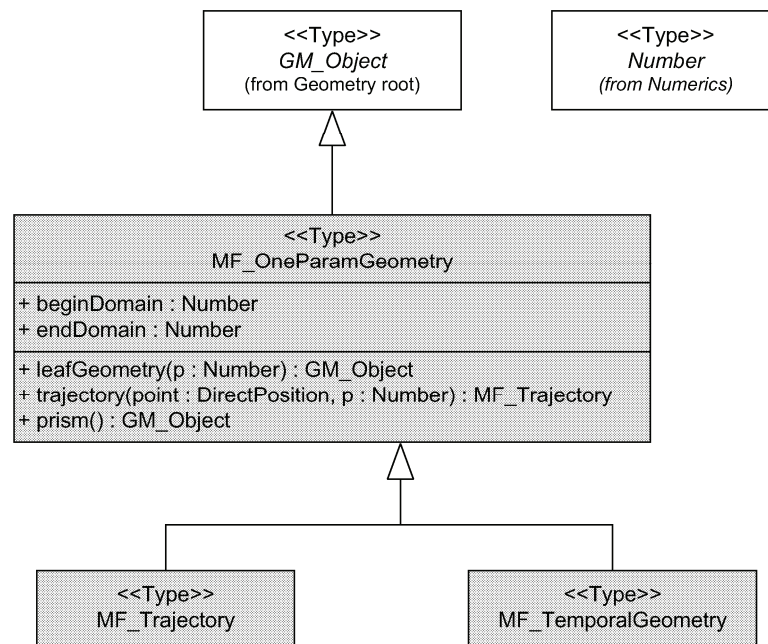


Bild 5 — Kontextdiagramm: MF_OneParamGeometry

6.2.3 Attribut „beginDomain“

Das Attribut „beginDomain“ muss den Wert des Parameters am Beginn des Wertebereichs der einparametrischen Geometrie enthalten. Der Datentyp „Number“ ist in ISO/TS 19103 festgelegt.

```
MF_OneParamGeometry::beginDomain: Number
```

6.2.4 Attribut „endDomain“

Das Attribut „endDomain“ muss den Wert des Parameters am Ende des Wertebereichs der einparametrischen Geometrie enthalten.

```
MF_OneParamGeometry::endDomain: Number
```

6.2.5 Operation „leafGeometry“

Die Operation „leafGeometry“ muss einen Wert des Parameters als Eingabe entgegennehmen und das mit diesem Wert assoziierte Blatt als eine Instanz von GM_Object zurückgeben.

```
MF_OneParamGeometry::leafGeometry( p: Number ): GM_Object
```

6.2.6 Operation „trajectory“

Die Operation „trajectory“ muss die Position eines Punktes auf einem Blatt (angegeben durch einen Wert des Parameters *p*) der einparametrischen Menge von Geometrien entgegennehmen und die Bahnkurve dieses Punktes zurückgeben.

```
MF_OneParamGeometry::trajectory( point: DirectPosition, p: Number ):
    MF_Trajectory
```

6.2.7 Operation „prism“

Die Operation „prism“ muss eine Instanz von GM_Object zurückgeben, welche das durch die Vereinigung aller Blätter dieser Instanz von MF_OneParamGeometry gebildete Prisma ist.

```
MF_OneParamGeometry::prism( ): GM_Object
```

6.3 Typ „MF_TemporalGeometry“

6.3.1 Klassensemantik

MF_TemporalGeometry (Bild 6) ist eine Spezialisierung von MF_OneParamGeometry, bei der der Parameter die durch TM_Coordinate angegebene Zeit ist. Die TM_Coordinate ist in ISO 19108 festgelegt; dieser Typ gibt die Zeit als ein Vielfaches einer einzelnen Maßeinheit wie z. B. Jahr, Tag oder Sekunde an.

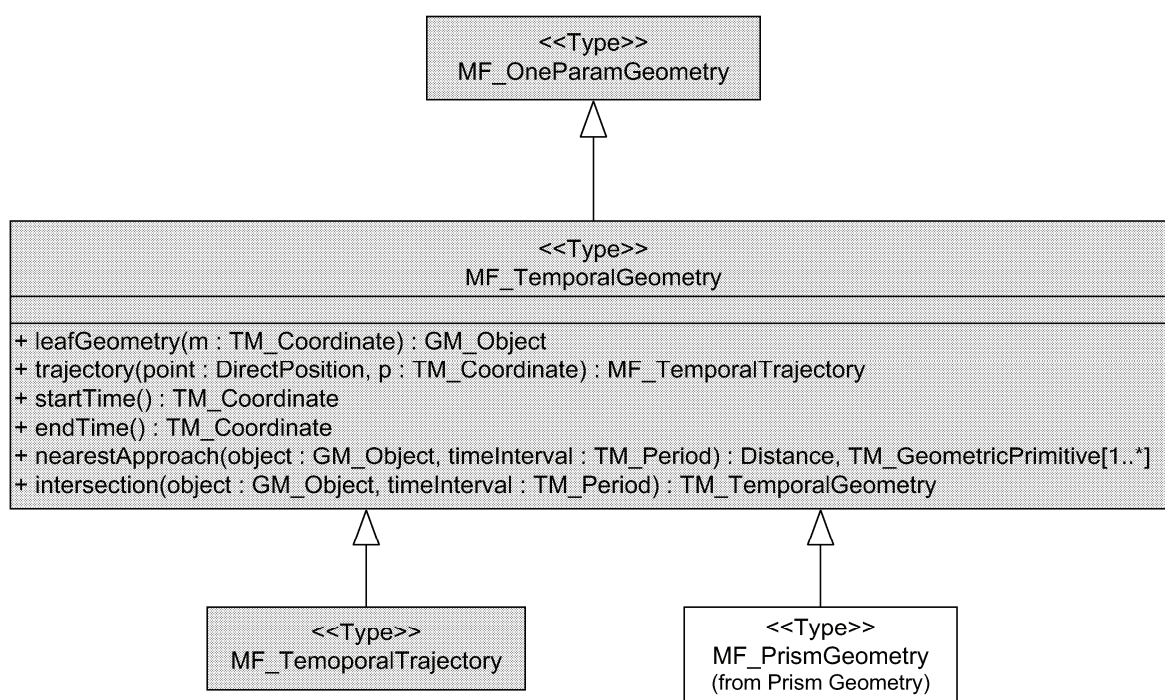


Bild 6 — Kontextdiagramm: MF_TemporalGeometry

6.3.2 Vererbung durch MF_OneParamGeometry

Der Typ „MF_TemporalGeometry“ erbt vom Typ „GM_OneParamGeometry“. Er muss alle geerbten Attribute, Operationen und Assoziationen implementieren.

6.3.3 Operation „leafGeometry“

Die Operation „leafGeometry“ muss eine Zeit als Eingabe entgegennehmen und die Instanz von GM_Object zurückgeben, die das Blatt der zeitlichen Geometrie zu dieser Zeit beschreibt.

```
MF_TemporalGeometry::leafGeometry( m : TM_Coordinate ) : GM_Object
```