



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Verkehr BAV

GIS-Fachstelle BAV
3003 Bern

Dokumentation Minimales Geodatenmodell

Schienennetz (GeoIV-ID 98)

Sammlung Nr. 98.1

Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21-00001/00002/00003/00001/00007110

Minimales Geodatenmodell

Version: 1.3

Datum: 30. Oktober 2017





Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Fachinformationsgruppe (FIG)

Leitung	Dr. Markus Giger FI/sn BAV Fredy Dällenbach SRM / GIS-Fachstelle BAV
Unterstützung, Modellierung	Lukas Schildknecht, Rosenthaler + Partner AG
Mitwirkung	<u>Interviews:</u> Robert Attinger BAV SI/uw Rolf Giezendanner ARE Markus Giger BAV FI/sn Jean-Christophe Guélat swisstopo Helmut Honermann ARE Michel Jampen BAV FI/pv Peter Kessler SBB-I Dominic Moser SBB-I Pierre-André Pianzola BAV IN/bwII Bruno Revelin BAV SI/bb Hans G. Wägli (privat) <u>Konsultation zusätzlich bei:</u> Werner Arnet BAV SI/su Arnold Berndt BAV FI/gv Markus Hoenke BAV IN/pl Thomas Lang BAV SI/bt Peter Mayer BAV IN/bwl (Stv. Von Walter Schneider) Emanuel Schmassmann swisstopo Rudolf Sperlich BAV IN/gp Jürg Suter BAV SRM Hermann Willi BAV SI/ea
Bearbeitung	Interviews: 19. 9. - 3. 11. 2011 Konsultation FIG: 15. 3. - 20. 4. 2012 Konsultation VöV, Kantone und ISB: 15. 7. - 27. 9. 2013



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Dokument-Information

Inhalt	Dieses Dokument beschreibt die Version 1.2 des minimalen Geodatenmodells zum Geobasisdatensatz "Schienennetz", Identifikator 98.1.
Dateiname	Modellbeschreibung_Schienennetz_(ID_98.1)_V1_3.docx
Status	Genehmigt
Autoren	Lukas Schildknecht, Rosenthaler + Partner AG Fredy Dällenbach, GIS-Fachstelle BAV
Aktenzeichen	BAV-143.21-00001/00002/00003/00001/00007110

Dokument-Historie

Version	Datum	Bemerkungen
0.3	16.03.2012	Entwurf für die Anhörung in der FIG
0.4	31.05.2012	gelbe Bereiche in Kap. 2 ausgefüllt Ergebnisse der Konsultation FIG integriert
0.5	16.11.2012	Zwischenversion
0.6	23.11.2012	Zwischenversion
0.7	15.01.2013	Version zur Übersetzung
0.8	04.04.2013	Versionsabgleich mit der franz. Version, Grundlage für Konsultation VöV
0.9	28.05.2014	Konsultations-Inputs integriert
1.0	25.08.2014	Genehmigungsversion, redaktionelle Anpassungen
1.2	28.11.2016	Referenz auf Version 1.2 des Datenmodells "Haltestellen des öffentlichen Verkehrs" (ID 98.2) übernommen. Keine inhaltlichen Änderungen.
1.3	30.10.2017	Bezugsrahmen LV95 ergänzt, Verweis auf MGDM Haltestellen 1.3, Existence Constraints aktiviert, Anpassung Wertebereiche TU-Abkürzung und Datenherr-Abkürzung



Inhaltsverzeichnis

Interviews:	2
Robert Attinger BAV SI/uw	2
Abbildungsverzeichnis	5
Referenzierte Dokumente	5
Allgemeine Begriffe zur Datenmodellierung	7
1 Einleitung	9
1.1 Thematische Einführung	9
1.2 Rechtsgrundlage	9
1.3 Entstehung und Datenverwaltung	11
1.4 Grundlagen für die Modellierung	12
2 Modellbeschreibung	14
2.1 Ziele und Abgrenzung	14
2.2 Übersicht	14
2.3 Netzsegment	15
2.4 Netzknoten	17
2.5 Kilometrierungslinie	20
3 Konzeptionelles Datenmodell	22
3.1 UML-Diagramm	22
3.2 Objektkatalog	23
3.3 Wertebereiche und Strukturen	25
4 Darstellungsmodell	28
Anhang A: Weitergehende Datenkonzepte	30
Linien	30
Routing	31
Gleisnetz	32
Anhang B: Referenzierung von Facheigenschaften	33
Übersicht	33
Topologische Referenzierung auf Strecken oder Punkte	33
Lineare Referenzierung (Kilometrierungsreferenz)	34
Anhang C: Objektgültigkeit und Historisierung	35
Anhang D: Datenquellen und Nachführung	36



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Datenmodell Schienennetz	14
Abbildung 2: Schema Netzsegmente und Netzknoten	17
Abbildung 3: Schema Netzknoten-Hierarchie	18
Abbildung 4: Schema Kilometrierung	21
Abbildung 5: Klassendiagramm MGDM Schienennetz	22
Abbildung 6: Schema Linien.....	30
Abbildung 7: Schema topologische Referenzierung	33
Abbildung 8: Schema lineare Referenzierung.....	34
Abbildung 9: Nachführungsprozesse	37

Referenzierte Dokumente

Verweis	Dokument
[BAV-Konv]	Dokumentation und Pflege von Geodatenbeständen im BAV, Standards und Konventionen für Modellierung, Datenhaltung und Nachführung, BAV, 2012 (zum Zeitpunkt der Konsultation noch in Arbeit)
[chBase]	Basismodule des Bundes für minimale Geodatenmodelle, 2011
[DfA]	Handbuch zur "Datenbank fester Anlagen", Infrastruktur-Datenbank der SBB, 1.0.0, 1.6.2010
[EBG]	Eisenbahngesetz, SR 742.101
[GeolG]	Geoinformationsgesetz, SR 510.62
[GeolV]	Geoinformationsverordnung, SR 510.620
[INTERLIS]	Interlis 2-Referenzhandbuch, KOGIS 2006
[KFEV]	Verordnung über Konzessionierung und Finanzierung der Eisenbahn-Infrastruktur, SR 742.120



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Verweis	Dokument
[KOGIS 1]	Allgemeine Empfehlungen zur Definition "minimaler Geodatenmodelle", KO-GIS 2012
[KOGIS 2]	Empfehlungen zum Vorgehen bei der Harmonisierung von Geobasisdaten in Fachinformationsgemeinschaften, in e-geo / Geoinformation, 2008
[MGDM ID 98.2]	Dokumentation Minimales Geodatenmodell Haltestellen des öffentlichen Verkehrs (GeoIV-ID 98), Sammlung Nr. 98.2, BAV, 2014
[VPVE]	Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen, SR 742.1, in Revision



Allgemeine Begriffe zur Datenmodellierung

Begriff	Definition
Attribut	Eigenschaft oder Merkmal eines Objekts, in einem Datensatz meist als Tabellenspalte oder Feld strukturiert. Die konkrete Ausprägung der Eigenschaft beim einzelnen Objekt wird im Attributwert ausgedrückt.
(Geo-)Basisdatensatz	Datenbestand mit räumlichen Informationen, der auf einer gesetzlichen Grundlage basiert. Geobasisdaten des Bundes müssen mit einem minimalen Geodatenmodell (MGDM) beschrieben und in der Regel publiziert werden.
Datenherr (-schaft)	Eigentümerschaft von Daten-Objekten. Legt die Primärschlüssel der Daten-Objekte in seinem Eigentum fest und sorgt für deren Eindeutigkeit innerhalb seines Eigentums. Der Datenherr ist nicht zwingend auch Eigentümer des Objektes der Realwelt, die im Datensatz abgebildet sind.
Datenmodell	Strukturierte Beschreibung der Inhalte eines Datenbestandes. Siehe auch semantisches Modell, konzeptionelles Modell.
Datensatz	a) Strukturierte Sammlung von Informationsinhalten zu einem bestimmten Thema; b) Ein Element (Objekt) aus einer solchen Sammlung.
FIG	Fachinformationsgemeinschaft: Arbeitsgruppe zur Definition eines Datenmodells
GIS	Geografisches Informationssystem: Software und Datenbanken zur Bearbeitung, Auswertung und Darstellung von räumlichen Daten.
Klasse	Abstrahierte Zusammenfassung einer Gruppe von Objekten mit gleichen Merkmalen.
Konzeptionelles Modell	Formale Beschreibung der Inhalte eines Datensatzes. Wird aus dem semantischen Modell abgeleitet und im Kontext der MGDM mittels UML und Interlis formuliert. Das konzeptionelle Modell beschreibt einen Datenbestand in einer formalisierten, standardisierten Sprache (hier UML und INTERLIS). Das konzeptionelle Modell dient als Schnittstelle zwischen der Fachwelt und der Informatik. Das konzeptionelle Modell richtet sich primär an EDV-Fachleute und dient diesen als formale, präzise Beschreibung des Datenbestandes.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Begriff	Definition
MGDM	"Minimales Geodatenmodell": Datenmodell und Beschreibung eines (Geo-)Basisdatensatzes. Ein MGDM wird u.a. dokumentiert mit einem semantischen und einem konzeptionellen Datenmodell. Minimal deshalb, weil es gemäss KOGIS die Mindestmenge an Information beschreiben soll, die für die Erfüllung der Rechtsgrundlage des Basisdatensatzes im Interesse der Öffentlichkeit nötig ist. [KOGIS 1]
Objekt	Konkrete, reale Ausprägung einer Klasse.
Primärschlüssel, Schlüssel	Attribut oder Attributkombination in einem Datensatz, das jedes enthaltene Objekt eindeutig identifiziert.
Semantisches Modell	Sprachlich/inhaltliche Beschreibung der Inhalte eines Datensatzes in einer nicht oder nur schwach formalisierten Struktur. Das semantische Modell beschreibt einen Datenbestand in der Sprache der Fachpersonen. Das semantische Modell richtet sich primär an Fachpersonen und dient diesen als Erläuterung und Beschreibung des Datenbestandes.
UML	"Unified Modeling Language": Modellierungssprache zur Konstruktion und Beschreibung von (unter anderem) Datenmodellen.



1 Einleitung

1.1 Thematische Einführung

Das schweizerische Schienennetz umfasst rund 5500 km Normalspur-, Schmalspur- und Zahnradstrecken. Die Anlagen sind im Besitz von Infrastrukturbetreibern, die auch für den Unterhalt und die Sicherheit der Anlagen verantwortlich sind. Änderungen am Streckennetz müssen vom Bundesamt für Verkehr genehmigt werden.

Der hier beschriebene Datensatz bietet eine Übersicht der Streckenverläufe und ihrer wichtigsten Eigenschaften. Pro Streckenverlauf wird eine geometrische Linie dargestellt. Die Lage der einzelnen Gleise, Weichen oder Signale ist daraus nicht ersichtlich.

Der Geobasisdatensatz enthält das Schienennetz innerhalb der Schweizer Landesgrenze. Zusätzlich werden Teile des Schienennetzes auf ausländischem Territorium berücksichtigt, wenn die Infrastruktur durch ein Schweizer Unternehmen betrieben wird und wenn die Strecke keinen Anschluss an weitere ausländische Strecken hat¹.

1.2 Rechtsgrundlage

1.2.1 Geoinformations-Gesetzgebung

Das Geoinformationsgesetz [GeoIG] bezweckt, "dass Geodaten über das Gebiet der Schweizerischen Eidgenossenschaft den Behörden von Bund, Kantonen und Gemeinden sowie der Wirtschaft, der Gesellschaft und der Wissenschaft für eine breite Nutzung, nachhaltig, aktuell, rasch, einfach, in der erforderlichen Qualität und zu angemessenen Kosten zur Verfügung stehen" (Art. 1). Die Daten sollen demnach für die Öffentlichkeit einfach zugänglich sein. Um dies zu erreichen, legt der Bundesrat in einem Katalog die Geobasisdaten des Bundesrechts fest und erlässt Vorschriften über die Anforderungen an Geobasisdaten (Art. 5).

Die Geoinformationsverordnung [GeoIV] führt das GeoIG aus. Sie enthält im Anhang 1 den Katalog der Geobasisdaten des Bundesrechts, in dem bei jedem Eintrag ein zuständiges Bundesamt benannt ist. Die Bundesämter sind verpflichtet, minimale Geodatenmodelle für Geobasisdaten in ihrer Zustän-

¹ Somit enthält der Datensatz auch die Teile des BLT-Schienennetzes in Leymen (F), die Teile des Schienennetzes in Lottstetten und Jestetten (D) und das Schienennetz bis Tirano (IT). Das Schienennetz nach Domodossola endet dagegen an der Schweizer Grenze, weil dort der Infrastrukturbetreiber wechselt. Auch die zukünftige Tram von Basel nach Weil am Rhein (D) wird nur bis zur Grenze erfasst, weil an der Grenze der ISB wechselt.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

digkeit zu definieren (Art. 9 Abs. 1). Minimale Geodatenmodelle werden innerhalb des fachgesetzlichen Rahmens durch die fachlichen Anforderungen und den Stand der Technik bestimmt (Art. 9 Abs. 2).

In Anhang 1 wird unter ID 98 der Datensatz "Schienennetz und Haltestellen des öffentlichen Verkehrs"² mit folgenden Eigenschaften aufgeführt:

Georeferenzdaten:	Nein
ÖREB-Kataster:	Nein
Zugangsberechtigungsstufe:	A (öffentlich zugänglich)
Download-Dienst:	Ja

Der Datensatz „Schienennetz“ (ID 98.1) ist einer von zwei Teildatensätzen unter diesem Identifikator. Der andere Teildatensatz beschreibt die Haltestellen des öffentlichen Verkehrs [MGDM ID 98.2].

1.2.2 Fachgesetzgebung

Der hier beschriebene Datensatz basiert auf der Verordnung über die Konzessionierung und Finanzierung der Eisenbahn-Infrastruktur [KFEV]. Darin sind die Unterlagen beschrieben, welche mit einem Konzessionsgesuch einzureichen sind:

Art. 4 Gesuch

1 Konzessionsgesuche sind dem Bundesamt für Verkehr (BAV) einzureichen.

2 Die Gesuche um Erteilung oder Ausdehnung der Konzession müssen enthalten:

a (...)

b. folgende technischen Unterlagen:

1. eine topografische Karte im Massstab 1:25 000 mit Streckenführung und Standort der Stationen,
2. ein Längenprofil im Massstab 1:25 000 mit Stationen und Kilometrierung,
3. Angaben über die Spurweite, die Spurnzahl, die Steigungsverhältnisse, den Minimalradius und die Traktionsart, bei elektrischer Zugförderung auch über das Stromsystem;

(...)

Auf dieser Grundlage wurde in der GeoIV der Datensatz ID 98 definiert. Er soll das schweizerische Schienennetz im Massstab 1:25'000 abbilden und grundlegende Informationen über die technische Ausstattung der Infrastruktur enthalten. Das BAV wurde als zuständig für das Datenmodell und die Datenhaltung bezeichnet.

² Bezeichnung gemäss Verordnungsentwurf 2012 (in Revision)



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Für die Abläufe im Rahmen der Nachführung relevant sind ausserdem das Eisenbahngesetz [EBG] (Abschnitt 2 zum Plangenehmigungsverfahren), und die Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen [VPVE].

1.3 Entstehung und Datenverwaltung

1.3.1 Datenherkunft

Für die Ersterfassung wurden die Daten zum Schienennetz Schweiz bei den Infrastrukturbetreibern erhoben oder aus Luftbildern digitalisiert und nach Angaben der Betreiber attribuiert. Zukünftige Änderungen werden im Rahmen der Plangenehmigungsverfahren (PGV) von den Betreibern erhoben.

Für das Zuständigkeitsgebiet der Schweizerischen Bundesbahnen werden Daten aus der Datenbank fester Anlagen [DfA] der SBB bezogen. Zusätzlich werden die Datenhaltungssysteme der anderen relevanten ISB berücksichtigt.

1.3.2 Datenhaltung und Nachführung

Änderungen am Schienennetz müssen im Rahmen des PGV durch das BAV bewilligt werden. Bei Inbetriebnahme sind die Daten zum neuen Schienennetz dem BAV durch den ISB abzugeben. Für die Integration in den Datensatz ist die GIS-Fachstelle BAV zuständig.

Für Infrastrukturbetreiber mit grossem Schienennetz kann in Absprache mit dem BAV auch eine periodische Datenabgabe unabhängig von den PGV vereinbart werden.

Der Datensatz wird beim BAV kontinuierlich aktualisiert und in der Regel einmal jährlich publiziert. Die genauen Abläufe werden in separaten Unterlagen dokumentiert.

1.3.3 Bezug zu anderen Datensätzen und Systemen

Der minimale Geobasisdatensatz öV-Haltestellen ergänzt den minimalen Geobasisdatensatz Schienennetz mit Informationen zu den Betriebspunkten resp. Haltestellen. Die beiden Datenbestände weisen eine enge inhaltliche Beziehung zueinander auf.

Unabhängig vom Minimalen Geobasisdatensatz Schienennetz wird in swissTLM3D der swisstopo in der Objektart TLM_Eisenbahn das Gleisnetz abgebildet. Die beiden Datensätze nutzen zwar teilweise dieselben Grundlagen, sie haben jedoch unterschiedliche Verwendungsziele. Daraus ergeben sich unterschiedliche geometrische und topologische Ausprägungen und Detaillierungsgrade.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

1.3.4 Zugangsberechtigungen

Der Geobasisdatensatz Schienennetz ist öffentlich zugänglich und wird auf der Bundes-Geodaten-Infrastruktur (BGDI) publiziert.

1.4 Grundlagen für die Modellierung

1.4.1 Empfehlungen und Standards

Das Verfahren zur Definition der Modellinhalte orientierte sich an den Empfehlungen von KOGIS zur Harmonisierung von Geodaten [KOGIS 1] [KOGIS 2].

Die technische und formale Umsetzung der Objektkataloge und des konzeptionellen Datenmodells folgt den BAV-Richtlinien zur Modellierung und Dokumentation von Geodaten [BAV-Konv].

Elemente aus den Basisdatenmodulen des Bundes werden nach Bedarf übernommen [chBase].

1.4.2 Mehrsprachigkeit

Das vorliegende Datenmodell wird in Deutsch als Original-Sprache formuliert und ins Französische übersetzt.

1.4.3 Historisierung/Versionierung

Die Dokumentation der Objektgültigkeit wird im Datenmodell attributiv gelöst. Der publizierte Datensatz enthält jeweils die zum Stichdatum ("Stand") gültigen Objekte. Das Datum der letzten Bearbeitung wird ebenfalls in einem Attribut der Hauptklassen mitgeführt. Mit diesen Angaben lassen sich zwischen verschiedenen Jahrgängen des Datensatzes Differenzmengen oder Inkremente ableiten (vgl. Anhang C: Objektgültigkeit und Historisierung).

1.4.4 Hinweise zu Objekt-Identifikatoren

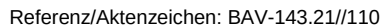
Alle Objekte im vorliegenden Datenmodell erhalten einen eindeutigen Identifikator gemäss Empfehlung von Interlis 2 [INTERLIS] (Anhang D). Dieser setzt sich zusammen aus einem Präfix und einem Postfix (je 8 Zeichen). Neue Objekte erhalten zwingend einen noch nie benutzten neuen Identifikator.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

1.4.5 Bezugsrahmen

Das Datenmodell unterstützt beide Landeskoordinatensysteme, die Landesvermessungen 1903 (LV03) und 1995 (LV95). Der Datensatz wird während einer Übergangszeit in beiden Systemen produziert und zum Download bereitgestellt.



2.1 Ziele und Abgrenzung

2.1 Ziele und Abgrenzung

Der Datensatz gibt eine Übersicht über Lage und Verlauf des Schienennetzes sowie dessen wesentliche Merkmale. Als "Schienennetz" wird eine vereinfachte Sicht auf die Gleisanlagen verstanden, in welcher Gleise auf demselben Trasse zusammengefasst werden. Im Schienennetz werden also nicht Gleise sondern Bahntrassen abgebildet.

2.2 Übersicht



14/37



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Jedes Netzsegment verbindet zwei Netzknoten. Die Netzsegmente verfügen über eine Liniengeometrie, welche den Verlauf des Schienennetzes definiert. Auf ihrer ganzen Länge weisen die Netzsegmente homogene Eigenschaften auf. Netzsegmente werden durch Netzknoten begrenzt.

Netzsegmente gehören je zu genau einer Kilometrierungslinie und verfügen am Anfang und Ende je über einen Kilometerwert. Die Kilometerwerte der Netzsegmente innerhalb einer Kilometrierungslinie sind gleichlaufend und i.d.R. kontinuierlich aufsteigend (Ausnahme bei Fehlerprofilen). Die Kilometrierung der Netzsegmente dient der linearen Referenzierung von Facheigenschaften auf dem Schienennetz (vgl. Anhang B: Referenzierung von Facheigenschaften).

Ein Netzknoten kann auf einen anderen, übergeordneten Netzknoten verweisen.

Jeder Netzknoten verweist auf einen Betriebspunkt aus dem Geobasisdatensatz der Haltestellen des öffentlichen Verkehrs. Netzknoten und Betriebspunkte verfügen je über eigenständige Punkt-Geometrien.

2.3 Netzsegment

Netzsegmente sind die Kanten der Knoten-Kanten-Grundstruktur des Schienennetzes. Ein Netzsegment ist eine Zusammenfassung aller Gleisanlagen zwischen zwei Netzknoten, welche auf demselben Bahnkörper liegen und einheitlich kilometriert sind.

Jedes Netzsegment weist Eigenschaften auf, mit welchen die Hauptmerkmale des Schienennetzes charakterisiert werden. Es sind dies:

Eigenschaft	Beschreibung
Name	Eindeutige sprachliche Bezeichnung des Netzsegments, i.d.R. Abkürzung von Anfangs- und Endknoten. Eindeutig innerhalb aller Netzsegmente desselben Datenherrn der Kilometrierungslinie.
Anfangsknoten	Netzknoten am Beginn des Netzsegments. Ein Netzknoten wird identifiziert durch dessen (Betriebspunkt-) Nummer.
Endknoten	Netzknoten am Ende des Netzsegments. Ein Netzknoten wird identifiziert durch dessen Betriebspunkt-Nummer.
Km-Linie	Identifikation der Kilometrierungslinie, zu der das Netzsegment gehört. Eine Km-Linie wird identifiziert durch die Nummer sowie den Datenherrn (siehe Kapitel 2.5).
Anfangs-Kilometer	Kilometrierungswert am Anfang des Netzsegments.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Eigenschaft	Beschreibung
End-Kilometer	Kilometrierungswert am Ende des Netzsegments.
Geometrie	Trassenverlauf als Linie in Landeskoordinaten.
Infrastrukturbetreiber	Transportunternehmen, das die Infrastruktur betreibt. Der ISB ist normalerweise auch der Inhaber der Konzession und fast immer der Eigentümer der Infrastruktur. Der Infrastrukturbetreiber ist jedoch nicht immer der Eigentümer gemäss Grundbuch.
Anzahl Streckengleise	Minimale Anzahl durchgehender Gleise zwischen zwei Bahnhöfen.
Spurweite(n)	Schienenabstand in mm. Für die Liste der möglichen Werte siehe Kap. 3.3.1
Elektrifizierung	Stromsystem, das für die Zugführung auf der betreffenden Strecke verfügbar ist. Für die Liste der möglichen Werte siehe Kap. 3.3.2.
Gültigkeit	Angaben über die Gültigkeit des Segments, siehe Kap. 3.2.1.

Diese Eigenschaften werden innerhalb eines Netzsegments als homogen betrachtet. Ändert sich eines dieser Hauptmerkmale entlang einer Strecke, so muss an dieser Stelle das Netzsegment künstlich mit einem Netzknoten unterteilt werden. Eine künstliche Unterteilung des Netzsegments soll jedoch nur erfolgen, wenn die Merkmalsänderung bezogen auf den Zielmasstab des Datensatzes von Relevanz ist. Die direkt auf dem Netzsegment definierten Hauptmerkmale werden bewusst sehr klein gehalten, um eine unnötige Zerstückelung des Schienennetzes auf Grund von Merkmalsänderungen zu verhindern.

Die Lokalisierung und Abbildung beliebiger weiterer Eigenschaften des Schienennetzes soll mit den Mechanismen der linearen oder topologischen Referenzierung erfolgen (siehe Anhang B: Referenzierung von Facheigenschaften).

Netzsegmente verfügen über eine Liniengeometrie. Diese beschreibt den geometrischen Verlauf der Mitte des Schienenkörpers (Trasse).



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

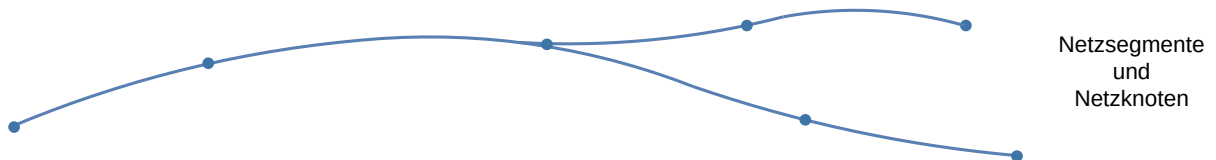


Abbildung 2: Schema Netzsegmente und Netzknoten

Pro Netzsegment wird nur eine Liniengeometrie erfasst, egal ob die Strecke ein- oder mehrgleisig ist. Der Zielmasstab der Geometrie ist 1:25'000. Der Verlauf wird mit Stützpunkten, Geradenstücken und Kreisbögen angenähert, aber ohne Klothoiden³. Die Geometrie ist vom Anfangs- zum Endknoten gerichtet.

Ein Netzsegment verfügt über eine Kilometrierung. Die Kilometrierungswerte sind für den Anfangs- und Endort eines Netzsegments definiert. Die Werte entsprechen den effektiven Kilometerwerten, wie sie idealerweise in der Realwelt mit entsprechender Beschilderung materialisiert sind. Dazwischen erfolgt eine lineare (homogene) Interpolation entlang der Liniengeometrie.

Netzsegmente gehören je zu genau einer Kilometrierungslinie und der Datenherr der Kilometrierungslinie ist auch der (nicht explizit) erwähnte Datenherr des Netzsegments.

2.4 Netzknoten

Netzknoten sind die Knoten der topologischen Knoten-Kanten-Grundstruktur des Schienennetzes. Es handelt sich dabei um punktuelle Orte, die das Schienennetz in Netzsegmente unterteilen.

Netzknoten lassen sich Betriebspunkten zuordnen. Ein Netzknoten ist ein punktueller Ort, der das Schienennetz in Netzsegmente unterteilt.

Für jeden Betriebspunkt wird ein Netzknoten gebildet. Ein Betriebspunkt des Schienennetzes ist ein lokalisierbarer Bereich oder Ort mit besonderen betrieblichen Anlagen (Bahnhof, Verzweigung, Spurwechsel, Anschlussgleis-Abzweiger etc.). Für jeden Betriebspunkt, und somit indirekt auch jeden Netzknoten, ist in der DIDOK-Liste eine Dienststelle erfasst und ein entsprechender Datensatz in den Geobasisdaten öV-Haltestellen vorhanden.

Neben den Orten mit direkter betrieblicher Bedeutung werden insbesondere auch die folgenden Orte als Betriebspunkte aufgefasst, da sie für die Strukturierung des Schienennetzes von Bedeutung sind:

³ Im publizierten Datensatz werden vorerst keine Bögen enthalten sein.



- Fehlerprofil/Kilometrierungswechsel:
Ein Fehlerprofil ist ein Punkt, an welchem die Kilometrierung einer Kilometrierungslinie einen Sprung aufweist. Der Kilometrierungssprung kann positiv oder negativ sein.
Ein positiver Kilometrierungssprung bedeutet, dass der Endkilometer des Vorgänger-Netzsegments kleiner ist als der Anfangskilometer des Nachfolger-Segments. Die Kilometrierung ist damit zwar aufsteigend, aber sie enthält eine Lücke. Eine Kilometerangabe mit einem Wert, der in diese Lücke fällt, kann nicht lokalisiert werden.
Ein negativer Kilometrierungssprung bedeutet, dass der Endkilometer des Vorgänger-Netzsegments grösser ist als der Anfangskilometer des Nachfolger-Netzsegments. In diesem Fall ergibt sich eine Überlappung der Kilometerwerte und somit eine Mehrdeutigkeit des Kilometerwertes in der entsprechenden Kilometrierungslinie. Negative Kilometrierungssprünge sind zu vermeiden, da eine eindeutige Lokalisierung ohne Zusatzinformation nicht möglich ist.
- relevante Hoheitsgrenze (Landesgrenze):
Als relevante Hoheitsgrenzen werden prinzipiell nur Landesgrenzen betrachtet. In begründeten Ausnahmefällen können auch Kantons Grenzen zur Bildung eines Netzknotens führen.
- massgebende Veränderung einer Eigenschaft des Netzsegments (gemäss Liste in Kap. 2.3).
- In begründeten Fällen können auch weitere technische, betriebliche oder organisatorische Gegebenheiten zur Bildung eines Netzknotens führen.

Ein Netzknoten kann auf einen anderen Netzknoten verweisen. Damit lassen sich zusammengehörende Netzknoten in einem übergeordneten Netzknoten gruppieren. Die Gruppierung von Netzknoten erfolgt dabei aus rein betrieblichen Überlegungen.

Eine mehrstufige Hierarchisierung der Netzknoten ist nicht vorgesehen. D.h. ein Netzknoten, der untergeordnete Netzknoten enthält, kann selbst keinen Verweis auf einen übergeordneten Netzknoten erhalten.

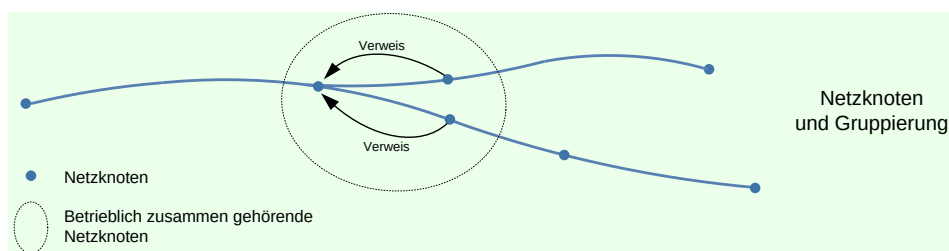


Abbildung 3: Schema Netzknoten-Hierarchie



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Jeder Netzknoten enthält Informationen zu folgenden Eigenschaften, wobei die mit * bezeichneten Informationen aus dem Betriebspunkten im Geodatenmodell der öV-Haltestellen stammen [MGDM ID 98.2]. Diese Attribute werden in der DIDOK-Liste gepflegt und im Geobasisdatensatz öV-Haltestellen publiziert. Für weitergehenden Informationen siehe ebendort.

Die Betriebspunkt-Attribute werden hier für die Netzknoten übernommen, weil die beiden Objektklassen einen starken Bezug zueinander haben. Ein neuer Netzknoten kann nur erzeugt werden, wenn ein entsprechender Betriebspunkt existiert und somit die entsprechenden Attribute bekannt sind.

Eigenschaft	Beschreibung
* Nummer	Nummer des dem Netzknoten zugeordneten Betriebspunktes. Die Nummer identifiziert einen Netzknoten eindeutig innerhalb des Datensatzes.
* Name	Offizieller Name des dem Netzknoten zugeordneten Betriebspunktes. Der Name identifiziert einen Netzknoten eindeutig innerhalb des Datensatzes. Es handelt sich also um eine zur Nummer redundante Zusatzinformation.
* Abkürzung	Abkürzung des Betriebspunktes, welchem der Netzknoten zugeordnet ist. In der Regel eine verkürzte Version des Namens. Die Abkürzung muss nicht obligatorisch erfasst werden. Wenn sie jedoch festgelegt wird, muss sie innerhalb aller Abkürzungen des gleichen Datenherrn eindeutig sein. Es handelt sich bei der Abkürzung um eine zur Name und Nummer redundante Zusatzinformation.
* Datenherr der Abkürzung	Der Datenherr der Abkürzung des entsprechenden Betriebspunktes, sofern eine vorliegt.
Geometrie	Landeskoordinaten der Lage des Netzknotens (siehe unten).
Übergeordneter Netzknoten	Verweis auf den übergeordneten Netzknoten. Optionale Angabe, siehe unten.
Gültigkeit	Angaben über die Gültigkeit des Netzknotens, siehe Kap. 3.2.2.

Netzknoten verfügen über eine Punktgeometrie. Die Punktgeometrie eines Netzknotens muss mit den Anfangs- bzw. Endpunkten der verbundenen Netzsegment-Geometrien räumlich identisch sein. Ein



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Netzknoten liegt somit immer auf der Geometrie der Netzsegmente⁴. Dies im Gegensatz zu den Betriebspunkten des MGDM öV-Haltestellen [MGDM ID 98.2], deren Lage unabhängig von Netzsegmenten und Netzknoten definiert ist.

Wenn sich zwei Netzsegmente ohne betriebliche Verbindung kreuzen (Überwerfung), wird kein Netzknoten gebildet.

Hinweis:

In der DfA wird in Analogie zum Netzknoten der Begriff BP-K verwendet (siehe [DfA]). Ein BP-K ist immer einem BP-S zugeordnet.

Als Konversionsregel gilt: Jeder BP-K wird in einen Netzknoten überführt. Wenn beim BP-K die Zuordnung auf einen BP-S erfolgt, dessen Bezeichnung nicht gleich ist wie diejenige des BP-K, so erhält der Netzknoten einen Verweis auf den Netzknoten mit der Bezeichnung des BP-S.

2.5 Kilometrierungslinie

Zusammengehörende Netzsegmente mit aufsteigender Kilometrierung werden zu einer Kilometrierungslinie zusammengefasst. Ein Netzsegment gehört genau zu einer Kilometrierungslinie. Kilometrierungslinien haben selbst keine Geometrie.

Jeder Ort des Schienennetzes kann durch die Angabe der Kilometrierungslinie und des Kilometerwertes eindeutig identifiziert werden.

Ausnahme: Bei negativen Fehlerprofilen gibt es auf einer Kilometrierungslinie einen sich überlappenden Bereich von Kilometerwerten. Die Angabe des Kilometerwertes ist dann für diese Kilometrierungslinie nicht eindeutig. In diesem Fall muss zur eindeutigen Lokalisierung die Ortsangabe durch Identifikation des Netzsegmentes präzisiert werden.

Die folgende Abbildung illustriert die Kilometrierungslinien an einem Beispiel. Bei der Km-Linie 1 sind die Kilometerwerte 14.80 – 15.00 nicht eindeutig. Bei der Lokalisierung von Objekten in diesem Bereich ist deshalb zusätzlich die Identifikation des Netzsegmentes notwendig, auf welchem sich das entsprechende Objekt befindet.

⁴ In den aktuellen Datensätzen wird diese Bedingung nicht in allen Fällen eingehalten. Eine kurzfristige Anpassung der bestehenden Datenätze wird nicht möglich sein, so dass während einer Übergangszeit Abweichungen von dieser Vorgabe vorkommen können. Bei der Neuerfassung von Daten muss diese geometrische Konsistenzbedingung jedoch eingehalten werden.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

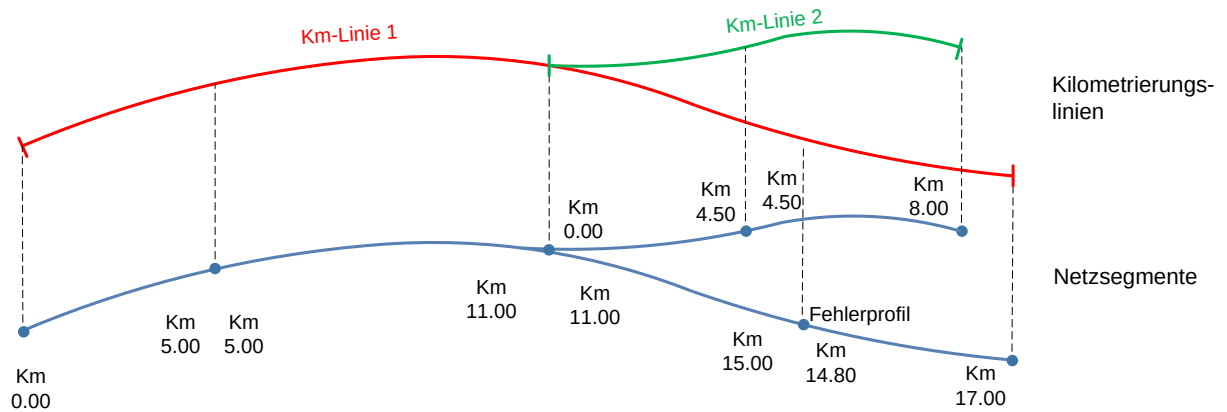
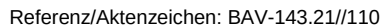


Abbildung 4: Schema Kilometrierung

Jede Kilometrierungslinie enthält Information zu folgenden Eigenschaften:

Eigenschaft	Beschreibung
Datenherr	Name des Datenherrn der Kilometrierungslinie. Die Liste der Datenherren wird vom BAV im TU-Verzeichnis verwaltet. Der Datenherr einer Kilometrierungslinie ist auch der Datenherr aller Netzsegmente dieser Kilometrierungslinie.
Nummer	Eindeutige Nummer der Kilometrierungslinie innerhalb des Namensraumes des Datenherrn.
Name	Gebräuchlicher Name der Kilometrierungslinie, i.d.R. Namen des Anfangs- und Endknotens der Kilometrierungslinie.
Gültigkeit	Angaben über die Gültigkeit der Kilometrierungslinie, siehe Kap. 2.5.

Für jede Kilometrierungslinie lässt sich auch die Liste der zugehörigen Netzsegmente ermitteln.



3.1 UML-Diagramm

class Schienennetz

```

classDiagram
    class KmLinie {
        +Datenherr: TU
        +Nummer: TEXT*4
        +Name: TEXT*40 [0..1]
        +Gultigkeit: Gultigkeit
        +constraints {
            UNIQUE Datenherr->TUNummer, Nummer
        }
    }
    class Netzsegment {
        +Name: TEXT*16
        +KmAnfang: -999.999 .. 999.999
        +KmEnde: -999.999 .. 999.999
        +Geometrie: Linie
        +Infrastrukturbetreiber: TU
        +AnzahlStreckengleise: 0 .. 9
        +Spurweite: Spurweite
        +Elektrifizierung: Elektrifizierung
        +Gultigkeit: Gultigkeit
        +constraints {
            UNIQUE rKmLinie->Datenherr->TUNummer, Name
        }
    }
    class Netznoten {
        +Betriebspunkt: Betriebspunkt
        +Geometrie: Coord2
        +Gultigkeit: Gultigkeit
        +constraints {
            UNIQUE Betriebspunkt->Nummer
        }
    }
    class Transportunternehmen {
        <<domain>>
        +Spurweite
    }
    class Betriebspunkt {
        <<structure>>
        +Gultigkeit
    }

    KmLinie "1" -- "0..*" Netzsegment : +rKmLinie
    Netzsegment "0..*" -- "1" Netznoten : +rAnfangsknoten
    Netzsegment "0..*" -- "1" Netznoten : +rEndknoten
    Netzsegment "0..*" -- "0..*" Netzsegment : +rAnfangssegmente
    Netzsegment "0..*" -- "0..*" Netzsegment : +rEndsegmente
    Netzsegment "0..*" -- "0..*" Transportunternehmen : +Datenherr
    Netzsegment "0..*" -- "0..*" Transportunternehmen : +Infrastrukturbetreiber
    Netznoten "0..*" -- "0..*" Betriebspunkt : +rUebergeordnet
    Netznoten "0..*" -- "0..*" Betriebspunkt : +rUntergeordnet
    Netznoten "0..*" -- "0..*" Betriebspunkt : +Betriebspunkt
  
```

Legende

- MGMD Schienennetz
- Auszug aus MGMT Haltestellen öV
- Auszug aus MDM Transportunternehmen öV

max. 2 Hierarchieebenen

«domain» Spurweite

- mm600
- mm750
- mm800
- mm1000
- mm1200
- mm1435
- mm1000_1435
- andere

«structure» Gultigkeit

- + BeginnGultigkeit: XMLDate
- + EndeGultigkeit: XMLDate [0..1]
- + BearbeitungsDatum: XMLDate
- + Stand: XMLDate

«structure» Betriebspunkt

- + Nummer: 0 .. 9999999
- + Name: TEXT*50 [0..1]
- + Abkuerzung: TEXT*6 [0..1]
- + DatenherAbkuerzung: TEXT*15 [0..1]
- constraints**
- {EXISTENCE Nummer IN Betriebspunkt:Nummer}
- {EXISTENCE Name IN Betriebspunkt:Name}
- {EXISTENCE Abkuerzung IN Betriebspunkt:Abkuerzung}
- {EXISTENCE DatenherAbkuerzung IN Betriebspunkt:DatenherAbkuerzung}

«domain» Elektrifizierung

- Gleichstrom
- Wechselstrom_50Hz
- Wechselstrom_16_7Hz
- Drehstrom
- nicht_elektrifiziert
- Wechselstrom_16_7Hz_50Hz
- Wechselstrom_16_7Hz_Gleichstrom

«structure» TU

- + TUNummer: TEXT*6
- + TUAbkuerzung: TEXT*15 [0..1]
- constraints**
- {EXISTENCE TUNummer IN Transportunternehmen:Nummer}
- {EXISTENCE TUAbkuerzung IN Transportunternehmen:Abkuerzung}

22/37



3.2 Objektkatalog

Im Folgenden werden die drei Klassen des Datenmodells mit ihren Attributen beschrieben.

Die technischen Attribute zur Objekt-Identifikation sind nicht aufgeführt. Deren Ausgestaltung richtet sich nach den Grundsätzen der GIS-Fachstelle BAV, welche im Dokument "Dokumentation und Pflege von Geodatenbeständen im BAV" dokumentiert sind [BAV-Konv].

Auch die Referenzen (Fremdschlüsselbeziehungen) zwischen den einzelnen Klassen werden nicht explizit angeführt, sie sind aus dem UML-Diagramm ersichtlich.

3.2.1 Netzsegment

Attribut	Typ	Kardinalität	Beschreibung
Name	TEXT*16	1	Eindeutige sprachliche Bezeichnung des Netzsegments.
KmAnfang	-999.999 .. 999.999	1	Kilometrierungswert in [km] am Anfang des Netzsegments.
KmEnde	-999.999 .. 999.999	1	Kilometrierungswert in [km] am Ende des Netzsegments.
Geometrie	Linie	1	Liniengeometrie, die den geometrischen Verlauf der Mitte des Schienenkörpers (Trasse) beschreibt.
Infrastrukturbetreiber	TU	1	Betreiber der Infrastruktur, der im TU-Verzeichnis des BAV enthalten ist.
AnzahlStrecken-Gleise	0 .. 9	1	Minimale Anzahl der Gleise (Streckengleise). Für die Liste der möglichen Werte siehe Kap. 2.3
Spurweite	Spurweite	1	Schienenabstand in [mm]. Für die Liste der möglichen Werte siehe Kap. 2.3
Elektrifizierung	Elektrifizierung	1	Stromsystem, mit dem die Infrastruktur versorgt wird. Für die Liste der möglichen Werte siehe Kap. 2.3
Gültigkeit	Gültigkeit	1	Fachliche Gültigkeit des Netzsegments (vgl. Kap. 3.3.6): Beginn Gültigkeit: Datum der Inbetriebnahme des Segments. Dies kann auch ein geplantes (zukünftiges) Datum sein. Ende Gültigkeit: Datum der Ausserbetriebnahme des Segments. Dies kann auch ein geplantes (zukünftiges) Datum sein.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

3.2.2 Netzknoten

Attribut	Typ	Kardinalität	Beschreibung
Betriebspunkt	Betriebspunkt	1	Definiert Name, Nummer und Abkürzung des Netzknotens. Betriebspunkt, zu welchem der Netzknoten zugeordnet ist.
Geometrie	Coord2	1	Punktgeometrie des Netzknotens.
Gueltigkeit	Gueltigkeit	1	Fachliche Gültigkeit des Netzknotens: - Beginn: Datum der Inbetriebnahme der Schienen-Infrastruktur, welche durch diesen Knoten definiert ist. Dies kann auch ein geplantes (zukünftiges) Datum sein. - Ende: Datum der Ausserbetriebnahme der Schienen-Infrastruktur, welche durch diesen Knoten definiert ist. Dies kann auch ein geplantes (zukünftiges) Datum sein. Solange einem Netzknoten noch (gültige) Netzsegmente zugeordnet sind, kann ein Netzknoten nicht ungültig (beendet) werden.

3.2.3 KmLinie

Attribut	Typ	Kardinalität	Beschreibung
Datenherr	TU	1	Für die Kilometrierungslinie verantwortliches Unternehmen, das im TU-Verzeichnis des BAV enthalten ist.
Nummer	TEXT*4	1	Eindeutige Nummer der Kilometrierungslinie innerhalb des Namensraumes des Datenherrn.
Name	TEXT*40	0 .. 1	Gebräuchlicher Name der Kilometrierungslinie.
Gueltigkeit	Gueltigkeit	1	Fachliche Gültigkeit der KM-Linie: - Beginn: Datum, ab welchem der durch die Gesamtheit der Attribute des Informationsobjektes beschriebene Zustand wahr ist. Dies kann auch ein geplantes (zukünftiges) Datum sein. - Ende: Datum, ab welchem die KM-Linie nicht mehr gültig ist. Dies kann auch ein geplantes (zukünftiges) Datum sein. Solange einer KM-Linie noch (gültige) Netzsegmente zugeordnet sind, kann die KM-Linie nicht ungültig (beendet) werden.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

3.3 Wertebereiche und Strukturen

Im Datenmodell werden folgende Wertebereiche und Strukturen verwendet:

3.3.1 Wertebereich Spurweite

Wert	Beschreibung
mm600	Spurweite 600mm
mm750	Spurweite 750mm
mm800	Spurweite 800mm
mm1000	Spurweite 1000mm
mm1200	Spurweite 1200mm
mm1435	Spurweite 1435mm
mm1000_1435	Mehrgleisig mit Spurweiten 1000mm und 1435mm.
andere	Spurweite, die nicht einem der oben definierten Werte entspricht.

3.3.2 Wertebereich Elektrifizierung

Wert	Beschreibung
Drehstrom	Dreiphasenwechselstrom
Gleichstrom	Gleichstrom
Wechselstrom_16_7Hz	Wechselstrom mit verminderter Sollfrequenz 16.7 Hz
Wechselstrom_16_7Hz_50Hz	Versorgung mit zwei Stromsystemen: Wechselstrom der Sollfrequenzen 16.7 Hz und 50 Hz
Wechselstrom_16_7Hz_Gleichstrom	Versorgung mit zwei Stromsystemen: Wechselstrom 16.7 Hz und Gleichstrom
Wechselstrom_50Hz	Wechselstrom mit Standard-Industriefrequenz 50 Hz
nicht_elektrifiziert	Strecke ohne Stromversorgung



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

3.3.3 Wertebereich Linie

Beschreibung Polylinie mit 2D-Stützpunkten, gerade Verbindungsstücke oder Bögen.

3.3.4 Struktur TU

Struktur für die Identifikation eines Unternehmens. Verweist auf ein Unternehmen des TU-Verzeichnisses des BAV (ausserhalb des minimalen Geodatenmodells).

Attribut	Typ	Kardinalität	Beschreibung
TUNummer	TEXT*6	1	Nummer des Transportunternehmens, gemäss TU-Verzeichnis BAV.
TUAbkuerzung	TEXT*15	0..1	Abkürzung des Transportunternehmens, gemäss TU-Verzeichnis BAV.

TUNummer und TUAbkuerzung müssen im TU-Verzeichnis des BAV definiert sein.

3.3.5 Struktur Betriebspunkt

Struktur für die Identifikation eines Betriebspunktes. Verweist auf einen Betriebspunkt aus dem minimalen Geodatenmodell der Haltestellen des öffentlichen Verkehrs.

Betriebspunkte müssen im Geobasisdatensatz der Haltestellen des öV definiert sein.

Attribut	Typ	Kardinalität	Beschreibung
Nummer	0 .. 9999999	1	In DIDOK definierte Dienststellen-Nummer des Betriebspunktes, bestehend aus 2-stelligem Ländercode und 5-stelliger Zahl.
Name	TEXT*30	0 ..1	Sprechende Bezeichnung des Betriebspunktes.
Abkuerzung	TEXT*6	0 .. 1	Abkürzung des Namens.
AbkuerzungDatenherr	TEXT*15	0 .. 1	Datenherr für den Namensraum der Abkürzung.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

3.3.6 Struktur Gültigkeit

Struktur für die Angaben zur Objektgültigkeit. Diese Struktur wird von den Klassen Netzsegment, Netzknoten und KmLinie als Strukturattribut verwendet.

Attribut	Typ	Kardinalität	Beschreibung
BeginnGueltigkeit	XMLDate	1	Datum des Beginns der fachlichen Gültigkeit des Objektes.
EndeGueltigkeit	XMLDate	0 .. 1	Datum des Endes der fachlichen Gültigkeit des Objektes. EndeGültigkeit kann leer sein, wenn das Ende der fachlichen Gültigkeit nicht bekannt ist (Regelfall).
BearbeitungsDatum	XMLDate	1	Datum der letzten Bearbeitung des Objektes. Die Erzeugung eines Objektes gilt auch als Bearbeitung.
Stand	XMLDate	1	Stichtag der Publikation des Datensatzes resp. des Objektes.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

4 Darstellungsmodell

Die hier beschriebene Symbolik definiert eine Empfehlung für die Darstellung der Hauptklassen im Datensatz "Schienennetz" ohne Differenzierung nach Attributwerten.

Das Darstellungsmodell ist auf einen Massstab von 1:25'000 ausgelegt. In kleineren Massstäben kann die Symbolgrösse konstant gehalten werden. In grösseren Massstäben ist die Grösse der Symbole proportional zum Massstab zu skalieren ("mitwachsende" Symbole).

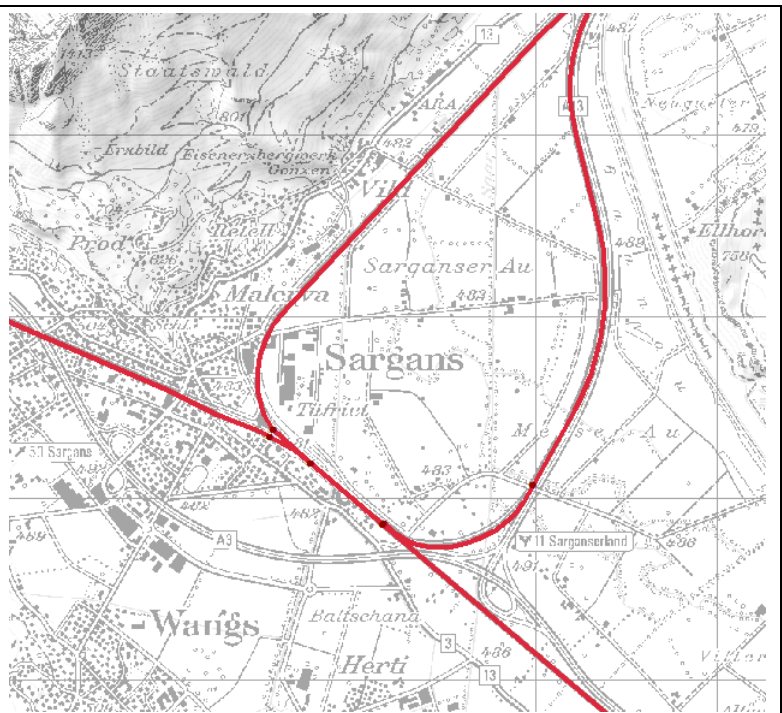
A) Netzsegmente und Netzknoten

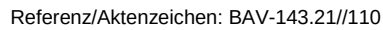
Netzsegment

Linie ausgezogen
Breite 1.0 mm (2.83 pt)
RGB 220,40,60 (mittelrot)

Netzknoten

Kreis vollflächig ohne Outline
Farbe 150,0,0 (dunkelrot)
Grösse 2.0 mm (5.67 pt)
über den Netzsegmenten
dargestellt





Beschriftung:
Schriftart Arial 11 pt
Schriftfarbe RGB 220,40,60
Format km.m
freigestellt mit Halo weiss 1.0
pt





Anhang A: Weitergehende Datenkonzepte

In diesem Kapitel wird der Bezug zwischen dem Datensatz und anderen Konzepten von Netzstrukturen aufgezeigt, die in bestimmten Anwendungsgebieten verwendet werden.

Linien

Mit Linien können spezifische, fachliche Sichten auf das Schienennetz abgebildet werden, wie etwa Fahrplan-Linien, Konzessions-Linien, Bestell-Linien etc. Die Kilometrierungslinien gemäss Datenmodell (vgl. Kap. 2.5) umfassen zum Beispiel alle Segmente, die nach aufsteigender Kilometrierung jeweils eine zusammenhängende Verbindung ergeben.

Eine Linie ist eine beliebige, zusammenhängende Folge von Netzsegmenten. Ein Netzsegment kann zu beliebig vielen Linien gehören. Es können jedoch keine Teilbereiche eines Netzsegments für die Linienbildung verwendet werden (eine Linie umfasst ein Netzsegment jeweils vollständig oder gar nicht). In der Regel werden am Anfang und Ende einer Linie Netzsegmente verwendet, welche mit einem Netzknoten eines Bahnhofs beginnen bzw. enden.

Linien, welche gemeinsam eine fachliche Sicht auf das Schienennetz definieren, werden zu Liniengruppen zusammengefasst. So bilden alle Fahrplan-Linien zusammen eine Liniengruppe "Fahrplan".

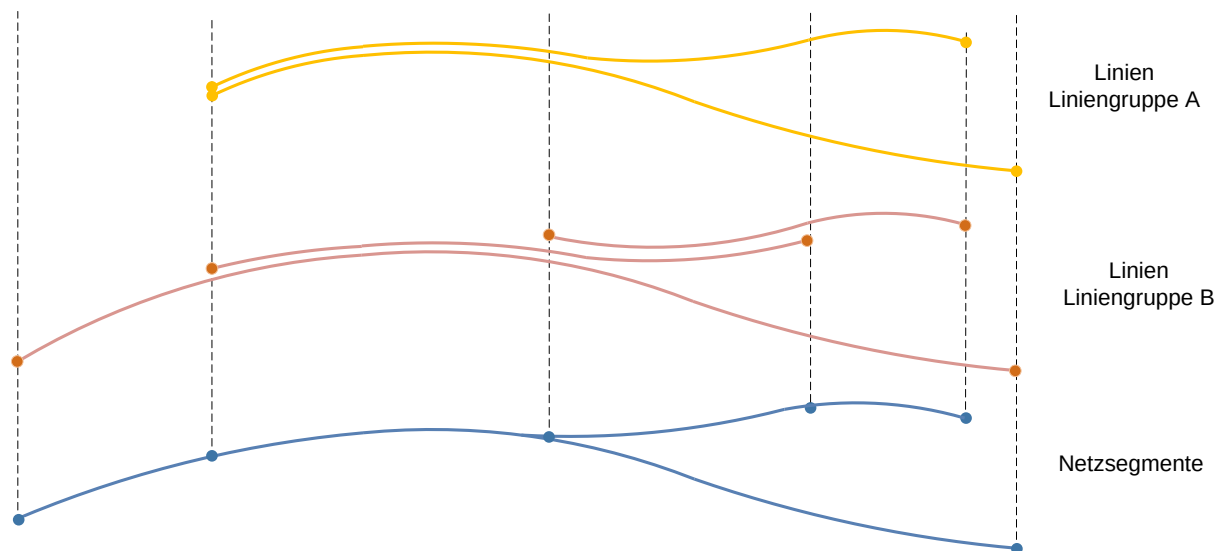


Abbildung 6: Schema Linien





Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Jede Linie enthält Informationen zu folgenden Eigenschaften:

- Bezeichnung der Liniengruppe. Identifiziert die fachspezifische Sicht der Linien.
- Identifikator (Linien-Nummer): Eindeutige Nummer innerhalb der Liniengruppe.
- Gebräuchlicher Name der Linie: Linienbezeichnung, i.d.R. Namen des Anfangs- und Endknotens, sowie allenfalls weiterer Zwischenknoten. Eindeutig innerhalb der Liniengruppe.
- Anfangsknoten: eindeutige Bezeichnung des Netzknotens am Beginn der Linie.
- Endknoten: eindeutige Bezeichnung des Netzknotens am Ende der Linie.
- Facheigenschaften: Beliebige Eigenschaften, welche die fachspezifische Sicht erfordert.
- Liste aller Netzsegmente, welche zusammen die Linie bilden.

Routing

Routing ist das Verfahren zur Ermittlung eines Weges in einem Netz.

Für das Schienennetz wurde mit den Netzknoten und Netzsegmenten eine Knoten-Kanten-Struktur definiert, auf der grundsätzlich Wegberechnungen möglich sind. Überall dort, wo mehrere Netzsegmente einen gemeinsamen Netzknoten als Anfangs- oder Endknoten referenzieren, kann ein Übergang von einem Netzsegment auf eine anderes festgelegt und somit ein Weg festgelegt werden.

Bei der Erfassung der Daten des Schienennetzes sind diese topologischen Grundregeln zu berücksichtigen. Wenn in der Realität in einem Netzknoten mit einem Fahrzeug von einem Netzsegment auf ein anderes gewechselt werden kann, so müssen diese Netzsegmente denselben Netzknoten referenzieren. Ist hingegen in der Realität mit einem Fahrzeug kein Übergang möglich, so müssen separate Netzknoten erfasst werden, die nicht miteinander durch Netzsegmente verbunden sind.

Für Routingaufgaben ist auch der Datensatz der öV-Haltestellen zu berücksichtigen [MGDM ID 89.2]. Dort können zusätzliche topologische Beziehungen direkt zwischen Haltestellen definiert werden. Dies ermöglicht z.B. die Beschreibung des Übergangs zwischen zwei Netzknoten, die nicht durch Netzsegmente miteinander verbunden sind, aber eine gemeinsame übergeordnete Haltestelle aufweisen. Die mit dem Datensatz der öV-Haltestellen definierten topologischen Beziehungen beschreiben eine Fahrgast- resp. Fahrplansicht.

Je nach Anwendungsfall können für Routingaufgaben weitergehende Topologie-Informationen notwendig sein. Zum Beispiel können an einem Netzknoten einschränkende Abbiegebeziehungen relevant sein, denn von einem Netzsegment sind nicht immer alle anderen Netzsegmente eines Netzknotens tatsächlich erreichbar. Solche weitergehenden Topologie-Regeln sind nicht Bestandteil des minimalen Geodatenmodells. Sie können aber bei Bedarf auf den Netzsegmenten und Netzknoten aufgebaut werden.



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

Gleisnetz

Ein grösserer Detaillierungsgrad bis auf Stufe Gleisachsen (oder noch weiter) ist für verschiedene Aufgaben wünschenswert bzw. erforderlich. Für das minimale Geodatenmodell gemäss GeoIG wird dieser Detaillierungsgrad jedoch nicht gefordert.

Eine Modellierung des detaillierten Gleisnetzes kann und soll sich aber durchaus auf die Strukturen des minimalen Geodatenmodells des Schienennetzes beziehen. Insbesondere sollte das mit dem MGDM definierte Kilometrierungssystem auf das Gleisnetz übertragen werden. Durch Anwendung der nachfolgend beschriebenen Verfahren der topologischen oder linearen Referenzierung der Gleisstränge auf das Schienennetz kann eine Anbindung und Transformation von Informationen auf das Schienennetz erreicht werden.



Anhang B: Referenzierung von Facheigenschaften

Übersicht

Der Datensatz Schienennetz beschreibt direkt einige Hauptmerkmale des Schienennetzes. Er stellt jedoch auch die Grundstrukturen bereit, um beliebig weitere Facheigenschaften mit Bezug zum Schienennetz in einen gemeinsamen, räumlichen Kontext zu bringen. Das Schienennetz definiert so ein Bezugssystem für schienengebundene Informationen.

Objekte und Facheigenschaften können auf zwei Arten zum Schienennetz in Bezug gebracht werden:

- Topologischer Bezug durch Referenzierung der Strukturelemente des Schienennetzes
- Linearer Bezug durch Referenzierung einer Kilometrierung

Topologische Referenzierung auf Strecken oder Punkte

Objekte oder Facheigenschaften lassen sich auf die Strukturelemente Netzknoten und Netzsegment referenzieren. Das Objekt bzw. die Facheigenschaft übernimmt dadurch die räumlichen Eigenschaften des entsprechenden Objekts (planare und lineare Lokalisierung).

Eine topologische Referenzierung kann immer nur auf ganze Strukturelemente erfolgen (keine Teilbereiche).

Beispiele:

- Referenz auf Netzknoten:
Quantitative Risikoermittlung für Haltestelle Olten
- Referenz auf Netzsegment:
Zugzahl-Prognose: Zugzahlen auf Netzsegment OLN-OLTU

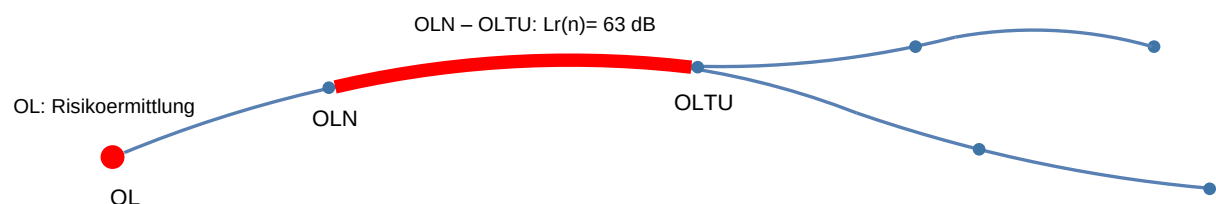


Abbildung 7: Schema topologische Referenzierung



Lineare Referenzierung (Kilometrierungsreferenz)

Objekte und Facheigenschaften lassen sich auf einen beliebigen Ort auf dem Schienennetz referenzieren. Dabei kann es sich um einen punktuellen Ort oder einen Bereich auf dem Schienennetz handeln.

Diese lineare Referenzierung erfolgt durch die Angabe einer Kilometrierungslinie sowie einem Kilometerwert bzw. -Bereich. Ist die Kilometrierung auf einer Kilometrierungslinie infolge negativer Fehlerprofile nicht eindeutig, so muss die Referenzierung durch Angabe des Netzsegments präzisiert werden.

Objekte oder Facheigenschaften mit einer räumlichen Ausdehnung werden mit einem Anfangs- und einem Endort lokalisiert. Diese beiden Orte müssen sich auf derselben Kilometrierungslinie befinden.

Beispiele:

- Punktueller Ort:
 - Unfall 1 bei Kilometer 5.3 auf Km-Linie 2
 - Unfall 2 bei Kilometer 14.9 auf Km-Linie 1, Netzsegment OLTU-ABCD⁵
- Abschnitt:
Brücke 1 von km 3.8 bis km 7.9 auf Km-Linie 1

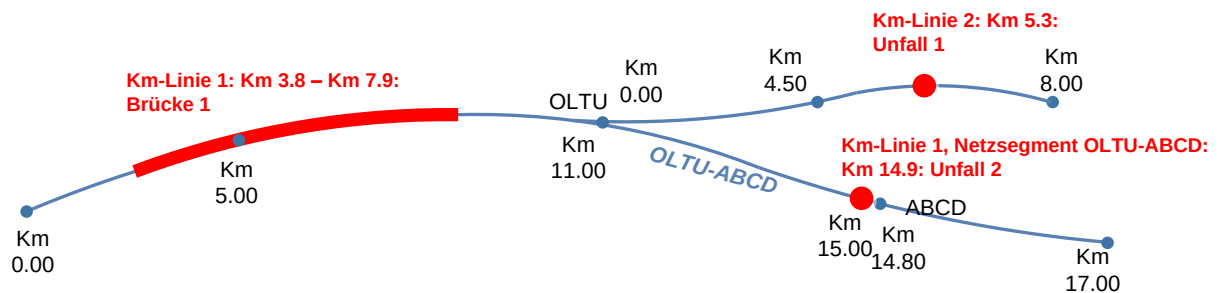


Abbildung 8: Schema lineare Referenzierung

⁵ Die Angabe des Netzsegments ist in diesem Fall notwendig, weil die Kilometrierung wegen des Fehlerprofils am Knoten ABCD nicht eindeutig ist.



Anhang C: Objektgültigkeit und Historisierung

Netzknoten und Netzsegmente verfügen über eine fachliche Gültigkeitsdauer, welche über ein Beginn- und EndeGültigkeits-Datum definiert ist. Netzsegmente des Schienennetzes, welche in Betrieb sind, haben i.d.R. kein definiertes EndeGültigkeits-Datum. Erst wenn die Ausserbetriebnahme terminiert oder vollzogen ist, wird für den entsprechenden Datensatz das EndeGültigkeits-Datum gesetzt.

Geplante Netzsegmente und –Knoten können im Datensatz ebenfalls erfasst werden, indem deren BeginnGültigkeits-Datum ein Datum in der Zukunft erhält.

Bei Änderungen an den Objekten des Schienennetzes ist zu unterscheiden, ob es sich um eine Aktualisierung der bereits bestehenden Objekte handelt oder ob es sich um einen Ersatz handelt, indem die bestehenden Objekte beendet und durch neue Objekte ersetzt werden.

Die Kriterien, wann ein Objekt ersetzt und wann aktualisiert wird, werden im separaten Nachführungskonzept festgelegt.

Der Datensatz „Schienennetz“ wird jährlich aktualisiert und publiziert. Der publizierte Datensatz enthält jeweils nur Objekte, die beim Stichdatum der Nachführung nicht beendet sind, d.h. das EndeGültigkeits-Datum ist offen oder liegt in der Zukunft.

Neben den Datumsangaben zur fachlichen Gültigkeit eines Objektes wird auch das Datum der Erfassung oder Änderung eines Datensatzes beim Datensatz im Attribut "Bearbeitungsdatum" gespeichert. Somit ist für jeden Datensatz das Datum von dessen letzter Mutation bekannt.

Jedes Objekt verfügt zudem über einen stabilen Systemschlüssel, der auch im publizierten Datensatz enthalten ist. Mit diesem stabilen Systemschlüssel sowie dem Bearbeitungsdatum wird es einem Datenempfänger ermöglicht, Veränderungen am Datensatz des Schienennetzes zwischen zwei publizierten Datensätzen selbst zu ermitteln:

- Neue und gelöschte Objekte lassen sich durch einen Vergleich der Systemschlüssel (Objekt-Identifikatoren) im alten und neuen Datenbestand ermitteln.
- Veränderte Objekte lassen sich durch eine Analyse des Bearbeitungsdatums ermitteln.

Die Attribute Systemschlüssel und Bearbeitungsdatum sind in den Beschreibungen der Eigenschaften in den vorangehenden Kapiteln nicht aufgeführt, da es sich um vom System verwaltete Schlüssel resp. Eigenschaften handelt.

Grundlagen und weitere Informationen zur Objektgültigkeit und den Historisierungsmechanismen sind im Dokument "Dokumentation und Pflege von Geodatenbeständen im BAV" ersichtlich.



Anhang D: Datenquellen und Nachführung

Die Pflege des Basisdatensatzes wird in einem gesonderten Dokument zur Datenhaltung und Nachführung dokumentiert. An dieser Stelle werden die Grundzüge zu Verfahren und Zuständigkeiten aufgezeigt.

Der Datensatz Schienennetz wird vom BAV gepflegt und periodisch neu publiziert. Änderungen am Schienennetz, welche Attribute oder Geometrie gemäss Datenmodell betreffen, müssen im Datensatz nachvollzogen werden. Es wird mit einer Anzahl Mutationen im Bereich von einigen Dutzend bis zu wenigen Hundert pro Jahr gerechnet.

Änderungen an der Schieneninfrastruktur müssen vom BAV bewilligt werden. Entsprechende Gesuche werden in der Regel im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens geprüft und bewilligt. Für geringfügige Vorhaben ist ein vereinfachtes Verfahren in Vorbereitung⁶. Der Abschluss der Arbeiten, ob gemäss PGV oder nach vereinfachtem Verfahren, muss dem BAV gemeldet werden.

Falls es sich um eine für den Datensatz relevante Veränderung am Netz handelt, wird im Rahmen dieser Vollzugsmeldung zukünftig ein Datensatz mit dem neuen Zustand verlangt (digitale Geodaten). Die verfahrensleitende Sektion im BAV (bw II) übernimmt die Triage. Die GIS-Fachstelle BAV spezifiziert im Rahmen des Konzepts zur Datenhaltung und Nachführung die Kriterien, Formate und Umfang der verlangten Daten.

Bei der Nachführung des Datensatzes Schienennetz kommt der DfA eine besondere Bedeutung zu. In der DfA sind rund 70% des gesamten Schienennetzes der Schweiz erfasst. In periodischen Abständen (z.B. jährlich) sollen die Veränderungen am Schienennetz der DfA an das BAV übermittelt werden und diese Änderungen im Datensatz Schienennetz nachgeführt werden.

⁶ Revision der Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen VPVE



Referenz/Aktenzeichen: BAV-143.21//110

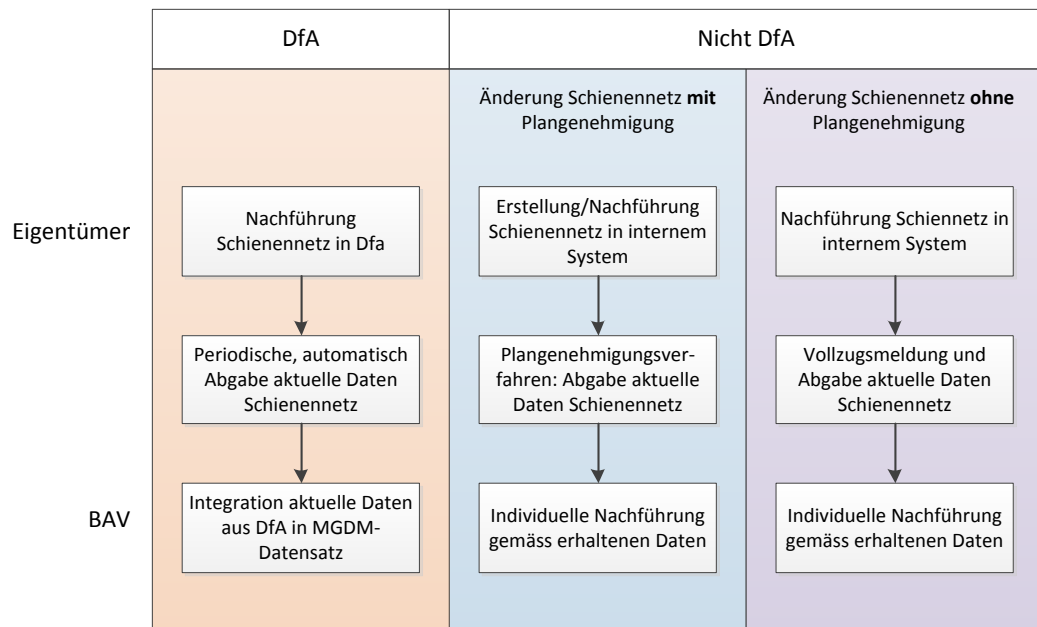


Abbildung 9: Nachführungsprozesse