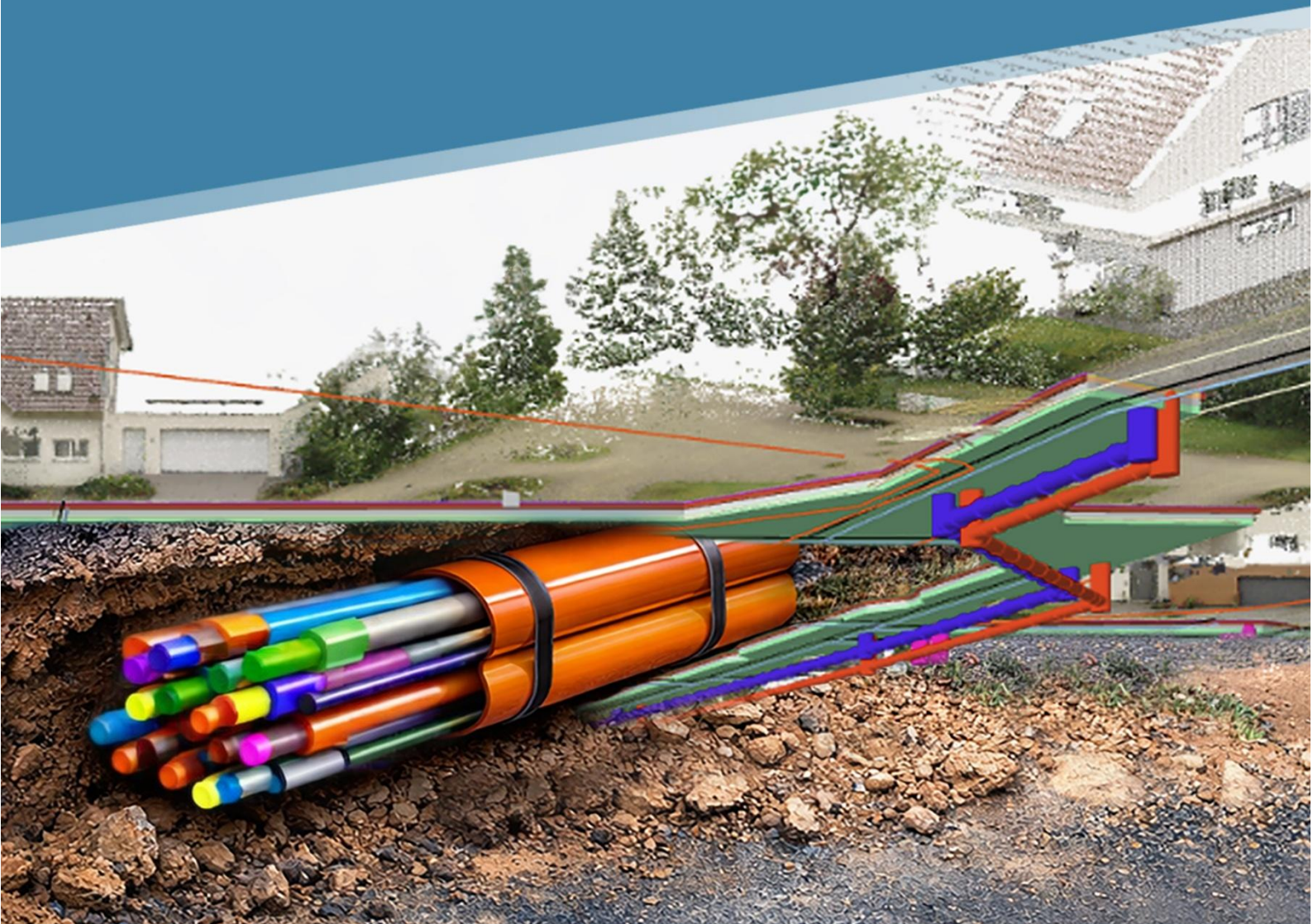


Modellierungsrichtlinie

für BIM-basierte Zustimmungs- und Genehmigungsverfahren im Breitbandausbau



Forschungsprojekt:

BIM-basierte Zustimmungs- bzw. Genehmigungsverfahren
für den Breitbandausbau

Projektpartner:

Förderung:

Innovationsinitiative mFUND durch das
Bundesministerium für Verkehr (BMV)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
1 Einleitung	5
2 Anwendungsfälle für ausgewählte Zustimmungs- und Genehmigungsprozesse im Breitbandausbau	7
2.1 Bestandsmodellierung	7
2.2 Planung der NVT-Standorte	8
2.3 Planung der Trassen.....	9
2.4 Genehmigung NVT-Standorte	10
2.5 Genehmigung Trassierung	11
3 Generelle Anforderungen an die Modellierung.....	12
3.1 Geometrische Modellierung	13
3.1.1 Geometrie im Verfahren der regelbasierten Modellprüfung.....	13
3.2 Eigenschaften von Objekten	13
3.2.1 Attribute	14
3.2.2 Eigenschaftssätze.....	14
3.2.3 Mengen.....	14
3.3 Datentypen	15
3.4 IFC-Export.....	15
3.5 Adressierte Objektklassen	15
4 Anforderungen an ein Bestandsmodell	17
4.1 Bauteilklassifizierung	17
4.2 Georeferenzierung.....	22
4.3 Liegenschaften	24
4.3.1 Denkmäler	25
4.3.2 Fließgewässer	27
4.3.3 Bäume	28
4.3.4 Schutzzonen.....	29
4.4 Verkehrsnetze	31
4.5 Bodenschicht.....	32
4.6 Versorgungsleitungen	34
4.7 Baubereich	36
4.8 Xtrasse.....	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarische Bauteilklassifizierung einer Telekommunikationsleitung.....	21
Abbildung 2: Exemplarische Bauteilklassifizierung einer Asphaltschicht (Straßenoberbau).....	21
Abbildung 3: Georeferenzierung des Breitbandmodells zur Integration von BIM- und GIS-Planungsunterlagen.....	23
Abbildung 4: Beispiel des Imports von Liegenschaftsdaten in das digitale Modell.	25
Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung denkmalgeschützter Bereiche und zugehörige Modellinformationen.	26
Abbildung 6: Gewässertypen am Beispiel eines Planausschnitts inkl. betrachteter Modellierungs- und Informierungstiefe (Köln-Deutz, Rheinpark / Rheinufer).....	28
Abbildung 7: Baumklassifikation im ALKIS-Datensatz am Beispiel "AX_Vegetationsmerkmal".	29
Abbildung 8: Bewuchs und entsprechender Modellierungs- und Informationsinhalt.....	29
Abbildung 9: Naturschutzgebiete inkl. Modellierungs- und Informationsgehalt.	31
Abbildung 10: Straßenquerschnitt inkl. beispielhaftem Modellierungs- und Informationsgehalt.	32
Abbildung 11: Bodenquerschnitt inkl. beispielhaftem Modellierungs- und Informationsgehalt.	33
Abbildung 12: Leitungsquerschnitt inkl. beispielhaftem Modellierungs- und Informationsgehalt. ...	35
Abbildung 13: Baubereich - Beispielhafte Darstellung von Baugrube und Materiallager als Bereichstypen inkl. zugeordnetem Modellierungs- und Informationsinhalt.....	37
Abbildung 14: XTrasse – Beispielhafte Darstellung eines BRA_Breitbandtrasse-Abschnitts im Ausbauplan.....	39
Abbildung 15: XTrasse – Beispielhafte Darstellung des "BRA_AusbauPlans" mit zugeordneten Trassenabschnitten.	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datentypen von Eigenschaftswerten.....	15
Tabelle 2: Listentypen von Eigenschaftswerten.....	15
Tabelle 3: Darstellung der Dreiteiligkeit der Entitäten und Bauteile inkl. Eigenschaftsgruppen.....	16
Tabelle 4: Zuordnung der Entitäten zu den jeweiligen ALKIS-Objektarten.....	17
Tabelle 5: Zuordnung der Entitäten zu den jeweiligen XTrasse-Objektarten.	17
Tabelle 6: Eigenschaften zur Bauteilklassifizierung.....	18
Tabelle 7: Beschreibung der Eigenschaften zur Bauteilklassifizierung.	18
Tabelle 8: Eigenschaften zur Georeferenzierung.	22
Tabelle 9: Beschreibung der Eigenschaften zur Georeferenzierung.....	22
Tabelle 10: Eigenschaften von Liegenschaften.	24
Tabelle 11: Beschreibung der Eigenschaften von Liegenschaften.	24
Tabelle 12: Eigenschaften von Denkmälern.....	25
Tabelle 13: Beschreibung der Eigenschaften von Denkmälern.....	26
Tabelle 14: Eigenschaften von Fließgewässern.....	27
Tabelle 15: Beschreibung der Eigenschaften von Fließgewässern.....	27
Tabelle 16: Eigenschaften von Bäumen.	28
Tabelle 17: Beschreibung der Eigenschaften von Bäumen.	28
Tabelle 18: Eigenschaften von Schutzzonen.	30
Tabelle 19: Beschreibung der Eigenschaften von Schutzzonen.	30
Tabelle 20: Eigenschaften von Straßen.	31

Tabelle 21: Beschreibung der Eigenschaften von Straßen.....	31
Tabelle 22: Eigenschaften von Bodenschichten.....	32
Tabelle 23: Beschreibung der Eigenschaften von Bodenschichten.....	32
Tabelle 24: Eigenschaften von Versorgungsleitungen.	34
Tabelle 25: Beschreibung der Eigenschaften von Versorgungsleitungen.	34
Tabelle 26: Eigenschaften des Baubereichs.	36
Tabelle 27: Beschreibung der Eigenschaften des Baubereichs.	36
Tabelle 28: Eigenschaften von XTrasse.	37
Tabelle 29: Beschreibung der Eigenschaften von XTrasse.	38

1 Einleitung

Die vorliegende Modellierungsrichtlinie beschreibt Modellierungsvorgaben und Informationsanforderungen, die ein BIM-Modell zur teilautomatisierten Prüfung spezifischer zu konkretisierender Regelungsinhalte im Rahmen von Zustimmungs- und Genehmigungsverfahren von Breitbandvorhaben umfasst. Es wurden bauteilspezifische Anforderungen für automatisiert prüfbare Regelungsinhalte der Zustimmungs- und Genehmigungsprozesse von Breitbandvorhaben in präzise, technische Vorgaben übersetzt. Hierbei wurden nur prüfbare Vorgaben übernommen. Die Modellierungsrichtlinie strebt die Unterstützung von Genehmigungsvorhaben für Fachmodelle von Netzverteilerstandorten und Trassenführungen an, da diese im Genehmigungsprozess des Breitbandausbaus getrennt voneinander betrachtet werden müssen. In der Praxis werden diese wiederum in Übersichtsmodelle zusammengeführt, die denselben Informations- und Modellierungsgehalt haben, allerdings geometrisch abgesteckt sind.

Die modellbasierte Kommunikation im Rahmen des BIM-basierten Genehmigungsverfahrens für den Breitbandausbau bietet zahlreiche Vorteile. Sie erhöht die Effizienz durch einheitliche, aktuelle Modelle und beschleunigt den Genehmigungsprozess. Die präzise Darstellung minimiert Planungsfehler und Kollisionen, während transparente Informationen die Kommunikation mit Behörden erleichtern. Automatisierungen und modellbasierte Kommunikation sparen Zeit und Kosten. Zudem verbessern detaillierte 3D-Modelle die Entscheidungsfindung und dienen langfristig der Wartung und Verwaltung des Breitbandnetzes. Die Integration von GIS-Daten in das BIM-basierte Genehmigungsverfahren für den Breitbandausbau verbessert die Effizienz und Genauigkeit durch präzise Standortinformationen und eine zentrale Datenverwaltung. GIS-Daten ermöglichen eine genauere Planung und verhindern Kollisionen mit bestehender Infrastruktur.

Die Nutzung von BIM im Breitbandausbau ermöglicht durch eine digitale, modellbasierte Arbeitsweise eine effizientere Planung und Genehmigung von Vorhaben. Durch die Integration verschiedener Fachmodelle in ein gemeinsames 3D-Modell können alle relevanten Informationen digital erfasst, geprüft und koordiniert werden, wodurch sich die Planungs- und Genehmigungsprozesse beschleunigen. Dies erhöht die Transparenz, reduziert Planungsfehler und erleichtert die behördliche Prüfung. Ein zentraler Vorteil liegt in der frühzeitigen Erkennung von Konflikten, wodurch sich Verzögerungen im Genehmigungsprozess minimieren lassen. Darüber hinaus verbessert die BIM-Methodik die Koordination mit bestehenden Infrastrukturen wie Versorgungsleitungen oder Straßenbauprojekten. Integrierte Kollisionsprüfungen zwischen unterirdischen und oberirdischen Elementen tragen zudem dazu bei, nachträgliche Änderungen zu reduzieren. Behörden profitieren von der zentralen und nachvollziehbaren Bereitstellung aller relevanten Planungsinformationen. Die Optimierung der Bauabläufe ermöglicht eine schnellere Umsetzung der Projekte. Einschränkungen wie die fehlende Verlegetiefe bestehender Kabel oder Rohre aus GIS-Daten werden durch die modellbasierte Informationsintegration berücksichtigt. Dadurch können Planungen präziser und umfassender abgebildet werden und entsprechende Daten stehen ggf. bei zukünftigen Projekten zur Verfügung.

Die Modellierungsrichtlinie geht als Basis für Bauwerksmodelle vom offenen Standard der *Industry Foundation Classes* (IFC)¹ aus, welcher sich zum Zeitpunkt der Bearbeitung und Veröffentlichung der Modellierungsrichtlinie in der Version 4.0.2.1 (IFC4)² befindet. Eine Grundmenge an Informationen

¹ Standardisiert als *ISO 16739-1:2018* und verwaltet von *buildingSMART International*

² <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

wird hier durch den IFC4 Reference View³ vorgeschrieben. Die nachfolgenden Informationsanforderungen bauen auf dieser Anforderung auf.

Zunächst werden generelle Anforderungen an die geometrische Modellierung, die Datenmodellierung und die Einstellungen zum Export in das IFC-Format beschrieben. Danach erfolgen allgemeine Angaben zum Bauvorhaben, zum Gebäude, zu den Geschossen, zu den Räumen und zu den Bauteilen. Im Anschluss werden weitere Anforderungen für spezifische Disziplinen formuliert.

Der Begriff *Informationsbedarfstiefe* (engl. Level of Information Need, LOIN)⁴ wird verwendet, um ein Maß zur Detaillierung von Informationen für die Projektabwicklung im Bauwesen zu vereinheitlichen. Dabei werden keine wertenden Aussagen über den Inhalt der Informationen getroffen. Die Informationslieferung wird dabei unter dem Aspekt unterschiedlicher Akteure und Informationsanforderungen betrachtet, welche in eine hierarchische Beziehung zueinander gesetzt werden. Im Rahmen dieser Modellierungsrichtlinie wird die Informationslieferung im Kontext einer modellspezifischen Leistung betrachtet, die typischerweise zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber als Informationsanforderung (AIA) vereinbart wird. Gemäß den Definitionen der DIN EN ISO 19650 sind insbesondere die Inhalte und Relation zwischen Projekt-Informationsanforderungen (PIR) und Austausch-Informations-Anforderungen (EIR) im Rahmen dieser Modellierungsrichtlinie hervorzuheben.

Für die folgenden Abschnitte ist hervorzuheben, dass Anforderungen an die Semantik und Geometrie eines Bauwerks strukturell separiert betrachtet werden. Die Detaillierungstiefe der Semantik (engl. Level of Information, LOI) wird nach Normschrift abstrakt als Merkmale und Merkmalsgruppen festgehalten. Im modellbasierten Kontext der *Industry Foundation Classes* (IFC) übersetzen sich diese Begriffe zu *Eigenschaften* (engl. Properties) und *Eigenschaftsgruppen* (engl. Property Sets), die im Rahmen dieser Modellierungsrichtlinie als Taxonomie zur Definition erforderlicher Informationslieferungen genutzt werden. Der Informationsaustausch kann auch über erforderliche Attribute der Bauteile als Informationen am Objekt mitübergeben werden. Bestimmte Attribute unterliegen der standardisierten IFC-Datenschemadefinition, wohingegen nicht standardisierte projektspezifische Bauteileigenschaften üblicherweise als Property Sets exportiert werden. Um eine Vereinheitlichung zu gewährleisten, wird auf Nutzung von vordefinierten Attributen verzichtet oder explizit darauf hingewiesen, wenn diese erforderlich sind. Die *Detaillierungstiefe der Geometrie* (engl. Level of Geometry, LOG) orientiert sich hingegen an den Mindestvorgaben der Genehmigungsplanung (DIN EN ISO 19650 und VDI 2552). In dieser Modellierungsrichtlinie wird ein LOG 200 als Grundvoraussetzung angenommen, die allgemein der Mindestanforderung des geometrischen Detaillierungsgrades⁵ der HOAI-Leistungsphase 3 entspricht. Sollte es abweichend für spezifische Fälle erforderlich sein, eine andere Detaillierung zu betrachten, so wird dieses durch Beispiele verdeutlicht.

Die Modellierungsrichtlinie ist so aufgebaut, dass Kapitel 2 die abgedeckten Anwendungsfälle beschreibt, Kapitel 3 die geometrischen und semantischen Modellierungsanforderungen einschließlich Datentypen und Exportvorgaben definiert und Kapitel 4 die spezifischen Anforderungen an das Bestandsmodell mit Themen wie Bauteilklassifizierung, Georeferenzierung sowie verschiedenen Objekt- und Infrastrukturklassen (u. a. Liegenschaften, Verkehrsnetze und Versorgungsleitungen) festlegt.

³ https://standards.buildingsmart.org/MVD/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/RV1_2/HTML/

⁴ Definition aus DIN EN ISO 19650

⁵ Detaillierungsgrade, geom. Ausarbeitungsgrad, Modellfertigstellungsgrad etc. (engl. Level of Geometry) werden im Sinn der Modellierungsrichtlinie als synonyme Begriffe aufgefasst.

2 Anwendungsfälle für ausgewählte Zustimmungs- und Genehmigungsprozesse im Breitbandausbau

Ein Anwendungsfall beschreibt allgemein eine typische Situation, in der ein System oder Prozess genutzt wird, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Für Prozesse, bei der die BIM-Methodik angewendet wird, existieren bereits zahlreiche, vordefinierte "BIM-Anwendungsfälle"⁶. BIM-Anwendungsfälle sind im Bauwesen essenziell. Sie legen fest, wer zu welchem Zeitpunkt welche Daten im 3D-Modell benötigt. Die deutsche Standardisierung orientiert sich hierbei oft an Richtlinien wie der VDI 2552. Für Zustimmungs- und Genehmigungsprozesse im Breitbandausbau sind bspw. die Anwendungsfälle "010 Bestandserfassung und -modellierung", "090 Genehmigungsprozess" und "190 Projekt- und Bauwerksdokumentation" relevant. Für das Projekt BIMBreitband wurden die Anwendungsfälle noch einmal genauer gefasst, um klar abzugrenzen, was im Fokus des Projekts betrachtet wird. Die folgenden Kapitel beschreiben einzelne Anwendungsfälle aus dem BIMBreitband-Projekt.

2.1 Bestandsmodellierung

Definition

Aus diversen Quellen werden die für die Breitbandplanung erforderlichen Grundlegendaten und Informationen identifiziert, aufbereitet, zusammengeführt, georeferenziert und in Form von Bestandsmodellen bereitgestellt.

Nutzen

Die Bestandsmodelle sind eine wesentliche Grundlage für alle weiteren Anwendungsfälle sowie für die Identifizierung möglicher Inkonsistenzen oder fehlender Informationen. Dadurch werden Risiken reduziert, indem mögliche Konflikte zwischen alten und neuen Leitungen frühzeitig erkannt werden. Darüber hinaus wird eine verbesserte Kommunikation zwischen allen Beteiligten erwartet, da wesentliche Bestandsinformationen visuell zur Verfügung stehen und ausgewertet werden können.

Voraussetzungen

Die Bestandsinformationen stammen aus unterschiedlichen Quellen und müssen daher vereinheitlicht werden. Entsprechende Vorgaben für die Erstellung von Bestandsmodellen werden für ein einheitliches Vorgehen in dieser Modellierungsrichtlinien festgelegt. Bei Bedarf werden zusätzliche Bestandserhebungen (z.B. Scans) durchgeführt. Entsprechende Softwaresysteme zur Verarbeitung heterogener Bestandsdaten sind vorzusehen.

Umsetzung

Der Anwendungsfall beginnt i.d.R. mit der Beauftragung der Breitbandplanung durch ein Telekommunikationsunternehmen an einen Planer. Dies kann auch ein Bauunternehmen sein, das Planung und Bauausführung aus einer Hand anbietet. Der Planer verschafft sich einen Überblick über das Planungsgebiet und identifiziert, welche Bestandsunterlagen für die Planung benötigt werden. Anschließend werden die Bestandsinformationen aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Dabei werden sowohl vorhandene digitale als auch analoge Unterlagen genutzt. Eine wesentliche Quelle sind z.B. vorhandene GIS-Systeme, die z.T. von den Behörden betrieben werden. Die Bereitstellung sollte möglichst auf der Basis offener Datenformate erfolgen. Die vorhandenen Bestandsdaten werden gesichtet und

⁶ Übersicht über BIM-Anwendungsfälle: https://www.bimdeutschland.de/fileadmin/media/Downloads/Anwendungsfaelle_-_AWF/20220216_BIM_D_AP22_AWF_V2.0.pdf

überprüft. Wenn wesentliche Informationen fehlen, kann eine zusätzliche Erhebung erforderlich sein. Der Planer kann dazu Punktwolken oder Bilder aufnehmen und auswerten. Selbstverständlich sind auch andere Erfassungstechniken möglich.

Liegen alle Bestandsinformationen vor, erfolgt die eigentliche Erstellung der Bestandsmodelle mit Hilfe geeigneter Softwaresysteme. Die Softwaresysteme sollten möglichst in der Lage sein, die vorhandenen Bestandsdaten zu importieren und zu nutzen. Die Bestandsmodelle sollten für die BIM-basierte Planung möglichst dreidimensional und mit standardisierter Semantik erstellt werden. Weitere Informationsanforderungen (AIA) des Auftraggebers sind zu berücksichtigen. Die Bestandsmodelle sollten kontinuierlich qualitätsgesichert werden. Eine fachliche Prüfung sollte ebenfalls erfolgen. Bei Bedarf können Fragen mit den zuständigen Stellen geklärt werden. Nach erfolgreicher Modellierung und Prüfung stehen die Bestandsmodelle für die eigentliche Planung zur Verfügung. Die Bestandsmodelle sollten gesichert werden. Dazu kann eine gemeinsame Datenumgebung (Common Data Environment, CDE) verwendet werden. Eine CDE kann bspw. durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.

2.2 Planung der NVT-Standorte

Definition

Die Planung von NVT (Netzverteiler)-Standorten ist ein essenzieller Schritt im Breitbandausbau. Dieser Anwendungsfall beschreibt den Einsatz von Building Information Modeling (BIM) zur optimierten Planung und Visualisierung von NVT-Standorten innerhalb eines Breitbandnetzes.

Nutzen

Durch die Integration von BIM-Technologien können Planungsprozesse effizienter gestaltet und eine hohe Präzision bei der Standortauswahl und -planung gewährleistet werden. Dadurch kann eine optimale Standortwahl für NVTs zur Maximierung der Netzabdeckung und -effizienz sichergestellt werden und Planungsfehler durch die Nutzung detaillierter 3D-Modelle und Datenanalysen reduziert werden.

Voraussetzungen

Richtlinien und benötigte Informationen und die jeweilige Informationstiefe für die Planung der NVT-Standorte sind in dieser Modellierungsrichtlinie festgelegt. Es sind geeignete Softwaresysteme zur Verarbeitung der Daten vorzusehen, vor allem wenn diese heterogen sein sollten. Voraussetzung bei der Planung von NVT-Standorten ist die Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Infrastruktur.

Umsetzung

Der Anwendungsfall beginnt mit der Beauftragung der Planung der NVT-Standorte durch den Auftraggeber an ein Planungsbüro oder Bauunternehmen, das Planung und Bauausführung aus einer Hand anbietet. Der Planer verschafft sich einen Überblick über das Planungsgebiet und identifiziert, welche Bestandsmodelle für die Planung benötigt werden. Anschließend werden die Modelle aus einer Datenbank zusammengetragen, worin die Bestandsmodelle gespeichert sind. Dabei werden sowohl vorhandene digitale als auch analoge Unterlagen genutzt. Die Bereitstellung sollte möglichst auf der Basis offener Datenformate erfolgen. Aufbauend auf diesen Informationen kann der Planer mit der Planung der NVT-Standorte beginnen. Die Softwaresysteme sollten möglichst in der Lage sein, die vorhandenen Bestandsdaten zu importieren und zu nutzen. Die Bestandsmodelle sollten für die BIM-basierte Planung möglichst dreidimensional und mit standardisierter Semantik vorhanden sein, damit der Planende direkt die BIM-basierte Planung der NVT-Standorte vornehmen kann. Weitere Informationsanforderungen (AIA) des Auftraggebers sind zu berücksichtigen. Die NVT-Planung muss qualitätsgesichert

sein, was durch verschiedene Kollisionsprüfungen der Standorte mit den Informationen aus den Bestandsmodellen erfolgt. Sollten Fehler vorliegen, so muss die Planung durch den Planenden angepasst werden. Bei Bedarf können Fragen mit den zuständigen Stellen geklärt werden. Nach erfolgreicher Modellierung der NVT-Planung und dem Bestehen der Kollisionsprüfungen kann die Planung der NVT-Standorte in die Antragserstellung für die Behörden übernommen werden. Hierbei wird das Modell in einem standardisierten Format (z.B. XBreitband, XTrasse, BIM, BCF) an die Behörde weitergeleitet. Für die Sicherung der Planungsmodelle kann eine gemeinsame Datenumgebung (Common Data Environment, CDE) verwendet werden. Eine CDE kann bspw. durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.

2.3 Planung der Trassen

Definition

Die Planung von Trassen umfasst die detaillierte Ausarbeitung der Verläufe von Leitungswegen, die zur Verlegung von Breitbandkabeln notwendig sind. Dieser Anwendungsfall beschreibt den Einsatz von BIM zur optimierten Planung und Visualisierung von Trassierungen innerhalb eines Breitbandnetzes.

Nutzen

Durch die Nutzung von BIM-Technologien können die Planungsprozesse effizienter gestaltet und eine hohe Präzision bei der Trassierung sichergestellt werden. Dabei wird eine optimale Trassierung zur Minimierung von Baukosten und -zeit sichergestellt und der Anwendungsfall führt zukünftig zur Identifikation und Vermeidung von potenziellen Konflikten mit bestehenden Infrastrukturen (z.B. Versorgungsleitungen, Straßen).

Voraussetzungen

Die Richtlinien sowie die erforderlichen Informationen und die jeweilige Informationstiefe für die Planung der Trassen werden in dieser Modellierungsrichtlinie festgelegt. Zudem sind geeignete Softwaresysteme zur Verarbeitung der Daten vorzusehen, insbesondere wenn diese heterogen sind. Voraussetzung bei der Planung von Trassen ist die Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und der vorhandenen Infrastruktur.

Umsetzung

Der Anwendungsfall beginnt mit der Beauftragung der Planung der Trassen durch das TK-Unternehmen an Planer. Der Planer verschafft sich einen Überblick über das Planungsgebiet und identifiziert, welche Bestandsmodelle für die Planung benötigt werden. Anschließend werden die Modelle aus einer Datenbank zusammengetragen, worin die Bestandsmodelle gespeichert sind. Dabei werden sowohl vorhandene digitale als auch analoge Unterlagen genutzt als auch die BIM-basierte Planung der NVT-Standorte. Die Bereitstellung sollte möglichst auf der Basis offener Datenformate erfolgen. Aufbauend auf diesen Informationen kann der Planer mit der Planung der Trassen beginnen. Die Softwaresysteme sollten möglichst in der Lage sein, die vorhandenen Bestandsdaten zu importieren und zu nutzen. Die Bestandsmodelle sollten für die BIM-basierte Planung möglichst dreidimensional und mit standardisierter Semantik vorhanden sein, damit der Planer direkt die BIM-basierte Planung der Trassierung vornehmen kann. Weitere Informationsanforderungen (AIA) des Auftraggebers sind zu berücksichtigen. Die Trassierung muss - parallel zu der Planung der NVT-Standorte - qualitätsgesichert sein, was durch verschiedene Kollisionsprüfungen der Trassierungen mit den Informationen aus den Bestandsmodellen gelingen soll. Sollten Fehler vorliegen, so muss die Planung durch den Planenden angepasst werden. Bei Bedarf können Fragen mit den zuständigen Stellen geklärt werden. Nach erfolgreicher

Modellierung der Trassierung und dem Bestehen der Kollisionsprüfungen kann die Planung in die Antragserstellung für die Behörden übernommen werden. Hierbei wird das Modell in einem standardisierten Format (z.B. XBreitband, XTrasse, BIM, BCF) an die Behörde übersendet. Für die Sicherung der Planungsmodelle kann eine gemeinsame Datenumgebung (Common Data Environment, CDE) verwendet werden. Eine CDE kann bspw. durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.

2.4 Genehmigung NVT-Standorte

Definition

Die Genehmigung von NVT (Netzverteiler)-Standorten ist ein entscheidender Schritt im Breitbandausbau. Dieser Anwendungsfall beschreibt den Einsatz von BIM zur Unterstützung des Genehmigungsprozesses für NVT-Standorte.

Nutzen

Durch die Integration von BIM-Technologien können die Genehmigungsverfahren effizienter gestaltet und eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit bei der Standortbewertung und -genehmigung erreicht werden. Dies resultiert entsprechend in einer Beschleunigung und Optimierung der Genehmigungsprozesse durch Bereitstellung präziser und detaillierter Planungsunterlagen und einer Erhöhung der Flexibilität bei Planungsänderungen und Anpassungen durch einfache Modifikationen im digitalen Modell.

Voraussetzungen

Die Richtlinien sowie die erforderlichen Informationen und die jeweilige Informationstiefe für die Genehmigung der NVT-Standorte sind in der Modellierungsrichtlinie festgelegt. Zudem sind geeignete Softwaresysteme zur Verarbeitung der Daten vorzusehen, insbesondere wenn diese heterogen sind. Eine zusätzliche Herausforderung bei der Genehmigung von NVT-Standorten ist die Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und der vorhandenen Infrastruktur, da diese Faktoren erheblich variieren können und einen direkten Einfluss auf die Genehmigungsfähigkeit haben. Hierzu zählen z.B. Kollisionen mit anderen vorhandenen Infrastrukturen oder Inhalten aus berücksichtigten Fachmodellen.

Umsetzung

Die Genehmigungsunterlagen für die Trassenplanung werden bei der zuständigen Behörde eingereicht. Diese Unterlagen können in verschiedenen Formaten vorliegen, beispielsweise als XBreitband, XTrasse, BIM-Modell oder BCF (BIM Collaboration Format). Nach dem Eingang der Unterlagen führt die Behörde eine automatische Prüfung der Vollständigkeit der eingereichten Dokumente und Daten durch. Diese Prüfung stellt sicher, dass alle notwendigen Informationen vorhanden sind, um mit dem Genehmigungsprozess fortzufahren.

Ist die Prüfung der Unterlagen nicht erfolgreich, werden Rückfragen in Form von BCF oder XBreitband an die Planenden weitergeleitet. Diese Rückfragen enthalten spezifische Details zu den fehlenden oder unvollständigen Informationen. Die Planer erhalten die Rückfragen und haben zwei Möglichkeiten: Sie können entweder die Rückfragen beantworten und die ergänzten Informationen zurück an die Behörde senden oder die ursprüngliche Planung anpassen. Letzteres kann bedeuten, dass sie den Anwendungsfall für die Planung der Trassen erneut durchlaufen müssen, um die erforderlichen Änderungen vorzunehmen.

Sobald die Behörde alle erforderlichen und vollständigen Unterlagen vorliegen hat, werden diese an die zuständige Prüfstelle weitergeleitet. Die Prüfstelle führt verschiedene Prüfungen der Unterlagen

und des BIM-Modells durch. Die Ergebnisse der Prüfungen werden dokumentiert und bewertet. Bei Ungereimtheiten oder weiteren Fragen stimmt sich die Prüfstelle erneut mit dem Planer ab. Diese Abstimmung kann wiederum Rückfragen und Anpassungen nach sich ziehen.

Bei erfolgreicher Prüfung und ohne weitere Rückfragen werden die Ergebnisse in die Entscheidungsvorbereitung übernommen. Danach wird die Entscheidung von Seiten der Behörde an die Planer und den Auftraggeber verschickt. Abschließend beendet die Behörde den Anwendungsfall durch Versand des Bescheids.

2.5 Genehmigung Trassierung

Definition

Die Genehmigung der Trassierung ist ein wesentlicher Schritt im Breitbandausbau, bei dem die geplanten Leitungsverläufe von den zuständigen Behörden geprüft und freigegeben werden. Dieser Anwendungsfall beschreibt den Einsatz von BIM zur Unterstützung des Genehmigungsprozesses für Trassierungen.

Nutzen

Durch die Integration von BIM-Technologien können die Genehmigungsverfahren effizienter gestaltet und eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit bei der Bewertung und Genehmigung der Trassenführungen erreicht werden. Der Nutzen ist zum einen eine Beschleunigung und Optimierung des Genehmigungsprozesses durch Nutzung detaillierter 3D-Modelle und umfassender Datenanalysen, zum anderen eine Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Genehmigungsbehörden und den Projektbeteiligten sowie die Sicherstellung der Einhaltung aller gesetzlichen und regulatorischen Vorgaben.

Voraussetzungen

Die Richtlinien sowie die erforderlichen Informationen und die jeweilige Informationstiefe für die Genehmigung der Trassierungen sind in dieser Modellierungsrichtlinie festgelegt. Zudem sind geeignete Softwaresysteme zur Verarbeitung der Daten vorzusehen, insbesondere wenn diese heterogen sind. Eine zusätzliche Herausforderung bei der Genehmigung von Trassierungen ist die Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und der vorhandenen Infrastruktur, da diese Faktoren erheblich variieren können und einen direkten Einfluss auf die Genehmigungsfähigkeit haben. Hierzu zählen beispielsweise Kollisionen mit anderen vorhandenen Infrastrukturen oder Inhalten aus berücksichtigten Fachmodellen.

Umsetzung

Zunächst erhält die genehmigende Behörde die Genehmigungsunterlagen für das Vorhaben. Die Unterlagen können in verschiedenen Formaten vorliegen, wie XBreitband, XTrasse, BIM-Modell oder BCF (BIM Collaboration Format). Nach Eingang der Unterlagen führt die Behörde eine automatische Prüfung durch, um die Vollständigkeit der eingereichten Dokumente und Daten zu gewährleisten. Diese Prüfung ist notwendig, um sicherzustellen, dass alle erforderlichen Informationen für den Genehmigungsprozess vorhanden sind.

Falls die Prüfung ergibt, dass die Unterlagen unvollständig sind, werden Rückfragen in Form von BCF oder XBreitband an die Projektplaner zurückgesandt. Diese Rückfragen spezifizieren genau, welche Informationen fehlen oder unvollständig sind. Die Projektplaner haben daraufhin zwei Möglichkeiten: Entweder sie beantworten die Rückfragen direkt und senden die ergänzten Informationen zurück an

die Behörde, oder sie passen die ursprüngliche Planung an. Letzteres kann bedeuten, dass ein früherer Anwendungsfall erneut durchlaufen werden muss, um die erforderlichen Anpassungen vorzunehmen.

Sobald die Behörde alle erforderlichen und vollständigen Unterlagen vorliegen hat, werden diese an die zuständige Prüfstelle weitergeleitet. Die Prüfstelle führt eine umfassende Prüfung der Unterlagen und des BIM-Modells durch. Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden dokumentiert und bewertet. Bei Unstimmigkeiten oder weiteren Fragen erfolgt eine erneute Abstimmung mit den Projektplanern, was zu weiteren Rückfragen und Anpassungen führen kann.

Wenn die Prüfung erfolgreich abgeschlossen ist und keine weiteren Fragen offen sind, werden die Ergebnisse in die Vorbereitung der endgültigen Entscheidung aufgenommen. Anschließend wird die Entscheidung von der Behörde sowohl an die Projektplaner als auch an den Auftraggeber kommuniziert. Mit der Übermittlung der Entscheidung an die beteiligten Parteien wird der Anwendungsfall von der Behörde durch Versand des Bescheids abgeschlossen

3 Generelle Anforderungen an die Modellierung

Die Modellierung und räumliche Strukturierung des Projekts haben so zu erfolgen, dass das IFC-Datenschema sinngemäß nach dem Standard ISO 16739 erfüllt wird, d. h. die Hierarchie aus IfcProject, IfcSite sowie ggf. IfcFacility/IfcFacilityPart (z. B. im Tiefbau für linienhafte Infrastruktur wie Trassen oder Netze) muss dargestellt werden. In den zur Prüfung vorgelegten IFC-Modellen darf jedoch nur eine Instanz der Entitäten IfcSite sowie ggf. übergeordneter Infrastruktur- bzw. Anlagenobjekte existieren; IfcFacilityPart bzw. vergleichbare Strukturbausteine können aus beliebig vielen Instanzen gefüllt werden, die jedoch der realen räumlichen Gliederung der Infrastruktur (z. B. Trassenabschnitte, Bauabschnitte oder Netzsegmente) zu entsprechen haben und keine Hilfskonstrukte wie reine Modellierungs- oder Rechenhilfen abbilden dürfen. Als weiterführendes Dokument und Vorgabe für die Modellierung wird die VDI-Richtlinie 2552 Blatt 4⁷ „Anforderungen an den Datenaustausch“ zugrunde gelegt. Der geometrische Modellausarbeitungsgrad (LOG 200, siehe LOD 200 im Anhang VDI 2552 Blatt 4 oder BIMForum⁸) wird als Mindestvoraussetzung für die regelbasierte Prüfung der Modelle im Genehmigungsverfahren vorausgesetzt. Der notwendige Informationsgehalt (LOI) wird durch Attribute (Property) und Attributsätze (PropertySets) beschrieben, die in diesem Dokument dargelegt sind und deren Prüfung am Modell durchgeführt wird. Neben der Einhaltung der IFC-Klassifikation und der Vermeidung von Platzhaltern (IfcBuildingProxyElemente bzw. vergleichbare Proxy-Elemente im Infrastrukturbereich) kommt linienhaften bzw. netzbezogenen Objekten (z. B. Kabeltrassen, Rohrleitungen oder Schutzrohren) eine wesentliche Rolle als Informationsträger zu. An diesen Objekten werden u. a. technische Eigenschaften wie Nutzung, Typ, Dimensionierung oder Schutzanforderungen festgemacht und in Form einer in diesem Dokument beschriebenen Attribuierung dokumentiert.

Zur Auswertung und Kontrolle der Projekt- bzw. Bestandsklassifizierung wird die mittlere Geländehöhe benötigt, die in der Instanz eines Nullpunktkörpers ebenfalls der Georeferenzierung dient. Im Tiefbau kann diese insbesondere für die Bezugshöhenbestimmung von Trassen, Kabeln und Leitungsabschnitten relevant sein. Es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, die Attributobjektvorlagen (Eigenschaftssatzdefinitionen) vor Beginn der Modellierung in einem der gängigen Autorensysteme zu importieren und bereits vor der Erstellung der Infrastruktur- oder Fachmodelle zu nutzen. Weiterhin ist die Georeferenzierung und Bestimmung der mittleren Geländehöhe (Nullpunkt- und Kontrollkörper) vor dem

⁷ <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2552-blatt-4-building-information-modeling-anforderungen-an-den-datenaustausch>

⁸ <https://bimforum.org/resources/>

Beginn jeglicher Modellierung durchzuführen, da mögliche spätere Änderungen am Modell weitreichende Implikationen haben und daher potenziell Mehraufwand bedeuten können.

Generell kann jede BIM-Autorensoftware zur Modellierung genutzt werden, die die Spezifikationen des Exports nach IFC4 (ISO 16739) erfüllt⁹ und eine freie zusätzliche Attribuierung der Modelle zulässt.

3.1 Geometrische Modellierung

Unter geometrischer Modellierung werden im Wesentlichen die Konstruktion und die Darstellung geometrischer Objekte unter Verwendung mathematischer Berechnungsmethoden verstanden. Ein vorhandenes BIM-basiertes Modell beinhaltet im Idealfall alle für die Planung, den Bau und den Betrieb eines Projekts relevanten semantischen und geometrischen Informationen. Die Geometrie einer Trasse dient dabei nicht nur der Visualisierung, sondern wird auch zur Prüfung von Anforderungen verarbeitet, wie beispielsweise zur Kollisionsprüfung, zur Bestimmung von Kontaktflächen und Abständen. Die Modellierung der Geometrie und Körper wird anhand zweier grundlegender Ansätze unterschieden. Angelehnt an die Definition und Schreibweise von Flächen, wird in der Computergrafik eine Differenzierung in *explizite* und *implizite* geometrische Darstellungen vorgenommen, auf die im Folgenden eingegangen wird.

3.1.1 Geometrie im Verfahren der regelbasierten Modellprüfung

Im Rahmen der regelbasierten Modellprüfung und des modellbasierten Datenaustauschs wird in BIM-Autorensystemen häufig ein hybrider Ansatz zwischen expliziten und impliziten Geometriemodellierungen verfolgt. Die implizite und explizite Darstellung eignet sich im Kern gleichermaßen zur Prüfung geometrischer Bedingungen. Jedoch ist es durch die Angabe von geometrischen Informationen als explizite Darstellung möglich, Geometrie unveränderlich und exakt anzugeben. Eine Qualität, welche für die Weitergabe von Informationen als vorteilhaft bewertet wird. Geometrie kann so uniform verarbeitet werden. Bei der impliziten Darstellung wird Geometrie in Abhängigkeit von der Interpretation der Parameter verarbeitet und muss anhand derer erzeugt werden. Im Gegensatz zur expliziten Repräsentation von Geometrien ist bei der impliziten Darstellung die Anpassung von Geometrien noch möglich, weshalb sie häufig als Planungsvorlage in Autorensoftware Anwendung findet und beim Export in offene Formate wie IFC in eine explizite Schreibweise überführt wird. Für die regelbasierte Prüfung und den Datenaustausch ist daher eine explizite geometrische Darstellung maßgebend, da nur so eine eindeutige, systemunabhängige und reproduzierbare Verarbeitung gewährleistet werden kann.

3.2 Eigenschaften von Objekten

Die Attribuierung von Objekten wird im IFC-Format mit unterschiedlichen Konzepten realisiert:

- Attribute
- Eigenschaftssätze (Property Sets)
- Mengen (Quantities)

Unabhängig vom verwendeten Konzept wird jede Eigenschaft über einen Namen, einen Datentyp, eine Werte-Beschreibung und die Zuordnung zu einer Entität (Struktur oder Bauteil) definiert.

XTrasse ist ein Zielformat, das speziell für die Planung und den Austausch von Trassen- und Leitungsdaten in der Infrastrukturentwicklung entwickelt wurde. Für das Genehmigungsverfahren des Breitbandausbaus soll das standardisierte Format XTrasse verwendet werden, um eine nahtlose Integration

⁹ <https://www.buildingsmart.org/compliance/redevelopment/certified-software/>

von GIS- und BIM-Daten zu gewährleisten und die Effizienz und Genauigkeit der Planung und Genehmigung zu optimieren.

3.2.1 Attribute

Attribute sind Eigenschaften, die direkt mit einem Objekt verknüpft sind und immer zwangsweise mitgeliefert werden. Im Gegensatz zu Eigenschaftssätzen und Mengen sind Attribute schematisch vorgeschriebene Informationen, welche als eine Zwangsvoraussetzung zur Definition einer Objektinstanz verstanden werden können. Einem Attribut ist demnach keine Gruppe zuzuordnen, sondern es hängt direkt vom Inhalt des definierenden Objekts ab.

3.2.2 Eigenschaftssätze

Eigenschaftssätze, in der IFC-Terminologie als *Property Sets* bezeichnet, sind frei definierbare Eigenschaftsgruppen mit frei definierbaren Eigenschaften. Diese ermöglichen es dem Anwender, projektspezifische Eigenschaften zu definieren und mit Bauteilen zu verknüpfen. In einer Autorensoftware ist es möglich, solche Eigenschaftssätze als Vorlagen anzulegen und für Objekte gleicher Art wieder zu verwenden. An Bauteilen sind so direkt notwendige Eigenschaften hinterlegt und diese benötigen im Modellierungsprozess nur noch die Zuweisung eines Wertes.

Eine Eigenschaft besteht aus einem Namen, dem Wert, der Einheit und dem Datentyp. Alle vier Komponenten müssen, gemäß der Definition, korrekt verwendet werden:

- Der **Attributname** muss eindeutig sein innerhalb einer Eigenschaftsgruppe.
- Der **Datentyp** muss eindeutig und für den Wert angemessen sein, wie Aufzählungstyp, natürliche Zahl, Ganzzahl oder boolescher Wert.
- Der **Wert** muss in dem richtigen Datentyp abgebildet werden. Bei Aufzählungstypen müssen alle möglichen Werte angegeben werden. Zahlen sind in der richtigen Einheit wiederzugeben.
- Die **Einheit** gibt die entsprechende Dimension des Wertes an und ist zwingend mit dem Datentyp verbunden.

All diese Vorgaben sind notwendig, um ein Modell für eine formale Prüfung korrekt zu qualifizieren. Nur so sind eine Formalprüfung und die folgende inhaltlich/fachliche Prüfung überhaupt möglich. Bei freien Texteinträgen sind die Informationen unter Betrachtung der Anwendungsfälle meist unter gewissen regulativen Anforderungen maschinell prüfbar, wie Einhaltung gewisser Zeichenfolgen oder Verwendung von Schlüsselwörtern.

3.2.3 Mengen

Mengen, in der IFC-Terminologie als *Quantities* bezeichnet, sind von der Struktur her auch Eigenschaftssätze, bringen jedoch einige Sonderheiten mit. In Mengen dürfen nur gemessene Eigenschaften (wie Länge, Fläche, Volumen etc.) eingetragen werden. Die *buildingSMART International* stellt vordefinierte Eigenschaftssätze¹⁰ für Standard-Mengen zur Verfügung. Die Mengen werden nicht manuell vom Autor mit Werten belegt, sondern von der Autorensoftware automatisch berechnet und eingetragen. Dies bietet den Vorteil, dass nach dem Austausch mit dem IFC-Format diese Mengen in einer Zielsoftware ohne eine geometrische Berechnung direkt abgerufen werden können.

¹⁰ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/annex/annex-b/alphabeticalorder_qsets.htm

3.3 Datentypen

Für die Definition von Eigenschaften ist es notwendig, den richtigen Datentyp für eine konsistente Abbildung im Modell und eine eindeutige Prüfung festzulegen. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** werden die wichtigsten Datentypen und Beispiele gelistet. Eine weitere Spalte gibt die Möglichkeiten der Abbildung im IFC-Format an. Das IFC-Datenschema unterscheidet hier nochmal differenzierter, z.B. ob eine Ganzzahl positiv ist (IfcPositiveInteger). Die konkrete Umsetzung ist jedoch von der jeweiligen Autorensoftware abhängig und zum Teil nicht beeinflussbar. Des Weiteren werden verschiedene Listentypen unterschieden (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 1: Datentypen von Eigenschaftswerten.

Datentyp	Beispiel	IFC Abbildung
Text	„Ein Text“	IfcLabel, IfcText...
Wahrheitswert	Wahr/Falsch	IfcBoolean
Ganzzahl	1	IfcInteger, IfcPositiveInteger, ...
Gleitkommazahl	1,5	IfcReal, IfcLengthMeasure, ...

Tabelle 2: Listentypen von Eigenschaftswerten.

Listentyp	Beispiel	IFC Abbildung
Einzelwert	„Ein Text“	IfcPropertySingleValue
Auswahlliste	Wahr/Falsch	IfcPropertyEnumeratedValue

3.4 IFC-Export

Für die Attribuierung und regelkonforme Informationslieferung von Bauwerksdaten als IFC-Modell, nach dieser Modellierungsrichtlinie, werden explizite Anforderungen an den Export der Modelle gestellt. Im Folgenden werden Export-Optionen beschrieben, welche den Rahmen für die dargestellte Attribuierung nach den Anforderungen der Modellierungsrichtlinie und ihrer Granularität begründen. Die angeführten Punkte sind hierbei nicht als Alternativen, sondern als Ergänzung zur Modellierung zu verstehen, welche zusätzlich für die Prüfung herangezogen werden können.

Die Modellierung und Klassifikation erfolgt dabei unter Verwendung von Proxy- bzw. Ersatzobjekten zur Abbildung fachlicher Strukturen (z. B. Netzverteilerpunkte im Breitbandausbau). Aufgrund der derzeitigen System- und Austauschrestriktionen wird der IFC-Export auf IFC 2x3 sowie IFC 4 (ohne vollständige Nutzung infrastrukturspezifischer Erweiterungen von IFC 4.3) beschränkt. Eine durchgängige Abbildung spezifischer Infrastrukturobjekte, wie sie in IFC 4.3 vorgesehen ist, ist derzeit nicht Bestandteil des standardisierten Austauschprozesses und wird daher über definierte Klassifikations- und Attributierungslogiken innerhalb der Proxy-Strukturen abgebildet.

3.5 Adressierte Objektklassen

Im IFC-Standard werden Informationen – sei es die Modellstruktur, einzelne Bauteile oder deren Beziehungen – über eine Klassenhierarchie definiert und angewendet. Innerhalb dieser Modellierungsrichtlinie erfolgt die Beschreibung der adressierten Modellobjekte in generalisierter Form, um eine flexible Adaption auch unabhängig vom zugrunde liegenden Datenmodell zu ermöglichen.

Aufgrund fehlender spezifischer IFC-Klassifizierungen – etwa bei der **IFC-Struktur für Breitband**, für die derzeit keine explizite Klassifizierung vorhanden ist – wird in der Praxis häufig auf **Proxy-Elemente** zurückgegriffen. Diese stellen eine Übergangslösung dar, wenn keine geeignete IFC-Entität verfügbar ist. Um jedoch die Aussagekraft der Modellobjekte trotz Proxy-Nutzung zu erhöhen, wird eine **Eigen-schaftsgruppe** als Substitut verwendet. Diese ergänzt die Proxy-Elemente um spezifische Merkmale

und kann bei einer Weiterentwicklung des IFC-Standards entsprechend angepasst oder ersetzt werden.

Zur besseren Einordnung zeigt die folgende Tabelle 3 eine Gegenüberstellung der adressierten Entitäten mit der IFC-Taxonomie, um eine explizite Zuordnung trotz Generalisierung zu ermöglichen.

Hinweis: Ein „*“ in der Tabelle kennzeichnet eine generische Typzuordnung innerhalb der jeweiligen Objektklasse. Es umfasst alle Objekttypen, die nicht gesondert aufgeführt sind, ohne die **dreiteilige Struktur** aus Objektgruppe, Objektklasse und Objekttyp zu verändern.

Tabelle 3: Darstellung der Dreiteiligkeit der Entitäten und Bauteile inkl. Eigenschaftsgruppen.

Entität	Bauteil mit Eigenschaftsgruppe
Leitung	Technische Anlage -> Leitung -> *
Stromleitung	Technische Anlage -> Leitung -> Stromleitung
Wasserleitung	Technische Anlage -> Leitung -> Wasserleitung
Gasleitung	Technische Anlage -> Leitung -> Gasleitung
Abwasserleitung	Technische Anlage -> Leitung -> Abwasserleitung
Schacht	Technische Anlage -> Leitung -> Schacht
Kommunikationsleitung	Technische Anlage -> Leitung -> Kommunikationsleitung
Dränage	Technische Anlage -> Leitung -> Dränage
Netzverteiler (NVT)	Technische Anlage -> Leitung -> Netzverteiler (NVT)
Netzverteilerspaltung	Technische Anlage -> Leitung -> Spannungsführung
Leerrohr	Technische Anlage -> Leitung -> Leerrohr
Verlegetiefe	Technische Anlage -> Leitung -> Verlegetiefe
Ausstattung	Technische Anlage -> Ausstattung -> *
Straßenschild	Technische Anlage -> Ausstattung -> Straßenschild
Leitplanke	Technische Anlage -> Ausstattung -> Leitplanke
Baugrube	Temporäres Objekt -> Baugrube -> *
Baustellenabsicherung	Temporäres Objekt -> Baustellenabsicherung -> *
Oberbau	Straße -> Oberbau -> *
Asphaltschicht	Straße -> Oberbau -> Asphaltschicht
Kopfsteinpflaster	Straße -> Oberbau -> Kopfsteinpflaster
Frostschuttschicht	Straße -> Oberbau -> Frostschuttschicht
Tragschicht	Straße -> Oberbau -> Tragschicht
Unterbau	Straße -> Unterbau -> *
Fundament	Straße -> Unterbau -> Fundament
Natursteinläufer	Straße -> Unterbau -> Natursteinläufer
Bodenaustausch	Straße -> Unterbau -> Bodenaustausch
Georeferenz	Georeferenz -> *-> *

Ergänzend zur IFC-basierten Einordnung der adressierten Objektklassen (Tabelle 3) wird für ausgewählte Bestands- und Restriktionsobjekte eine Zuordnung zum fachlichen Referenzmodell des Liegenschaftskatasters vorgenommen. Tabelle 4 stellt hierzu die adressierten Entitäten den jeweiligen ALKIS-Objektarten (AX-Klassen) gegenüber. Dadurch können katasterbasierte Informationen (z. B. Schutzgebiete, Gewässer oder Vegetationsmerkmale) eindeutig verortet und konsistent in die modellbasierte Prüfung integriert werden, auch wenn diese Inhalte im IFC-Modell nicht als spezifische Entitäten vorliegen.

Tabelle 4: Zuordnung der Entitäten zu den jeweiligen ALKIS-Objektarten.

Entität	ALKIS Klassifikation
Denkmalschutzgebiet	AX_Denkmalschutzrecht
Gewässer	AX_KlassifizierungNachWasserrecht
Hochwassergebiet	AX_AndereFestlegungNachWasserrecht
Hochwassergefahr	AX_AndereFestlegungNachWasserrecht
Baum	AX_Vegetationsmerkmal
Naturschutzgebiet	AX_NaturUmweltOderBodenschutzrecht
Wasserschutzgebiet	AX_SchutzgebietNachWasserrecht

Tabelle 5: Zuordnung der Entitäten zu den jeweiligen XTrasse-Objektarten.

Entität	XTrasse Klassifikation
AusbauPlan	BRA_AusbauPlan
BreitbandtrasseAbschnitt	BRA_BreitbandtrasseAbschnitt

4 Anforderungen an ein Bestandsmodell

Ein Bestandsmodell besteht aus allen Bestandsinformationen, die für die Genehmigung des Breitbandausbaus nötig sind. Das Bestandsmodell wird als ein BIM/GIS-Modell ausgearbeitet.

4.1 Bauteilklassifizierung

Beschreibung

Das **IfcBuildingElementProxy** ist ein generisches IFC-Objekt zur Abbildung physischer Elemente, die im Modell noch nicht fachlich ausdifferenziert klassifiziert sind. Dies kann im Rahmen der regelbasierten Modellprüfung eine Herausforderung darstellen, da die semantische Tiefe und die eindeutige fachliche Zuordnung eingeschränkt ist. Es handelt sich um Platzhalter, die ein bestimmtes Bauobjekt oder eine Infrastrukturkomponente symbolisieren, ohne deren vollständige Geometrie und detaillierte Daten zu enthalten. Indem Proxy-Elemente in drei Kategorien (Beschreibung, Nutzen und Eigenschaften) unterteilt werden, kann die komplexe Struktur des IfcBuildingElementProxy aufgelockert und eine bessere Kontrolle und Flexibilität im Prüfprozess geschaffen werden. Auf diese Weise bleibt das Modell funktional und übersichtlich, auch wenn es sich um abstrakte Darstellungen handelt.

Nutzen

Der hauptsächliche Nutzen der Klassifizierung von Bauteilen liegt in der verbesserten Prüfbarkeit und Handhabung. Anstatt mit einem komplexen und oft unübersichtlichen IfcBuildingElementProxy zu arbeiten, können die Beschreibungen und Eigenschaftsgruppen des jeweiligen Proxy-Elements gezielt angepasst und überprüft werden. Durch die Fokussierung auf die wichtigsten Funktionalitäten und Merkmale der einzelnen Proxy-Objekte wird der Prüfprozess deutlich effizienter. Hier besteht der Vorteil, dass eine Fokussierung auf relevante Daten stattfinden kann, anstatt dem Auseinandersetzen mit zu viele Detailinformationen, die für die Anfangsphase eines Projekts nicht zwingend notwendig sind.

Ergänzend ermöglicht die Klassifizierung eine gezielte Erfassung spezifischer Objektarten, die für die Planung und Umsetzung von Breitbandausbauprojekten besonders relevant sind: Technische Anlagen werden präzise dokumentiert, um Planung, Genehmigung, langfristige Wartung und Netzoptimierung sicherzustellen. Temporäre Objekte unterstützen die Baustellenkoordination, die Einhaltung von Sicherheits- und Vorschriftenanforderungen sowie die Nachverfolgung des Baufortschritts. Die detaillierte Erfassung von Straßen erleichtert Trassenplanung, Genehmigungen, Verkehrslenkung während

der Bauarbeiten und die Abstimmung mit anderen Infrastrukturbetreibern. Umweltrelevante Objekte werden erfasst, um Eingriffe zu vermeiden, gesetzliche Auflagen einzuhalten und frühzeitig notwendige Ausgleichsmaßnahmen zu planen.

Eigenschaften

Die Eigenschaften der Proxy-Elemente werden durch gezielte Eigenschaftsgruppen definiert, die es ermöglichen, diese Elemente anhand ihrer relevanten Merkmale zu selektieren und zu analysieren. Anstatt mit einem komplexen IfcBuildingElementProxy zu arbeiten, dessen Eigenschaften verstreut und schwer nachvollziehbar sein könnten, sorgt die gezielte Zuordnung von klaren Attributen und Parametern für eine bessere Übersicht. So lassen sich die Proxy-Elemente nach ihren funktionalen, gestalterischen und technischen Anforderungen filtern und schnell auf deren Korrektheit und Relevanz prüfen. Dies erleichtert nicht nur die Modellierung, sondern auch die spätere Überprüfung und Validierung des Modells.

Die nachfolgenden grünen Tabellen definieren jeweils die für die Entität *Proxy* zulässigen Klassifizierungseigenschaften innerhalb des BIM-Modells. Durch die Zuordnung von Objektgruppe, Objektklasse und Objekttyp wird eine einheitliche Strukturierung und fachliche Einordnung der Proxy-Objekte sichergestellt.

Tabelle 6: Eigenschaften zur Bauteilklassifizierung.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Proxy	BIMB_Bauteilklassifizierung	Objektgruppe	Auswahlliste	Text
Proxy	BIMB_Bauteilklassifizierung	Objektklasse	Auswahlliste	Text
Proxy	BIMB_Bauteilklassifizierung	Objekttyp	Auswahlliste	Text

Die folgenden blauen Tabellen beschreiben die zulässigen Wertebereiche der Klassifizierungseigenschaften sowie deren fachliche Bedeutung. Sie dient als Grundlage für eine konsistente Anwendung der Proxy-Klassifizierung und unterstützt die einheitliche Modellierung und Auswertung der Objekte im BIM-Modell.

Tabelle 7: Beschreibung der Eigenschaften zur Bauteilklassifizierung.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Objektgruppe	Umwelt	Diese Objektgruppe steht stellvertretend für natürliche Gegebenheiten und dient als Platzhalter zur Berücksichtigung ökologischer Rahmenbedingungen im Modell.
	Naturschutz	Die Elemente dieser Gruppe symbolisieren geschützte Flächen oder Lebensräume und markieren Bereiche mit besonderem ökologischem oder rechtlichem Schutzstatus.
	Straße	Straßenobjekte fungieren als vereinfachte Repräsentation von Verkehrswegen und dienen der strukturellen Orientierung sowie der Flächenabgrenzung.
	Temporäres Objekt	Diese Objekte bilden zeitlich begrenzte Zustände oder Einrichtungen ab und verdeutlichen temporäre Nutzungen, Eingriffe oder Bauzustände.
	Technische Anlage	Die Objektgruppe steht für technische Systeme oder Einbauten.
	Georeferenz	Diese Objektgruppe dient der räumlichen Verortung des Modells für den Abgleich mit GIS- und Katasterdaten.
Objektklasse	Leitung	Leitungen repräsentieren unter- oder oberirdische Versorgungs- oder Entsorgungsinfrastruktur und sind wesentlich für die technische Erschließung genutzt.

	Ausstattung	Diese Objektklasse steht für funktionale oder gestalterische Elemente im Raum, die zur Nutzung, Orientierung oder Sicherheit beitragen.
	Baugrube	Die Baugrube markiert den vorgesehenen Aushubbereich für ein Bauvorhaben und bildet eine zentrale Grundlage für die Bauablaufplanung.
	Baustellenabsicherung	Diese Objekte kennzeichnen sicherheitsrelevante Maßnahmen im Baustellenbereich und verdeutlichen temporäre Schutz- oder Absperrzonen.
	Oberbau	Der Oberbau bildet die tragende und nutzbare Schicht von Verkehrsflächen ab und ist entscheidend für deren Funktion und Belastbarkeit.
	Unterbau	Als Tragschichtsystem unter dem Oberbau sorgt der Unterbau für Stabilität und gleichmäßige Lastverteilung im Bodenaufbau.
	Baum	Bäume werden als landschaftsprägende Elemente dargestellt und markieren relevante ökologische, gestalterische oder schützenswerte Strukturen.
	Begrünung	Diese Objektklasse steht für bepflanzte Flächen oder Vegetation und symbolisiert gestalterische sowie ökologische Funktionen im Raum.
	Denkmalschutzgebiet	Denkmalschutzgebiete markieren rechtlich geschützte Bereiche mit kultureller oder historischer Bedeutung und stellen besondere Anforderungen an Planung und Eingriffe.
	Naturschutzgebiet	Diese Flächen sind rechtlich geschützte Zonen mit hoher ökologischer Wertigkeit, deren Berücksichtigung für eine umweltgerechte Planung essenziell ist.
	Gewässer	Gewässerobjekte symbolisieren natürliche oder künstliche Wasserflächen und beeinflussen Planung, Entwässerung und ökologische Aspekte.
Objektyp	Stromleitung	Dient der Versorgung mit elektrischer Energie und ist zentral für die technische Infrastruktur.
	Gasleitung	Überträgt gasförmige Energieträger und stellt hohe Anforderungen an Sicherheit und Lagegenauigkeit.
	Wasserleitung	Versorgt Gebäude und Anlagen mit Frischwasser und gehört zur grundlegenden Erschließung.
	Abwasserleitung	Ermöglicht die Ableitung von Schmutz- und Regenwasser und ist relevant für Entwässerung und Umweltschutz.
	Schacht	Ermöglicht den Zugang zu unterirdischen Leitungen für Wartung, Kontrolle und Betrieb.
	Kommunikationsleitung	Trägt zur digitalen Vernetzung bei und ist essenziell für moderne Informations- und Kommunikationstechnik.
	Dränage	Leitet überschüssiges Bodenwasser ab und schützt Bauwerke sowie Verkehrsflächen vor Durchfeuchtung.
	Netzverteiler	Verteilt technische Medien (z. B. Strom, Telekommunikation) an Endabnehmer oder Teilnetze.
	Straßenschild	Dient der Verkehrslenkung, -regelung oder -information und trägt zur Sicherheit und Orientierung bei.
	Leitplanke	Erhöht die Verkehrssicherheit durch physische Trennung und Schutz vor dem Verlassen der Fahrbahn.
	Aushub	Stellt das Volumen dar, das für die Gründung oder Verlegung von Bauteilen ausgehoben werden muss.
	Absicherung	Kennzeichnet temporäre Schutzelemente zur Sicherung von Arbeitsbereichen oder Verkehrswegen.

	Asphaltschicht	Bildet eine tragfähige und dichte Oberfläche für Verkehrsflächen mit hoher Belastbarkeit.
	Kopfsteinpflaster	Bezeichnet die traditionelle, langlebige Befestigung mit gestalterischem und historischem Charakter.
	Frostschuttschicht	Verhindert Frosthebungen im Untergrund und sichert die Dauerhaftigkeit des Oberbaus.
	Tragschicht	Überträgt die Verkehrslast auf den Unterbau und stellt die Funktionalität der Oberfläche sicher.
	Fundament	Verankert Bauteile dauerhaft im Boden und trägt deren Lasten ab.
	Natursteinläufer	Bezeichnet das Gestaltungselement mit funktionalem und ästhetischem Wert, oft entlang von Kanten oder Wegen eingesetzt.
	Bodenaustausch	Bezeichnet die Ersetzung nicht tragfähigen Bodens durch geeignetes Material zur Gründung.
	Baumart	Kennzeichnet die spezifische Gehölzart mit ökologischen, klimatischen und gestalterischen Eigenschaften.
	Bepflanzungsart	Gibt Aufschluss über die Art der Vegetation, z. B. Wiese, Strauchbepflanzung oder Bodendecker.
	Denkmaltyp	Beschreibt die Art eines Kulturdenkmals, etwa Bau-, Technik- oder Gartendenkmal, mit jeweiliger Schutzwürdigkeit.
	Schutztyp	Definiert die Art des Schutzstatus, etwa gesetzlich, landschaftlich oder naturräumlich geschützt.
	Gewässertyp	Kategorisiert Wasserflächen nach ihrer natürlichen oder künstlichen Ausprägung, z. B. Fluss, Bach oder Teich.

Beispiel

Die nachfolgenden Beispiele (Abb. 1 und Abb. 2) veranschaulichen die Anwendung der beschriebenen Klassifizierung anhand eines konkreten Proxy-Objekts.

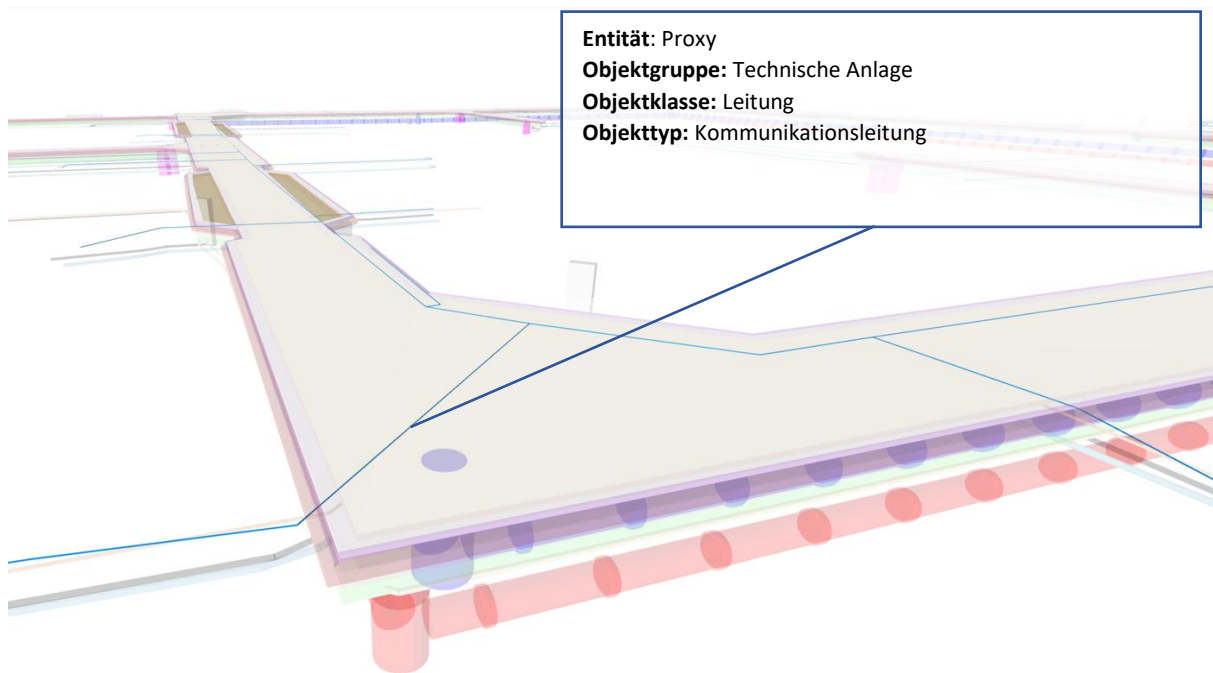


Abbildung 1: Exemplarische Bauteilklassifizierung einer Telekommunikationsleitung.

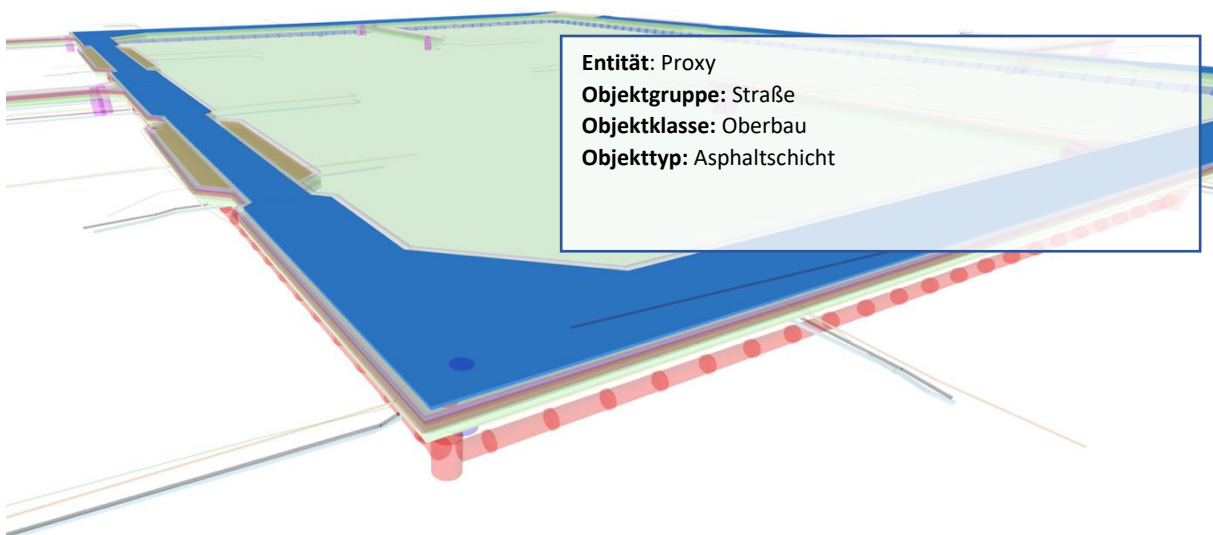


Abbildung 2: Exemplarische Bauteilklassifizierung einer Asphaltschicht (Straßenoberbau).

4.2 Georeferenzierung

Beschreibung

Für den Breitbandausbau müssen Bestands- und Planungsmodelle eindeutig im Raum verortet sein, damit sie mit Kataster- und Fachdaten (GIS) lagegleich ausgewertet werden können. Dazu wird ein Georeferenzpunkt (freies Geometrieobjekt) im Modell geführt, der das verwendete Koordinatenreferenzsystem (CRS) sowie Lage- und ggf. Höhenbezug dokumentiert.

Nutzen

Eine konsistente Georeferenzierung reduziert Lagefehler beim Abgleich von BIM- und GIS-Daten, ermöglicht eine nachvollziehbare Zuordnung zu Flurstücken/Verkehrsflächen/Schutzzonen und verbessert die Prüfbarkeit sowie die Abstimmung in digitalen Genehmigungsprozessen.

Eigenschaften

Tabelle 8: Eigenschaften zur Georeferenzierung.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	Zone	Einzelwert	Text
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	Rechtswert	Einzelwert	Gleitkom-mazahl
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	Hochwert	Einzelwert	Gleitkom-mazahl
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	EPSG-Code	Einzelwert	Ganzzahl
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	Höhenstatus	Einzelwert	Gleitkom-mazahl
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	Nordausrichtung	Einzelwert	Wahrheitswert
Freies Geometrieobjekt	BIMB_Georeferenz	Maßstabsfaktor	Einzelwert	Wahrheitswert

Tabelle 9: Beschreibung der Eigenschaften zur Georeferenzierung.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Zone	z. B. 32U	UTM-Zone zur Einordnung der Koordinaten (Zahl für West–Ost-Zone, Buchstabe für Süd–Nord-Band).
Rechtswert	z. B. 379112.105	x-Koordinate (Easting) in Metern bezogen auf die angegebene Zone/CRS.
Hochwert	z. B. 5700788.026	y-Koordinate (Northing) in Metern bezogen auf die angegebene Zone/CRS.
EPSG-Code	z. B. 25832	EPSG-Kennung des verwendeten CRS (z. B. ETRS89 / UTM Zone 32N).
Höhenstatus	z. B. 170.0	Höhenwert des Georeferenzpunkts (Bezug gemäß projektspezifischem Höhensystem).
Nordausrichtung	wahr	Der Hochwert beschreibt das geodätische Datum ausgehend vom Norden nach Süden (Northing).
	falsch	Der Hochwert beschreibt das geodätische Datum ausgehend vom Süden nach Norden (Southing).
Maßstabsfaktor	wahr	Der eingetragene kombinierte Maßstabsfaktor aus den Projektinformationen des Modells ist für die Georeferenzierung zu berücksichtigen.

	falsch	Der eingetragene kombinierte Maßstabsfaktor aus den Projektinformationen des Modells ist für die Georeferenzierung nicht zu berücksichtigen.
--	--------	--

Alternative

Seit IFC4 ist es möglich, Georeferenzangaben über die dafür vorgesehenen IFC-Klassen abzubilden. Informationen zum Koordinatenreferenzsystem (CRS) werden dabei in `IfcCoordinateReferenceSystem` hinterlegt; für projizierte Systeme inkl. Zonenangabe kann mit `IfcProjectedCRS` verwendet werden. Der EPSG Geodetic Parameter Dataset-Code¹¹ wird dabei als eindeutiger Identifikator des jeweiligen Koordinatenreferenzsystems geführt.

Hinweis: Ein ähnliches Vorgehen findet sich bei XTrasse zur standardisierten, georeferenzierten Übermittlung von Trassen- und Leitungsplanungen zwischen unterschiedlichen IT-Systemen sowie zur Bereitstellung in Genehmigungs- und Koordinationsprozessen. Das Format ist dabei primär auf den lagebezogenen Austausch ausgelegt; ggf. erforderliche Höhenbezüge sind projektspezifisch ergänzend zu berücksichtigen.

Beispiel

Die folgenden Beispiele (Abb. 3) veranschaulichen die Anwendung der Georeferenzierung.



Abbildung 3: Georeferenzierung des Breitbandmodells zur Integration von BIM- und GIS-Planungsunterlagen.

¹¹ <https://epsg.org/home.html>

4.3 Liegenschaften

Beschreibung

Liegenschaften spielen eine entscheidende Rolle im Breitbandausbau. Sie umfassen nicht nur die Grundstücke und Gebäude, auf denen die physische Infrastruktur installiert wird, sondern auch die rechtlichen, technischen und administrativen Aspekte, die den Zugang, die Nutzung und die Genehmigung dieser Flächen betreffen. Nur mit der Zustimmung der Grundstückseigentümer können Bauarbeiten auf privaten Liegenschaften durchgeführt werden (Eigentumsrecht). Dies macht die Verhandlung und den Abschluss von Verträgen und Vereinbarungen unerlässlich. In vielen Fällen ist es notwendig, öffentliche oder private Wege für die Verlegung von Kabeln und Leitungen zu nutzen. Dies erfordert spezielle Genehmigungen und Vereinbarungen (Wegerecht). Auch die temporäre Nutzung von Liegenschaften für Bauarbeiten muss geregelt sein, einschließlich der Lagerung von Materialien und der Nutzung von Baugeräten (Nutzungsrecht).

Nutzen

Die Analyse von Liegenschaften ist entscheidend für den erfolgreichen Breitbandausbau. Sie ermöglicht die Identifikation potenzieller Herausforderungen und die Entwicklung effizienter Lösungen. Rechtliche Rahmenbedingungen, wie die Einholung von Genehmigungen und Wegerechten, müssen beachtet werden. Technische Aspekte, wie Bodenbeschaffenheit und bestehende Infrastruktur, beeinflussen die Planung und Durchführung der Bauarbeiten. Eine enge Zusammenarbeit mit Behörden und Eigentümern ist notwendig, um Genehmigungen zu erhalten und die Integration neuer Infrastruktur zu gewährleisten. Eine gründliche Betrachtung der Liegenschaften sichert die erfolgreiche Umsetzung des Breitbandausbaus.

Eigenschaften (GIS)

Tabelle 10: Eigenschaften von Liegenschaften.

Entität	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Liegenschaft	Grundstück	Auswahlliste	Text
Liegenschaft	Eigentümer	Einzelwert	Text
Liegenschaft	Flurstücknummer	Einzelwert	Ganzzahl

Tabelle 11: Beschreibung der Eigenschaften von Liegenschaften.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Grundstück	privat	Ein privates Grundstück ist ein Grundstück, das sich im Besitz einer Privatperson oder eines privaten Unternehmens befindet und nicht im Eigentum des Staates steht.
	öffentlich	Ein öffentliches Grundstück ist ein Grundstück, das sich im Eigentum der öffentlichen Hand (Bund, Land, Gemeinde oder andere Kommunalverbände) befindet.
Eigentümer	Bspw. Max Mustermann	Gibt Auskunft über die Eigentümer des Grundstücks (aufgrund Datenschutzbestimmung meist geschwärzt).
Flurstücknummer	Bspw. 40	Gibt Auskunft über die Flurstücknummer des oder der betreffenden Grundstücke.

Die modellierten Liegenschaften besitzen spezifische Eigenschaften, die im Modell über Eigenschaftsätze hinterlegt werden. Dazu zählen Angaben zum Grundstückstyp, Eigentümerinformationen sowie die jeweilige Flurstücksnummer. Diese Attribute ermöglichen die eindeutige Zuordnung der Grundstücke und dienen als Grundlage für die fachliche Prüfung und Genehmigung im BIM-Breitband-Modell.

Beispiel

Zur Veranschaulichung der Liegenschaften werden die Katasterdaten direkt in das BIM-Breitband-Modell integriert (Abb. 4). Dadurch können Flurstücke, Grundstücksgrenzen und bestehende Gebäude gemeinsam im räumlichen Kontext dargestellt werden.



Abbildung 4: Beispiel des Imports von Liegenschaftsdaten in das digitale Modell.

4.3.1 Denkmäler

Beschreibung

Denkmäler sind für die Genehmigung und den Breitbandausbau wichtig, da sie unter Denkmalschutz stehen und spezielle rechtliche Auflagen für Bauvorhaben erfordern. Die Einhaltung dieser Vorschriften ist entscheidend, um potenzielle rechtliche Konflikte zu vermeiden und den kulturellen Wert der Denkmäler zu bewahren.

Nutzen

Der Nutzen der Berücksichtigung von Denkmälern beim Breitbandausbau bzw. bereits bei der Genehmigung liegt es in der Wahrung des kulturellen Erbes und der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben für die Planung. Durch die sorgfältige Planung und Umsetzung wird sichergestellt, dass historische und kulturelle Werte geschützt bleiben, während gleichzeitig moderne Infrastrukturprojekte effizient realisiert werden können. Dies fördert ein nachhaltiges Gleichgewicht zwischen Fortschritt und Erhaltung der Geschichte und vermeidet eventuelle Kosten, die bei einer Nichtberücksichtigung eventueller Denkmäler zu einer Neuplanung, Umplanung und neuen Genehmigungseinholung führen.

Eigenschaften

Tabelle 12: Eigenschaften von Denkmälern.

Entität	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Denkmalschutzgebiet	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl

Tabelle 13: Beschreibung der Eigenschaften von Denkmälern.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
ArtDerFestlegung	2711	Baudenkmal
	2712	Kunstdenkmal
	2713	Gartendenkmal
	2810	Archäologisches Denkmal
	2820	Bodendenkmal
	2910	Denkmalzone oder -bereich
	2920	Geschützter Baubereich
	2930	Grabungsschutzgebiet

Beispiel

Zur Veranschaulichung des Denkmalschutzes wird ein Denkmalschutzgebiet aus dem Geoinformationssystem im Planungsraum dargestellt und mit den zugehörigen Attributen angereichert. Im Beispiel (Abb. 5) wird das Objekt als Denkmalschutzgebiet mit der Eigenschaft ArtDerFestlegung klassifiziert; der dargestellte Wert 2711 beschreibt ein Baudenkmal. Dadurch wird die räumliche Lage denkmalrelevanter Bereiche frühzeitig sichtbar und kann bei Trassenführung und Genehmigungsplanung berücksichtigt werden.



Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung denkmalgeschützter Bereiche und zugehörige Modellinformationen.

4.3.2 Fließgewässer

Beschreibung

Fließgewässer wie Bäche und Flüsse sind natürliche Wasserläufe, die ökologisch wichtig sind und Lebensraum für verschiedene Arten bieten. Sie spielen auch eine Rolle in der Freizeitgestaltung und der Wasserversorgung.

Nutzen

Fließgewässer sind beim Breitbandausbau wichtig für den Umweltschutz und die technische Planung. Sie erfordern die Einhaltung von Umweltauflagen und die Integration von technischen Lösungen zur Vermeidung von Konflikten bei der Infrastrukturplanung. Geometrische Ausprägungen, wie Länge und Breite werden aus der Darstellung (Repräsentation) der Fließgewässer abgeleitet.

Eigenschaften

Tabelle 14: Eigenschaften von Fließgewässern.

Entität	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Gewässer	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl
Hochwassergebiet	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl
Gewässer	GewässerTiefe	Einzelwert	Gleitkommazahl
Hochwassergefahr	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl

Anmerkung: GewässerTiefe: wird in der Regel über das Katasterattribut „relativeHöhe“ bereitgestellt (Objekttyp AX_Netzkpunkt).

Tabelle 15: Beschreibung der Eigenschaften von Fließgewässern.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
ArtDerFestlegung (Gewässer)	1310 (G)	Gewässer I. Ordnung – Bundeswasserstraße
	1320 (G)	Gewässer I. Ordnung – nach Landesrecht
	1330 (G)	Gewässer II. Ordnung
	1340 (G)	Gewässer III. Ordnung
ArtDerFestlegung (Hochwassergebiet)	1410	Wasserstraßengesetz
	1420	Veränderungssperre
	1421	Veränderungssperre nach Bundeswasserstraßengesetz
	1430	Landeswassergesetz
	1450	Pegelschutzgebiet
	1460	Wasser- und Bodenverbandsgebiet
	1470	Deichgebiet
	1480	Unterhaltungsverbandsgebiet
GewässerTiefe	z. B. 1,50 m	Tiefe des Gewässers in Metern (ggf. aus „relativeHöhe“ abgeleitet).
ArtDerFestlegung (Hochwassergefahr)	1440	Überschwemmungsgebiet 'Überschwemmungsgebiet' ist ein durch Rechtsverordnung festgesetztes oder natürliches Gebiet, das bei Hochwasser überschwemmt werden kann bzw. überschwemmt wird.
	1441	Festgesetztes Überschwemmungsgebiet
	1442	Natürliches Überschwemmungsgebiet

Beispiel

Das folgende Beispiel (Abb. 6) zeigt den Umgang mit der Informationstiefe für Gewässer anhand des Beispiels einer Bundeswasserstraße.

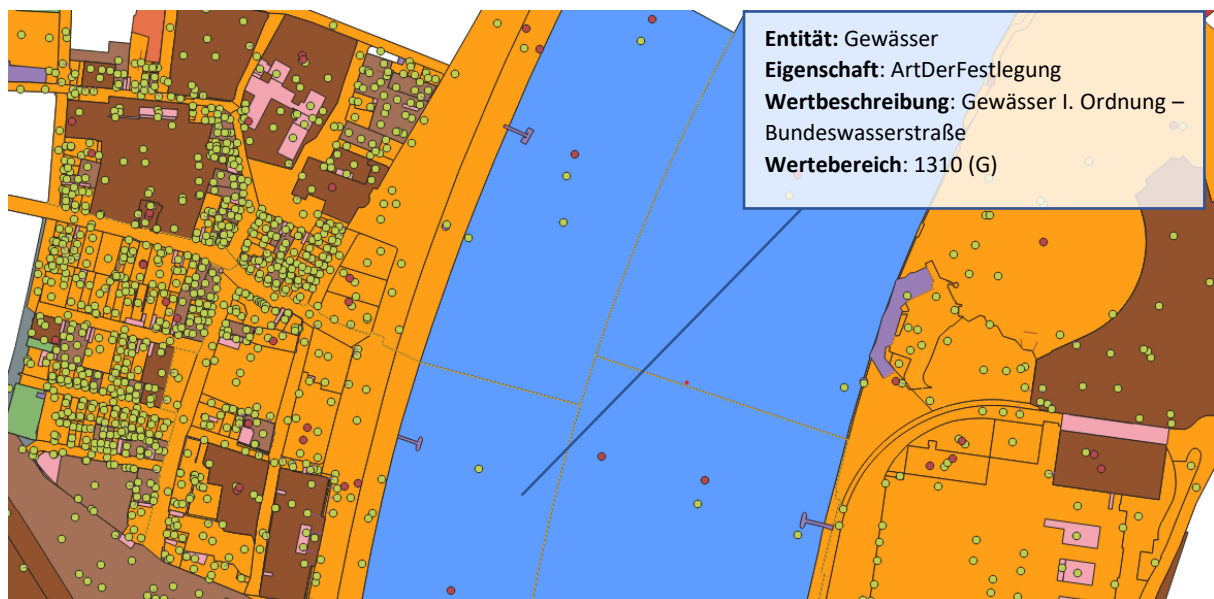


Abbildung 6: Gewässertypen am Beispiel eines Planausschnitts inkl. betrachteter Modellierungs- und Informationstiefe (Köln-Deutz, Rheinpark / Rheinufer).

4.3.3 Bäume

Beschreibung

Bäume sind für das Ökosystem wichtige, meist mehrjährige Pflanzen, die entscheidend für die Luftqualität, den Lebensraum von Tieren und die Bodenerhaltung sind. Für die modellbasierte Erfassung werden Bäume (a) typisiert über Wertelisten (Lookup-Tabellen, z. B. Baumtyp/Bewuchs) und (b) geometrisch beschrieben über Messgrößen wie Stamm- und Kronendurchmesser, Baumhöhe, Kronenausdehnung und Stammhöhe. Diese geometrischen Parameter stammen in der Regel aus Bestandsaufnahmen/Vermessungen oder aus punktwolkenbasierten Auswertungen (LiDAR/Photogrammetrie) und werden als projektbezogene Zusatzattribute geführt.

Nutzen

Für die Genehmigungsprozesse von Projekten spielen Bäume beim Breitbandausbau ebenso im Umweltschutz eine Rolle und erfordern technische Berücksichtigung, um Konflikte zu vermeiden und eine nachhaltige Infrastrukturentwicklung sicherzustellen.

Eigenschaften

Tabelle 16: Eigenschaften von Bäumen.

Entität	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Baum	Bewuchs	Auswahlliste	Ganzzahl
Baum	Name	Einzelwert	Text

Tabelle 17: Beschreibung der Eigenschaften von Bäumen.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Bewuchs	1011	Nadelbaum

	1012	Laubbaum
	1210	Baumreihe, Laubholz
	1220	Baumreihe, Nadelholz
	1230	Baumreihe, Laub- und Nadelholz
Name	Bspw. "Birke (2005) / (20 m)"	Identifikation des Baums, optional mit Baumart, Jahr/Alter und Höhe

Beispiel

Die nachfolgenden zwei Beispiele (Abb. 7 und Abb. 8) zeigen zum einen die Klassifizierung von Bäumen im Modell, als auch die Eigenschaften von Bewuchs.

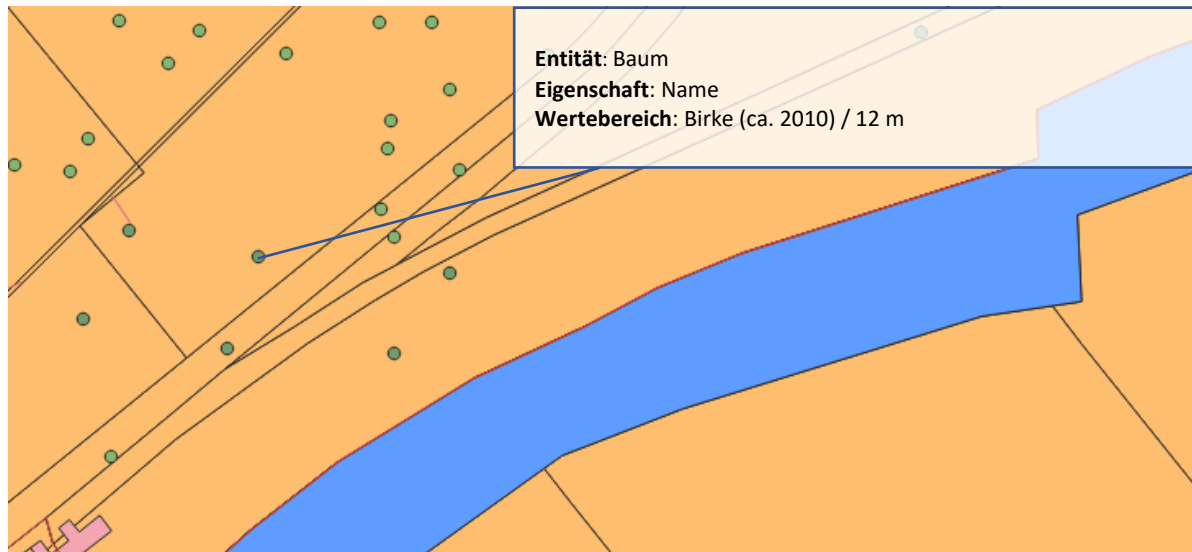


Abbildung 7: Baumklassifikation im ALKIS-Datensatz am Beispiel "AX_Vegetationsmerkmal".



Abbildung 8: Bewuchs und entsprechender Modellierungs- und Informationsinhalt.

4.3.4 Schutzzonen

Beschreibung

Schutzzonen sind definierte Gebiete, die besonderen gesetzlichen Schutz genießen, um natürliche Ressourcen, Ökosysteme oder kulturelle Werte zu bewahren. Sie können Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Denkmalschutzgebiete oder andere geschützte Gebiete umfassen.

Nutzen

Schutzzonen sind beim Breitbandausbau von Bedeutung aus rechtlichen und ökologischen Gründen. Einhaltung spezifischer Gesetze und Auflagen zum Schutz sensibler Bereiche, um Umweltschäden zu vermeiden und gesetzliche Anforderungen zu erfüllen. Sicherstellung des Erhalts natürlicher Ressourcen und Ökosysteme durch eine sorgfältige Planung und Umsetzung von Infrastrukturprojekten ist notwendig. Die Berücksichtigung von Schutzzonen ist entscheidend, um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern und gleichzeitig gesetzliche Standards einzuhalten.

Eigenschaften

Tabelle 18: Eigenschaften von Schutzzonen.

Entität	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Naturschutzgebiet	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl
Wasserschutzgebiet	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl
Denkmalschutzgebiet	ArtDerFestlegung	Auswahlliste	Ganzzahl

Tabelle 19: Beschreibung der Eigenschaften von Schutzzonen.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
ArtDerFestlegung (Naturschutzgebiet)	1621	Naturschutzgebiet
	1623	Landschaftsschutzgebiet
	1662	Bodenschutzgebiet
	1663	Lärmschutzgebiet
	1664	Waldschutzgebiet
ArtDerFestlegung (Wasserschutzgebiet)	1510	Wasserschutzgebiet
ArtDerFestlegung (Denkmalschutzgebiet)	2910	Denkmalzone oder -bereich

Beispiel

In Abbildung 9 wird die Modellierung von Naturschutzgebieten anhand eines Planausschnitts verdeutlicht.



Abbildung 9: Naturschutzgebiete inkl. Modellierungs- und Informationsgehalt.

4.4 Verkehrsnetze

Beschreibung

Verkehrsnetze umfassen Straßen, Autobahnen, Schienen und öffentliche Verkehrsmittel, die Menschen und Güter transportieren. Sie sind das Rückgrat der Mobilität und Wirtschaft und tragen zur regionalen Entwicklung bei.

Nutzen

Verkehrsnetze spielen beim Breitbandausbau eine zentrale Rolle für die Genehmigung und Planung. Nutzung bestehender Verkehrsinfrastrukturen für die Verlegung von Breitbandkabeln und -leitungen, um die Umweltbelastung zu minimieren und Effizienz zu erhöhen (Zugang und Trassenführung) ist Abstimmung mit Verkehrsbehörden für die Genehmigung und Sicherstellung der Sicherheit und Effektivität der Infrastrukturprojekte (Koordinierung) ist erforderlich. Die Integration in bestehende Verkehrsnetze ermöglicht eine effiziente Infrastrukturnutzung und trägt zur nachhaltigen Entwicklung bei.

Eigenschaften

Tabelle 20: Eigenschaften von Straßen.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Straße	BIMB_Verkehr	Funktion	Auswahlliste	Text

Tabelle 21: Beschreibung der Eigenschaften von Straßen.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Funktion	A-Straße	Bundesautobahnen (z. B. A1, A7), die für den überregionalen Fernverkehr ausgelegt sind.
	B-Straße	Bundesstraßen (z. B. B10, B27), die wichtige Verkehrsverbindungen zwischen Städten und Regionen darstellen.

	L-Straße	Straßen, die vom jeweiligen Bundesland verwaltet werden, und regionale Verbindungen sicherstellen.
	K-Straße	Straßen, die innerhalb eines Landkreises eine wichtige Verkehrsfunktion erfüllen.
	Fußweg	Weg für Fußgänger (z. B. Park/Wald)
	Radweg	Weg für Radverkehr
	Reitweg	Weg für Reitverkehr
	Rad- und Fußweg	Kombinierter Rad-/Fußweg

Beispiel

Der Straßenquerschnitt in Abbildung 10 verdeutlicht, wie Straßeninformationen im Modell hinterlegt werden.

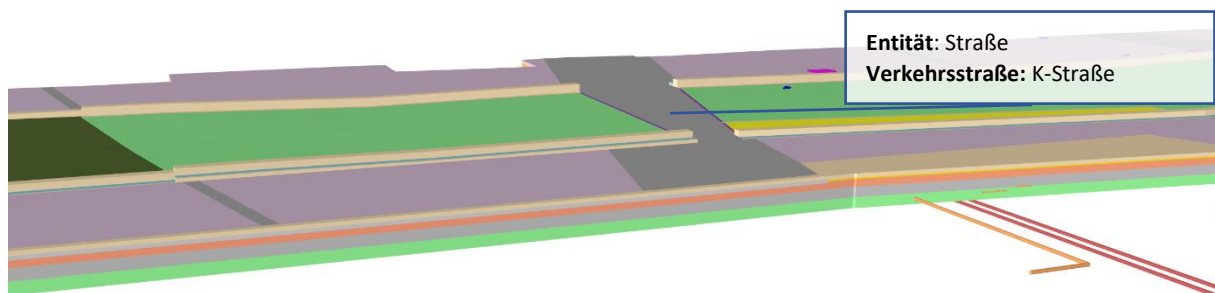


Abbildung 10: Straßenquerschnitt inkl. beispielhaftem Modellierungs- und Informationsgehalt.

4.5 Bodenschicht

Beschreibung

Unterschiedliche Bodenarten, wie Fels, Lehm oder Sand, erfordern unterschiedliche Techniken und Ausrüstungen für das Verlegen von Glasfaserkabeln. Härtere Böden erhöhen die Kosten und die Dauer der Bauarbeiten. Zudem beeinflusst der Boden auch die Stabilität der verlegten Kabel und den Schutz vor äußeren Einflüssen wie Wasser oder Frost.

Nutzen

Die Analyse der Bodenschichten beim Breitbandausbau ermöglicht eine präzisere Planung, reduziert Bauzeit und -kosten und schützt vor unerwarteten Herausforderungen wie hartem oder instabilem Boden. Zudem sorgt sie für langfristige Stabilität der verlegten Kabel und minimiert das Risiko von Schäden durch Bodenbewegungen oder Feuchtigkeit.

Eigenschaften

Tabelle 22: Eigenschaften von Bodenschichten.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Oberbau, Unterbau	BIMB_Bodenschicht	Bodenschicht	Auswahlliste	Text
Oberbau, Unterbau	BIMB_Bodenschicht	Bodenschichtdicke	Einzelwert	Gleitkommazahl
Oberbau, Unterbau	BIMB_Bodenschicht	Bodenart	Auswahlliste	Text
Oberbau, Unterbau	BIMB_Bodenschicht	Klassifikation	Auswahlliste	Text

Tabelle 23: Beschreibung der Eigenschaften von Bodenschichten.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
-------------	--------------	------------------

Bodenschicht	Oberboden	Oberste Schicht des Bodens, meist nährstoffreich und humusreich
	Unterboden	Schicht unter dem Oberboden, weniger nährstoffreich, aber stabiler
	Fels	Feste Gesteinsschicht unter den Bodenschichten
	Schwemmschicht	Durch Wasserbewegung abgelagerter Boden
	Lockergestein	Unbefestigtes, lockeres Gestein, z.B. Kies oder Schotter
Bodenschichtdicke	z.B. 0,2m	Mächtigkeit der Bodenschicht
Bodenart	Lehm	Eine Mischung aus Sand, Schluff und Ton; wird häufig in der Landwirtschaft verwendet, da es fruchtbar ist
	Sand	Bodenart, die hauptsächlich aus Sandpartikeln besteht, sehr durchlässig für Wasser
	Schotter	Grobes, gebrochenes Gestein, oft im Bauwesen verwendet, bietet Stabilität und Drainage
	Ton	Feinpartikeliger Boden, der wenig durchlässig ist und Wasser speichert
	Kies	Grobkörniger Boden mit hoher Wasserdurchlässigkeit
Klassifikation (DIN 18300)	Klasse 1	Sehr leicht lösbare Böden
	Klasse 2	Leicht lösbare Böden, z.B. lehmiger Boden, erfordern geringfügigen Aufwand beim Graben.
	Klasse 3	mittelschwer lösbare Böden, z.B. sandige Lehme
	Klasse 4	Schwer lösbare Böden, z.B. leicht verfestigte Böden oder steinige Böden
	Klasse 5	Sehr schwer lösbare Böden, z.B. hartes Gestein oder festes Material
	Klasse 6	Extrem schwer lösbare Böden, z.B. Fels oder stark verfestigte Gesteine
	Klasse 7	Unbearbeitbare Böden; extreme Bedingungen, die den Einsatz von speziellen Techniken und Maschinen erfordern

Beispiel

Das nachfolgende Bild (Abb. 11) zeigt die Informationen, die an dem Modell hinterlegt sein können, um den Oberbau korrekt im Modell zu erfassen.

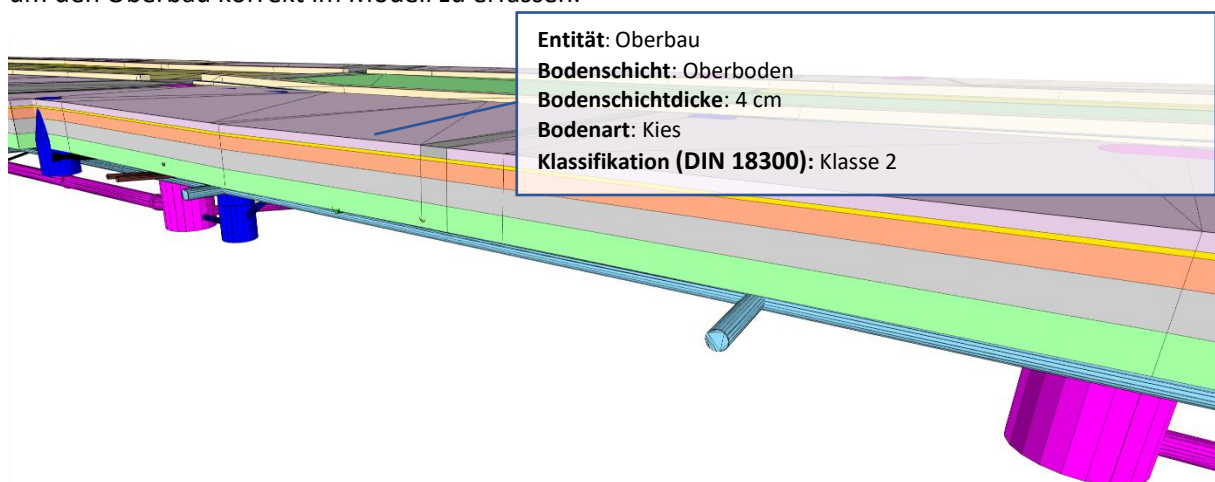


Abbildung 11: Bodenquerschnitt inkl. beispielhaftem Modellierungs- und Informationsgehalt.

4.6 Versorgungsleitungen

Beschreibung

Versorgungsleitungen umfassen Infrastrukturen wie Wasser-, Gas-, Strom- und Telekommunikationsleitungen, die für die Versorgung von Wohn- und Gewerbegebieten notwendig sind. Sie verlaufen unterirdisch oder oberirdisch und sind entscheidend für die tägliche Lebensqualität und wirtschaftliche Entwicklung.

Nutzen

Zuletzt kommt den Versorgungsleitungen bei der Genehmigung und Planung von Breitbandinfrastrukturprojekten eine tragende Rolle zu. Dazu zählt die Nutzung bestehender Leitungstrassen für die Verlegung von Breitbandkabeln und -leitungen zur Minimierung von Störungen und Kosten (Infrastrukturintegration). Zudem zählt ebenfalls die Abstimmung mit Versorgungsunternehmen für die Genehmigung und Sicherstellung der Kompatibilität der Infrastrukturprojekte (Koordinierung mit Versorgungsunternehmen). Die Integration in bestehende Versorgungsleitungen fördert eine effiziente Nutzung der Infrastruktur und unterstützt die nachhaltige Entwicklung.

Eigenschaften

Tabelle 24: Eigenschaften von Versorgungsleitungen.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Leitung	BIMB_Leitung	Leitungstyp	Auswahl-liste	Text
Leitung	BIMB_Leitung	Leitungsdurchmesser	Einzelwert	Gleitkommazahl
Leitung	BIMB_Leitung	Verlegetiefe	Einzelwert	Gleitkommazahl
Leitung	BIMB_Leitung	Leerrohr	Einzelwert	Wahrheitswert
Gasleitung, Wasserleitung	BIMB_Leitung	istHochdruckleitung	Einzelwert	Wahrheitswert
Gasleitung	BIMB_Leitung	istBrandschutzwichtig	Einzelwert	Wahrheitswert
Leitung	BIMB_Leitung	Schacht	Einzelwert	Wahrheitswert
Stromleitung, Kommunikationsleitung	BIMB_Leitung	Netzverteiler	Einzelwert	Wahrheitswert

Tabelle 25: Beschreibung der Eigenschaften von Versorgungsleitungen.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Leitungstyp	Glasfaserleitung	Hochgeschwindigkeitsinternet für Breitbandausbau.
	Kupferleitungen	Ältere Telekommunikationsinfrastruktur, oft noch in Betrieb.
	Koaxialkabel	Werden für Kabelfernsehen und Internet genutzt.
	Stromleitungen (Hoch-, Mittel-, Niederspannung)	Versorgung von Haushalten, Unternehmen und Industrie.
	Erdkabel	Alternative zu Freileitungen für eine sicherere Stromversorgung.
	Trinkwasserleitungen	Versorgung von Haushalten und Industrie mit sauberem Wasser.
	Abwasserleitungen	Transportieren Schmutz- und Regenwasser zur Kläranlage.
	Druckrohrleitungen	Für den Transport von Wasser oder Abwasser unter Druck.
	Erdgasleitungen	Versorgung von Haushalten, Gewerbe und Industrie mit Erdgas.

	Wasserstoffleitungen	Wasserstoffleitungen sind druckdichte Rohrleitungen zur sicheren Förderung von gasförmigem Wasserstoff zwischen Erzeugung, Speicherung und Verbrauch.
	Fernwärmeleitungen	Transportieren heißes Wasser oder Dampf zur Beheizung von Gebäuden.
	Pipelines	Transport von Rohöl, Erdgas oder anderen Flüssigkeiten über lange Distanzen.
Leitungsdurchmesser	z.B. 30cm	Der Durchmesser der Leitung von der Außenseite der Wand bis zur gegenüberliegenden Außenseite.
Verlegetiefe	z.B. 30cm	Das Kabel wurde in einer Verlegetiefe von 30 cm verlegt.
Leerrohr	wahr	Es handelt sich bei dem Objekt um ein Leerrohr.
	falsch	Es handelt sich bei dem Objekt um kein Leerrohr.
istHochdruckleitung	wahr	Es handelt sich bei der Leitung um eine Hochdruckleitung.
	falsch	Es handelt sich bei der Leitung um keine Hochdruckleitung.
istBrandschutzwichtig	wahr	Die Leitung unterliegt speziellen Voraussetzungen für den Brandschutz.
	falsch	Die Leitung unterliegt keinen speziellen Voraussetzungen für den Brandschutz.
Schacht	wahr	Bei dem gekennzeichneten Gegenstand handelt es sich um einen Schacht.
	falsch	Bei dem gekennzeichneten Gegenstand handelt es sich nicht um einen Schacht.
Netzverteiler	wahr	Es handelt sich um einen Netzverteiler (NVT)
	falsch	Es handelt sich um keinen Netzverteiler (NVT)

Beispiel

Leitungen haben unterschiedliche Stellenwerte. Obgleich alle für eine Planung relevant sind, kommt den Gasleitungen besondere Bedeutung aufgrund von Gefahr bei Beschädigung zu. Ein Beispiel für eine Erfassung dieser ist in Abbildung 12 dargestellt.

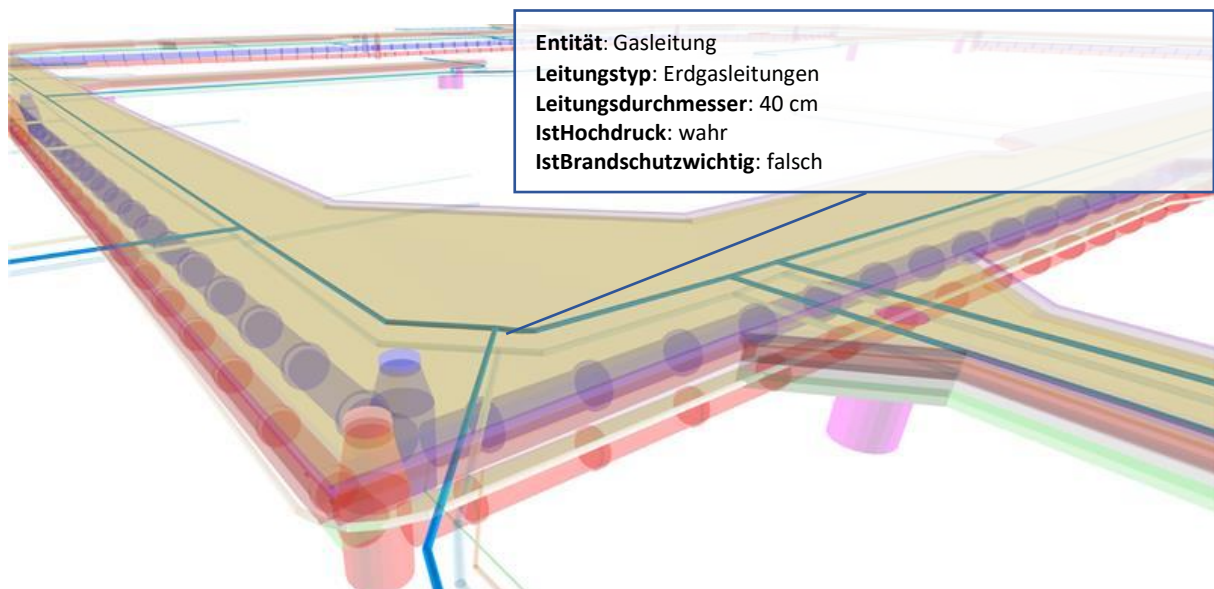


Abbildung 12: Leitungsquerschnitt inkl. beispielhaftem Modellierungs- und Informationsgehalt.

4.7 Baubereich

Beschreibung

Ein Baubereich ist ein festgelegtes Gelände, das während eines Bauprojekts für Aktivitäten wie die Lagerung von Materialien, den Einsatz von Maschinen oder die Unterbringung von Arbeitskräften genutzt wird. Er dient als zentrale Basis für die Koordination und Logistik der Bauarbeiten.

Nutzen

Ein gut organisierter Baubereich erleichtert beim Breitbandausbau die Lagerung von Kabeln und Geräten, sorgt für reibungslose Abläufe und verkürzt Bauzeiten. Dadurch wird die Effizienz gesteigert und die Kosten durch optimierte Logistik und weniger Ausfallzeiten gesenkt. Zudem können unterschiedliche mögliche Flächen für den Baubereich bestmöglich an die Baustelle angepasst und geprüft werden.

Eigenschaften

Tabelle 26: Eigenschaften des Baubereichs.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
Bereich	BIMB_Baubereich	Bereichstyp	Auswahlliste	Text
Baugrube	BIMB_Baubereich	lichteHoehe	Einzelwert	Gleitkommazahl
Baugrube	BIMB_Baubereich	Aushub	Einzelwert	Gleitkommazahl
Baugrube	BIMB_Baubereich	Bauweise	Auswahlliste	Text
Baustellenabsicherung	BIMB_Baubereich	Absicherung	Einzelwert	Gleitkommazahl

Tabelle 27: Beschreibung der Eigenschaften des Baubereichs.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Bereichstyp	Baugrube	Abgegrenzter Aushubbereich, in dem Erdarbeiten für Leitungen, Fundamente oder den Straßenunterbau stattfinden.
	Materiallager	Fläche, auf der Baumaterialien wie Schüttgüter, Rohre oder Fertigteile geordnet zwischengelagert werden.
	Maschinen- und Gerätebereich	Stell- und Bewegungsflächen für Baumaschinen und Baugeräte, die für die Arbeiten benötigt werden.
	Baustellenzufahrt	Geregelter Zugang zur Baustelle für Fahrzeuge und Lieferungen, der die An- und Abfahrt sichert.
	Personalbereich	Abgetrennter Bereich mit Containern, Aufenthalts- und Sanitäreinrichtungen für die Beschäftigten.
LichteHoehe	z.B. 3,0 m	Standardhöhe für gewerbliche und öffentliche Gebäude, um eine angenehme Raumwahrnehmung zu bieten
Aushub	z.B. 100 m ³	Mittleres Volumen für größere Bauprojekte, wie gewerbliche Gebäude oder Infrastruktur
Absicherung	3,0 m	Um den Baubereich wird im Radius von 3 m eine Baufläche abgesichert.
Bauweise	offen	Die Leitungen werden in einem offenen Graben verlegt, der nach der Verlegung wieder verfüllt wird und die Oberfläche instand gesetzt wird.
	geschlossen	Die Leitungen werden unterirdisch mit grabenlosen Verfahren (z. B. Bohrungen) verlegt, ohne die Oberfläche großflächig zu öffnen.

Beispiel

In der folgenden Visualisierung (Abb. 13) wird exemplarisch gezeigt, wie die Baugrube und das Materiallager in dem Modell hinterlegt werden können, um einen fehlerfreien Ablauf auf der Baustelle zu gewährleisten.

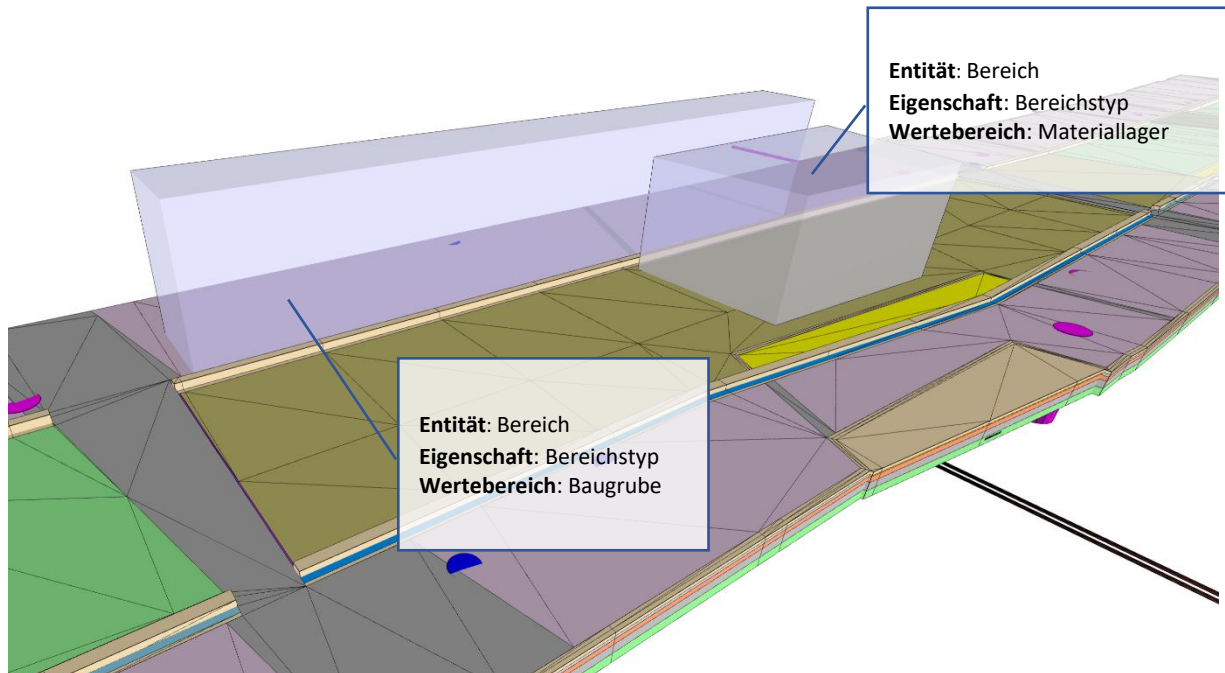


Abbildung 13: Baubereich - Beispielhafte Darstellung von Baugrube und Materiallager als Bereichstypen inkl. zugeordnetem Modellierungs- und Informationsinhalt.

4.8 Xtrasse

Beschreibung

XTrasse ist ein standardisiertes, georeferenziertes Austauschformat zur digitalen Beschreibung und Übermittlung von Trassen- und Leitungsplanungen, insbesondere für koordinations- und genehmigungsrelevante Verfahren.

Nutzen

XTrasse unterstützt beim Breitbandausbau die durchgängige digitale Zusammenarbeit zwischen Planung, Ausführung und Behörden, indem Planstände konsistent austauschbar werden, Medienbrüche reduziert und Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse effizienter gestaltet werden.

Eigenschaften

Tabelle 28: Eigenschaften von XTrasse.

Entität	Eigenschaftsgruppe	Eigenschaft	Listentyp	Datentyp
BRA_AusbauPlan	BIMB_XTrasse	Name	Einzelwert	Text
BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Title	Einzelwert	Text
BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Leitungstyp	Auswahlliste	Ganzzahl
BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Bauweise	Auswahlliste	Ganzzahl
BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Legeverfahren	Auswahlliste	Ganzzahl

BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Verfuellmethode	Auswahlliste	Ganzzahl
BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Strassenart	Auswahlliste	Ganzzahl
BRA_BreitbandtrasseAbschnitt	BIMB_XTrasse	Baugrund	Auswahlliste	Ganzzahl

Tabelle 29: Beschreibung der Eigenschaften von XTrasse.

Eigenschaft	Wertebereich	Wertbeschreibung
Name	z.B. NVT 51V2015	Name des NVTs
Title	Glasfaser_netz	Textliche Bezeichnung des Objekts
Leitungstyp	1000	erdverlegte (Rohr-)Leitungen
	10001	Erdkabel
	10002	Seekabel
	10003	Schutzrohr
	10004	Leerrohr (unbelegtes Schutzrohr)
	10005	Leitungsbündel
	10006	Düker
	2000	oberirdischer Verlauf
	20001	Freileitung
	20002	Heberleitung
	20003	Rohrbrücke
Bauweise	1000	offene Bauweise
	2000	geschlossene Bauweise
	3000	oberirdische Verlegung
Legeverfahren	1000	Konventionelle Verlegung im offenen Graben
	2000	Pressbohrverfahren
	3000	Horizontal-Spülbohrverfahren
	4000	Pflugverfahren
	5000	Fräsverfahren in ungebundenen Oberflächen
	6000	Trenching
	60001	Schleif-/Sägeverfahren
	60002	Fräsverfahren
	7000	Rammverfahren
	8000	Microtunneling
	9000	oberirdische Verlegung
	9999	sonstiges Verfahren
Verfuellmethode	1000	konventionell
	2000	Flüssigboden
	3000	sonstige Verfüllung
Strassenart	1000	Bundesautobahn
	1100	Bundesstraße
	2000	Landesstraße
	2100	Staatsstraße
	3000	Hauptverkehrsstraße
	4000	Kreisstraße
	5000	Gemeindestraße
	5100	Bezirksstraße mit Gesamtstädtischer Bedeutung
	5200	Bezirksstraße
	9999	sonstige Straße
Baugrund	1000	Fahrbahn
	2100	Bankett / Sicherheitstrennstreifen
	21001	Bankett – zulässiger Fräsbereich
	21002	Bankett - außerhalb Fräsbereich

	21003	Sicherheitstrennstreifen - zulässiger Fräsbereich
	21004	Sicherheitstrennstreifen - außerhalb Fräsbereich
	2200	Entwässerungsgraben / Böschung
	22001	Entwässerungsgraben
	22002	Mulde (mit Entwässerungsleitung)
	22003	straßenseitige Grabenböschung
	22004	feldseitige Böschung
	22005	Gelände
	2300	straßenbegleitender Gehweg / Radweg
	3000	nicht straßenbegleitender Weg
	30001	Gehweg / Radweg
	30002	Feldweg / Waldweg
	30003	Wirtschaftsweg
	4000	Gehweg / Radweg (innerorts)
	40001	Gehweg
	40002	Radweg
	5000	Grünstreifen / Straßenbegleitgrün (innerorts)
	6000	Parkplatz / Parkstreifen
	7000	Straßengrundstück
	9999	sonstige Wegeflächen

Beispiel

Anhand der beiden Beispiele in Abbildung 14 und 15 wie jeweilige Informationen im XTrasse Format gespeichert sind.

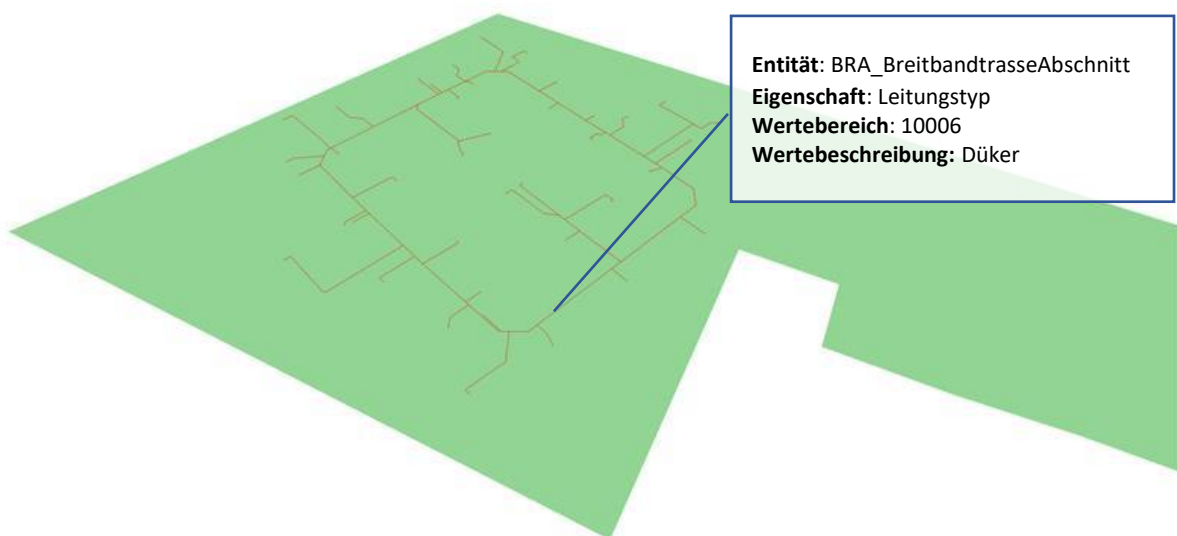


Abbildung 14: XTrasse – Beispielhafte Darstellung eines BRA_Breitbandtrasse-Abschnitts im Ausbauplan.

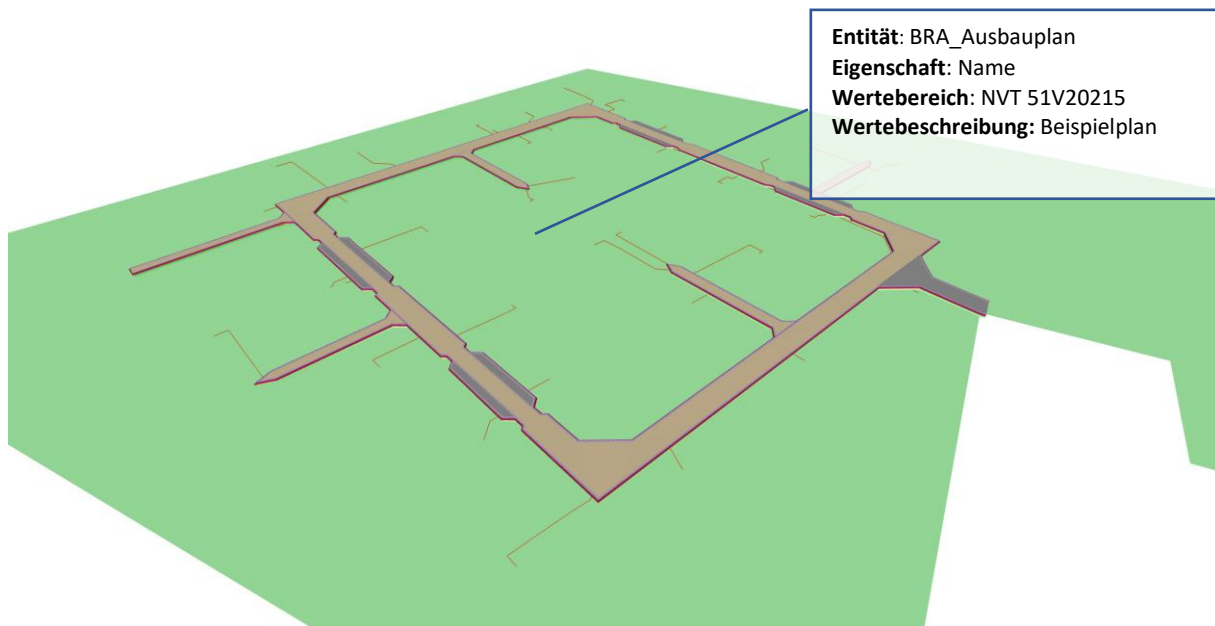


Abbildung 15: XTrasse – Beispielhafte Darstellung des "BRA_Ausbauplans" mit zugeordneten Trassenabschnitten.

Schlussbemerkung

Die vorliegende Modellierungsrichtlinie stellt den aktuellen Stand der Festlegungen von 28.07.2026 dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie kann bei Bedarf um weitere Regelungen, Objektarten und Anforderungen ergänzt sowie fortlaufend aktualisiert werden.