

Digitales Straßennetz

LUXEMBURG

Dokumentation

V. 1.0 / 10.02.2026 – PCH/DIR



Inhaltsverzeichnis

1.	Topologisches Konzept	3
1.1.	Netzknoten	3
1.2.	Netzkanten	4
2.	Attribuierung der Geometrie	7
2.1.	Attribute Netzknoten	7
2.2.	Attribute Netzkanten.....	8
	Berechnung der Slope-Werte	10
	Verwaltungsspezifische Attribute	11



Vorliegendes Dokument beschreibt das Erfassungskonzept des digitalen Straßennetzes der Straßenbauverwaltung Luxemburgs, sowie die darin enthaltenen Attribute. Das digitale Straßennetz der Straßenbauverwaltung umfasst alle staatlichen Straßen, die aktuell in Betrieb sind. Die Gemeindestraßen und Radwege sind in diesem Netzwerk nicht abgebildet.

1. Topologisches Konzept

Das digitale Straßennetz besteht aus Linienobjekten, auch Netzkanten genannt, sowie Punktobjekten, die auch als Netzknoten bezeichnet werden. Entlang beider Objektarten sind spezifische Attribute des Straßenraums vermerkt. Die Netzknoten verbinden Kanten als Start- bzw. Endpunkte und werden bei Attributveränderungen verwendet.

1.1. Netzknoten

Netzknoten sind sämtliche 3D-Knotenpunkte, die sich aus der verkehrstechnischen Verknüpfung bzw. Kreuzung zweier oder mehrerer Straßen des Straßennetzes untereinander ergeben. Weiterhin werden Netzknoten erforderlich bei Wechsel eines oder mehrerer Attribute einer Netzkante, bei Digitalisierung von Zu- und Abfahrten, Kurvenverläufen und Kreisverkehren. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel eines Attributwechsels.



Abbildung 1 Beispiel eines Netzknotens, der einen Attributwechsel der Straße vermerkt



1.2. Netzkanten

Dieses geometrische Element besteht aus einer Kante (Linie) und wird durch einen Anfangs- und einen Endknoten definiert. Eine Netzkante wird immer dann beendet, wenn eine Veränderung in der Attributierung erfolgt oder eine andere Netzkante sie berührt. Wird bspw. die Straßenklassifikation geändert, oder aber die Anzahl der Spuren, wird dies an der nachfolgenden Kante vermerkt. Weiterhin wird eine Auftrennung zu Beginn und am Ende einer Brücke, sowie an deren Unterführung vorgenommen. Abbildung 2 gibt ein Beispiel einer solchen Auftrennung an einer Brücke, sowie deren Unterführung.

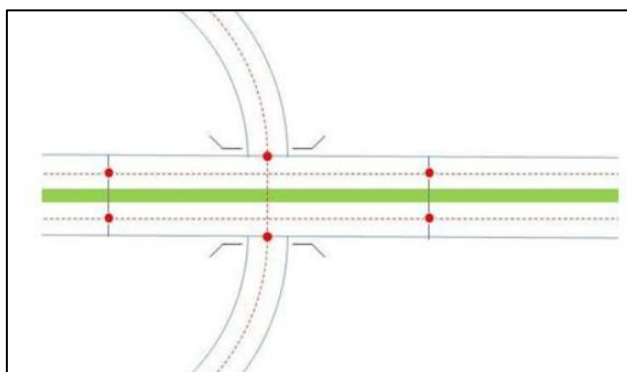


Abbildung 2 Beispielhafte Auftrennung einer Kante zu Beginn und Ende einer Brücke, sowie deren Unterführung

Der Straßenverlauf dieses Modells verläuft immer mittig der Straßen. Dies hat zur Folge, dass bauliche Trennungen nicht modelliert werden und dass bspw. Kreisverkehre von der Liniengeometrie einer Kreuzung ähneln (siehe Abbildung 3 als Beispiel).



Abbildung 3 Der Kreisverkehr nördlich von Rippweiler



Grund für diese vereinfachte Darstellung ist die von der Straßenbauverwaltung aufgebaute, auf Straßenachsen basierte lineare Referenzierung, die ein durchgängiges Netz erfordert. Bei der linearen Referenzierung handelt es sich um eine Methode, mit der sich ein geografischer Ort innerhalb einer Linie bestimmen lässt, ohne dass XY-Koordinaten erforderlich sind. Zur Vereinfachung der Verortung auf dem Feld wurde mithilfe dieser Methode auch die sogenannten „Points de repère de la voirie étatique“, (kurz PR; dieser Datensatz ist zu finden unter: <https://data.public.lu/en/datasets/points-de-repere-de-la-voirie-etatique/>), aufgestellt, welche die Basis interner Applikationen und anderer Datensätze ist (siehe Abbildung 4).

Um dieses System einzurichten, war es ebenfalls notwendig, Höhenwerte an jeder Kante des gesamten Netzes einzupflegen. Diese Z-Werte wurden den verschiedensten Quellen entnommen, darunter u.a. eigener Aufmaße der *Division des Géomètres et de la Photogrammetrie (DGP) – Abteilung der Straßenbauverwaltung* und der verschiedenen LIDAR-Überfliegungen des Katasteramtes.

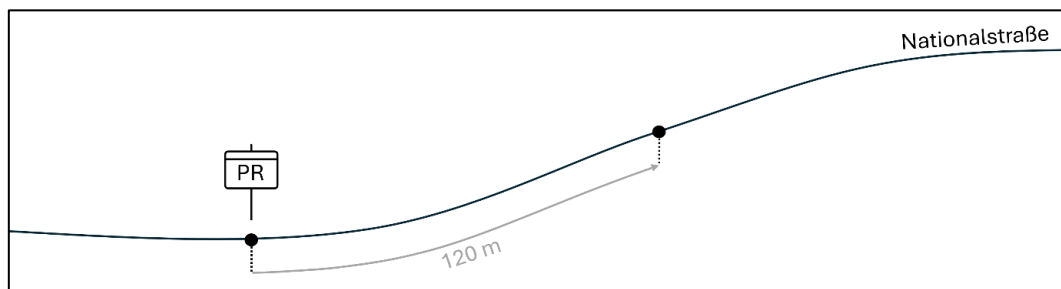


Abbildung 4 Distanz entlang Linie ausgehend von einem PR-Schild

Jede Straße wird demnach mit einer Mittelachse bestehend aus Teilelementen entlang des Straßenverlaufs abgebildet. Eine Ausnahme dieser Darstellung bilden hier die Autobahnen. Für diese wird pro Fahrtrichtung eine Mittelachse abgebildet (siehe auch die nachfolgende Abbildung 5). Außerdem sind hier die Autobahn-Auf- und Abfahrten modelliert.



Abbildung 5 Beispielhafte Modellierung der Autobahn A6 zwischen den Ortschaften Mamer und Capellen

Weiterhin bildet das aufgebaute PR-System die Basis der digitalen Straßenrichtung. So besitzt jede Straße ihren „Nullpunkt“, der den Startpunkt für die Berechnung der PR-Werte entlang dieser Kante (also der Straße oder des Straßenlinienzuges) bildet. Abbildung 6 zeigt den Startpunkt der Nationalstraße N10 in Schengen.

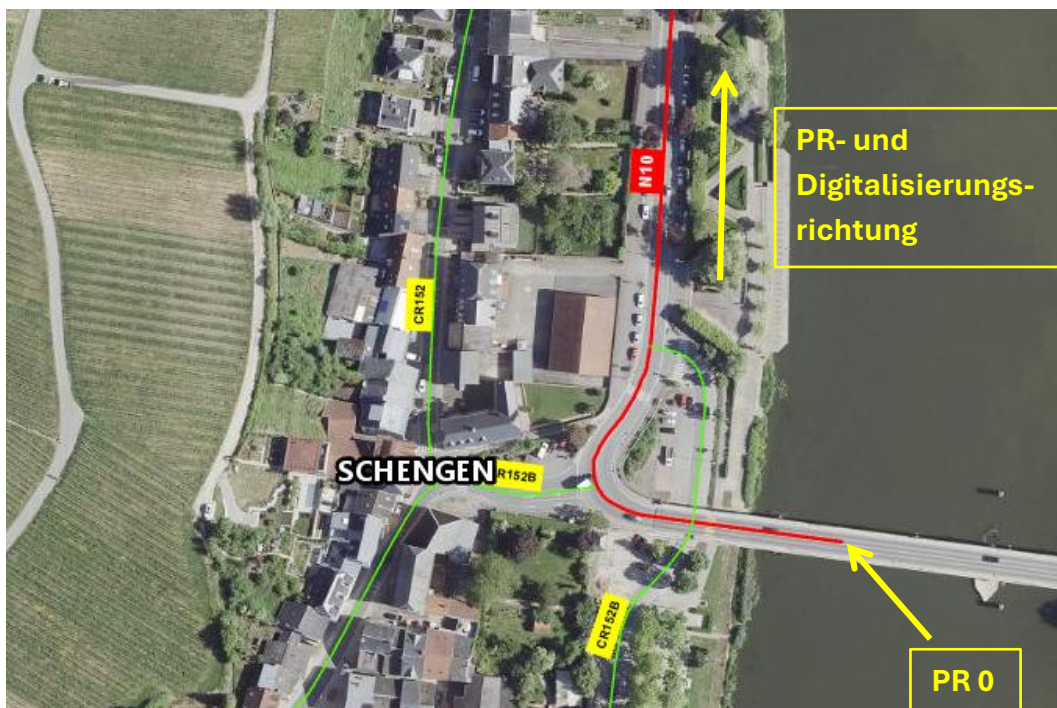


Abbildung 6 Start der Straße N10 in Schengen auf der Grenzbrücke

Diese Richtung entspricht ebenfalls der Digitalisierungsrichtung jeder einzelnen Kante der jeweiligen Straße und dient als Basis verschiedener Straßenrauminformationen, die als Attribute an den Kanten vermerkt sind, wie z.B. die Anzahl der Spuren oder die Straßenbreite.



2. Attribuierung der Geometrie

Die beiden geometrischen Darstellungen besitzen unterschiedliche Attribute.

2.1. Attribute Netzknoten

Die Attribuierung der Netzknoten (siehe Tabelle 1) besteht aus einer eindeutigen Knotennummer (Name der Variable: *KN_NR*), sowie Informationen zur Kreuzung (*INTER* = Intersection) der am Knoten andockenden Kanten (ID und Typ der Kreuzung).

Attributname	Beschreibung
KN_NR	Knotennummer
INTER_ID	ID der Kreuzung
INTER_TYPE	Typ der Kreuzung

Tabelle 1 Übersicht der verfügbaren Attribute entlang der Netzknoten

Abbildung 7 zeigt Knotennummer 5564, die gleichzeitig die Kreuzung Nr. 1193 der beiden Straßen N5 und CR204 bildet.

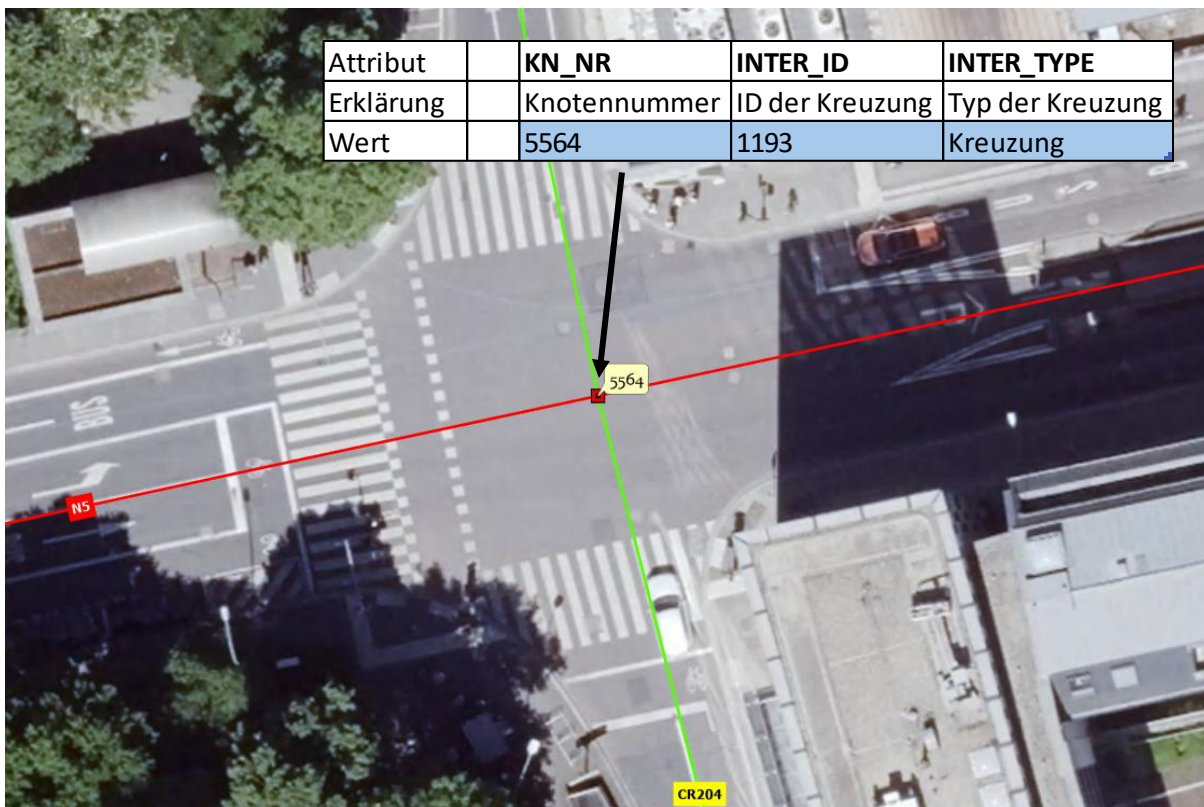


Abbildung 7 Beispiel der Attribuierung eines Netzknotens



2.2. Attribute Netzkanten

Bei den Netzkanten sind mehrere Attribute vorhanden, die den Straßenraum beschreiben. Tabelle 2 gibt eine Übersicht und eine Erklärung dieser:

Attributname	Description	Beschreibung
STR_ID	<i>Street ID</i>	Straßennummerierung
STL	<i>Legal Status</i>	Rechtsstatus
STR_CAT	<i>Street Category</i>	Straßenkategorie
SN_NR	<i>Start Node Number</i>	Nr. Startknoten
EN_NR	<i>End Node Number</i>	Nr. Endknoten
NODE_DIR	<i>Node Direction</i>	Knotenrichtung
TRAFF_DIR	<i>Traffic direction</i>	Verkehrsrichtung
NOL_FOR	<i>Number of Lanes forward</i>	Anzahl der Fahrspuren vorwärts
NOL_BACK	<i>Number of Lanes backward</i>	Anzahl der Fahrspuren rückwärts
MAXWIDTH_F	<i>Maxwidth forward</i>	Straßenbreite vorwärts
MAXWIDTH_B	<i>Maxwidth backward</i>	Straßenbreite rückwärts
SLOPE	<i>Slope</i>	Steigung
DIR_F	<i>Direction forward</i>	Richtung vorwärts
DIR_B	<i>Direction backward</i>	Richtung rückwärts
DESC_DIR_F	<i>Description direction forward</i>	Beschreibung Richtung vorwärts
DESC_DIR_B	<i>Description direction backward</i>	Beschreibung Richtung rückwärts
INTCH	<i>Interchange</i>	Knotenpunkt Autobahnen
INTCH_SIE	<i>Interchange</i>	Knotenpunkt Autobahnen
INTCH_TYPE	<i>Interchange Type</i>	Knotenpunkt Autobahnen - Typ
ID_RA	<i>ID Roundabout</i>	Kreisverkehr-ID

Tabelle 2 Übersicht der verfügbaren Attribute entlang der Netzkanten

Das erste Attribut ist die offizielle Straßennummerierung (Name der Variable: *STR_ID*), wie zum Beispiel „A1“ für die Autobahn Luxemburg – Trier, oder „CR181“ für die Straße zwischen Helfenterbrück und Bertrange. Neben der Nummerierung einer Straße, wurde an jeder Kante einer Straße ebenfalls noch der Rechtsstatus (Attribut *STL*) vermerkt. Hier wird angegeben, ob es sich um eine Schnellstraße, Nationalstraße, oder um einen "Chemins repris" handelt (attributiert als „BV, RN und CR“). Die Autobahn wurde weiter unterteilt in *AB-TRC* und *AB-BRT*, also in „tronçon“ (Abschnitt) und „bretelle“ (Auf- und Abfahrt).

Anhand der Variable *STR_CAT* wurden die einzelnen Linienelemente in eine feinere Klassifikation unterteilt. Neben den Hauptklassen Chemin Repris (CR...), Nationalstraße (N..), Schnellstraße (B...) und Autobahn (A...) kann hier zwischen weiteren Elementen unterschieden werden. So sind hier bspw. Auf- und Abfahrten von National- und Schnellstraßen vorhanden und es wurden auch By-Pässe von Rastplätzen als Klasse festgelegt. Die gesamte Auflistung der Klassifikation kann nachfolgender Tabelle 3 gefunden werden.



Code	Straßenkategorie (STR_CAT)
30	Chemin repris
40	Route nationale
41	Bretelle route nationale
50	Voie expresse
51	Bretelle voie expresse
60	Autoroute
61	Bretelle autoroute
62	Bypass aire de repos
63	Autre bypass (exemple Croix de Gasperich)
930	Simplification chemin repris
940	Simplification route nationale
941	Simplification bretelle route nationale
961	Simplification bretelle autoroute
970	Simplification giratoire
971	Simplification bretelle giratoire
972	Simplification giratoire turbo
973	Simplification bretelle giratoire turbo

Tabelle 3 im Datensatz verfügbare Klassen des Attributs STR_CAT

Wie bereits in Kapitel 1 erklärt, handelt es sich um ein vereinfachtes Modell des Straßennetzes, welches stellenweise nicht den exakten Verlauf der Straße angeben. Derartige vereinfachte Kanten sind mit einem Präfix „Vereinfachung“ markiert. Ein Beispiel einer Vereinfachung ist in Abbildung 3 dargestellt.

Der Klassifikation einer jeden Kante folgt die Angabe des zugehörigen Start- und Endknotens als Attribut, sowie deren Richtung (*SN_NR*, *EN_NR* und *NODE_DIR*). *TRAFF_DIR* ist das Attribut, das beschreibt, in welche Fahrtrichtung der Verkehr einer Straße verläuft. Der Wert „forward“ besagt, dass die Fahrtrichtung des Verkehrs die gleiche ist wie die PR-, bzw. Digitalisierungsrichtung der Kante, während „backward“ in entgegengesetzter Richtung verläuft. Beim Wert „two-way“ kann die Straße in beide Richtungen befahren werden.

Entsprechend dieser Richtung wurden ebenfalls die nachfolgenden Attribute *NOL_FOR*, *NOL_BACK*, *MAXWIDTH_F* und *MAXWIDTH_B*, also Anzahl der Spuren, sowie die Straßenbreite vorwärts und rückwärts, befüllt. Handelt es sich bspw. um eine Einbahnstraße, die nur in Richtung „forward“ befahren werden kann, wurden in diesem Fall nur die Attribute *NOL_FOR*, sowie *MAXWIDTH_F*, erfasst. Da es keine entgegengesetzte Fahrtrichtung des Verkehrs gibt entlang dieser Straße, beinhalten *NOL_BACK* und *MAXWIDTH_B* keinen Wert. Im Rahmen dieser Erfassung wurde für die Anzahl der Spuren nur geradeausfahrende Spuren für Autos gezählt. Bus- und Fahrradspuren wurden nicht berücksichtigt. Für die Straßenbreite wurden diese jedoch mit aufgemessen.



Ein weiteres geometrisches Attribut, das an jeder Kante vermerkt ist, ist die Steigung (Name der Variable: *SLOPE*). Nachfolgend wird erklärt, wie die Werte dieser Steigung berechnet wurden.

Berechnung der Slope-Werte

Jede Kante des Straßennetzes besteht aus einem oder mehreren Liniensegmenten, die jeweils durch zwei Scheitelpunkte definiert sind (siehe Abbildung 8). Zur Bestimmung des Slope-Wertes einer Kante wird nun für jedes Liniensegment der Kante die Steigung berechnet, wobei die Steigung, wie in Abbildung 8 dargestellt, sich aus der Horizontaldistanz HD und der Differenz der Höhenwerte ΔZ ergibt. Die Höhenwerte entsprechen dabei den z-Koordinaten der Scheitelpunkte.

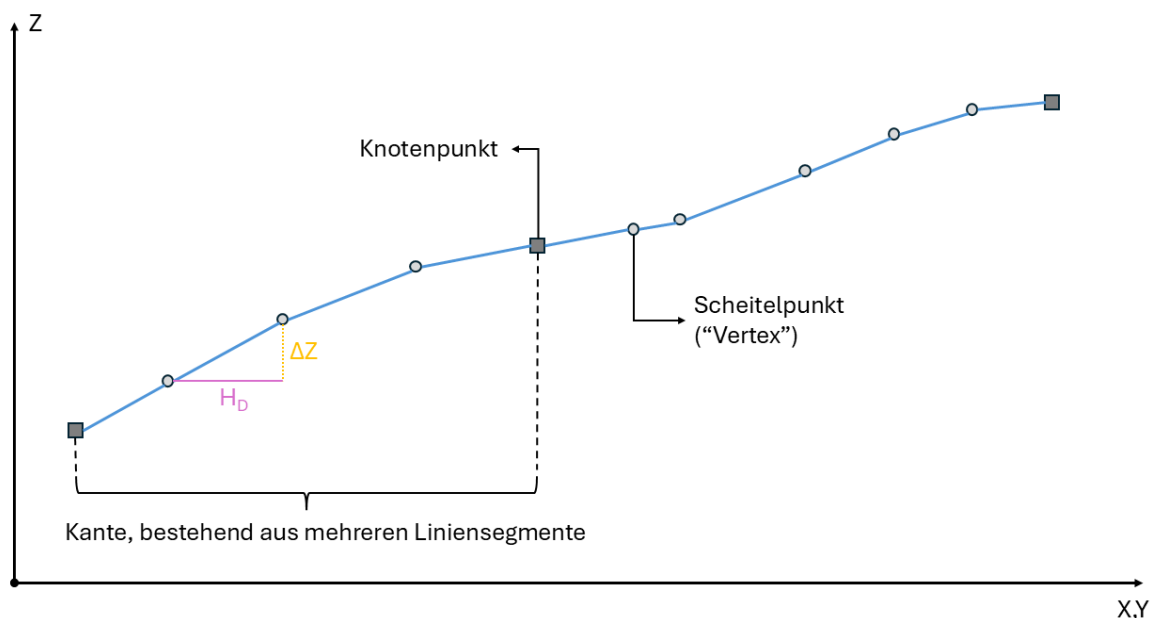


Abbildung 8 Bestimmung der Slope-Werte

Die Steigung wird nun für jedes Liniensegment einer Kante berechnet und die maximale Steigung dient als Slope-Wert für die gesamte Kante. Es sei jedoch angemerkt, dass kleine Liniensegmente (kleiner als 2 Meter) aus Plausibilitätsgründen generell nicht in die Berechnung der Slope-Werte einfließen, da Höhenänderungen auf kurze Distanzen zu unverhältnismäßig hohen Steigungen führen würden. Lediglich bei Kanten, die ausschließlich aus kleinen Liniensegmenten bestehen, wird statt des Maximums ein gewichtetes Mittel gebildet.



Verwaltungsspezifische Attribute

Die verbliebenen Attribute wurden spezifisch für den Nutzen der Straßenbauverwaltung aufgestellt. Dies sind zuerst die richtungsabhängigen Attribute *DIR_F* und *DIR_B*, sowie *DESC_DIR_F* und *DESC_DIR_B*. Hierbei handelt es sich um die Richtungsbeschreibung einer Straße, entsprechend internen Definitionen. Die Variablen *DIR_F* und *DIR_B* geben hier die internen Richtungscode wieder, sowohl in Richtung „forward“, als auch „backward“. Das Attribut *DESC_DIR* liefert die Beschreibung zum entsprechenden Code. Diese Richtungsbeschreibung ist verfügbar für die die Autobahnen und Nationalstraßen. Nachfolgendes Bild gibt ein Beispiel einer derartigen Richtungsbeschreibung der Autobahn A13. Die obere Kante führt Richtung Pétange und wurde entsprechend gekennzeichnet.

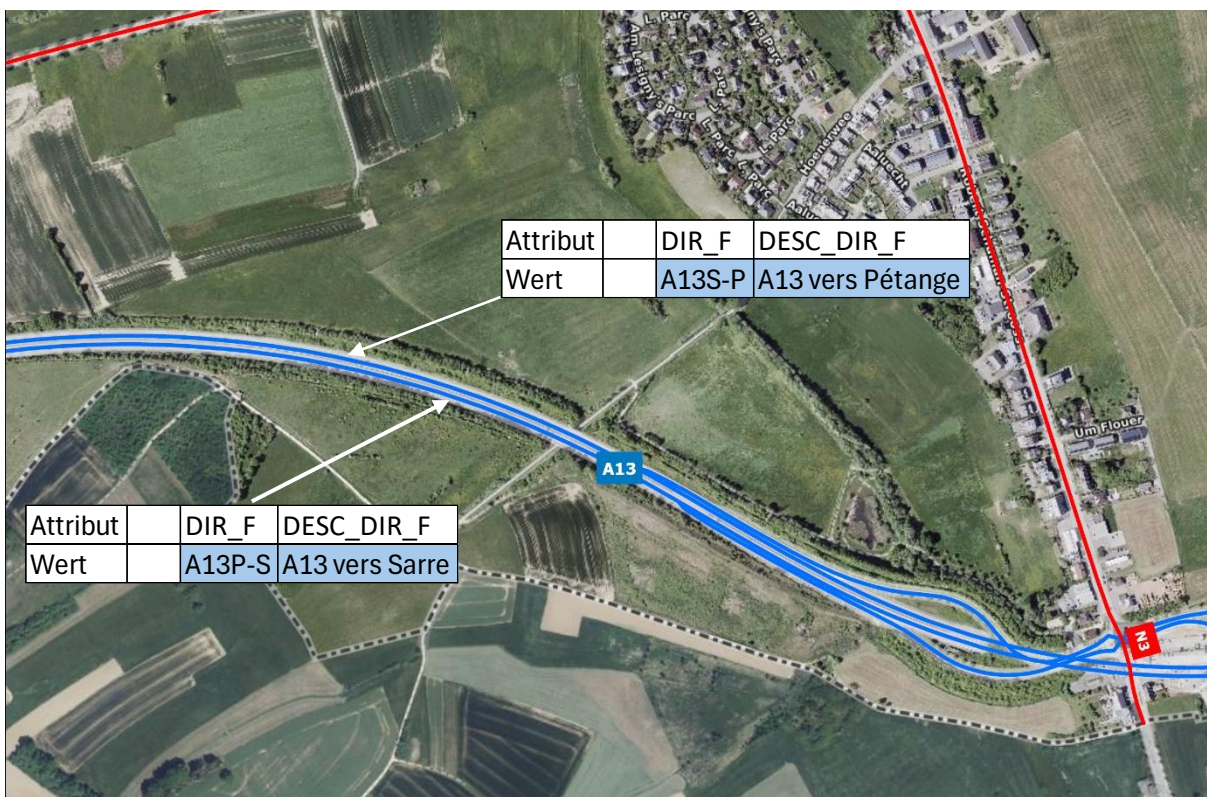


Abbildung 9 Beispiel der Richtungscodierung und der dazugehörigen Beschreibung für die A13 südlich von Frisange

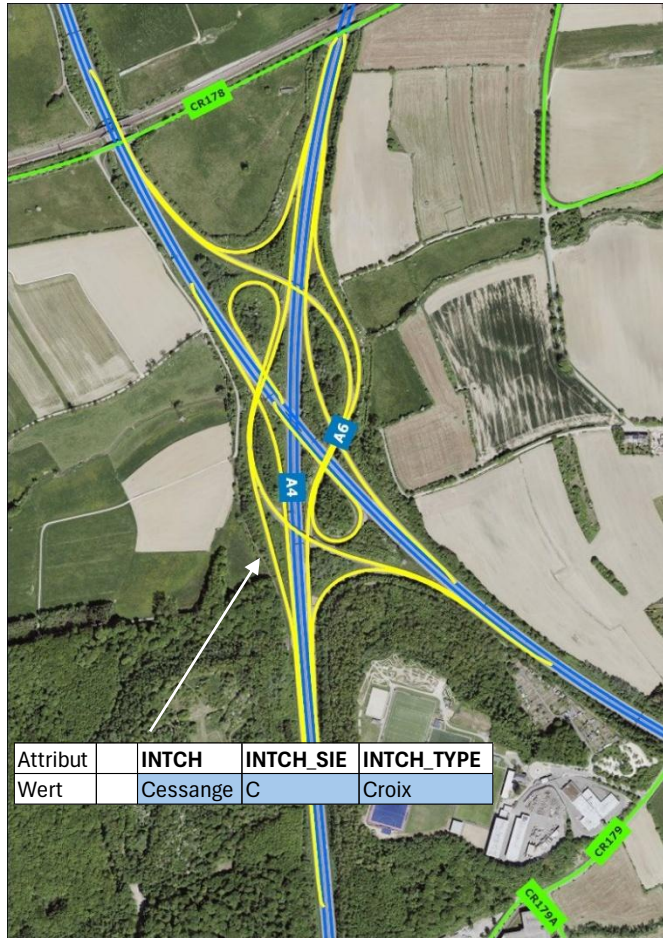
Die Gesamtheit der Codes und deren Beschreibungen kann im Dokument „**Kodifizierung des digitalen Straßennetzes**“ gefunden werden.



Die drei Attribute INTCH, INTCH_SIE und INTCH_TYPE beschreiben die Knotenpunkte der Autobahnen. Jede Kante, die zu einem derartigen Knotenpunkt gehört, wurde mit einem Eintrag versehen.

Die Variable INTCH gibt den Namen des Knotenpunkts wieder, während INTCH_SIE den dazugehörigen internen Code liefert. Als letztes dieser drei Attribute beschreibt INTCH_TYPE den Typ des Knotenpunktes. Hier wird unterschieden zwischen *croix* (Autbahnkreuz), *jonction* (Verzweigung) und *sortie* (Ausfahrt).

Abbildung 10 anbei zeigt als Beispiel die Kanten in Gelb die zum Autobahnkreuz in Zessingen gehören.



Attribut	INTCH	INTCH_SIE	INTCH_TYPE
Wert	Cessange	C	Croix

Abbildung 10 Kanten des Autobahnkreuzes in Zessingen



Das letzte Attribut, das im Datensatz zu finden ist, lautet *ID_RA*. Hierbei handelt es sich um eine interne Nummerierung der Kreisverkehre, die in die Zuständigkeit der Verwaltung fallen. Bei diesem vereinfachten Modell (Details hierzu in Kapitel 1.2) sind die Kanten innerhalb der Kreisverkehre, wie in Abbildung 11 in gelber Farbe dargestellt, mit einem Wert gefüllt.

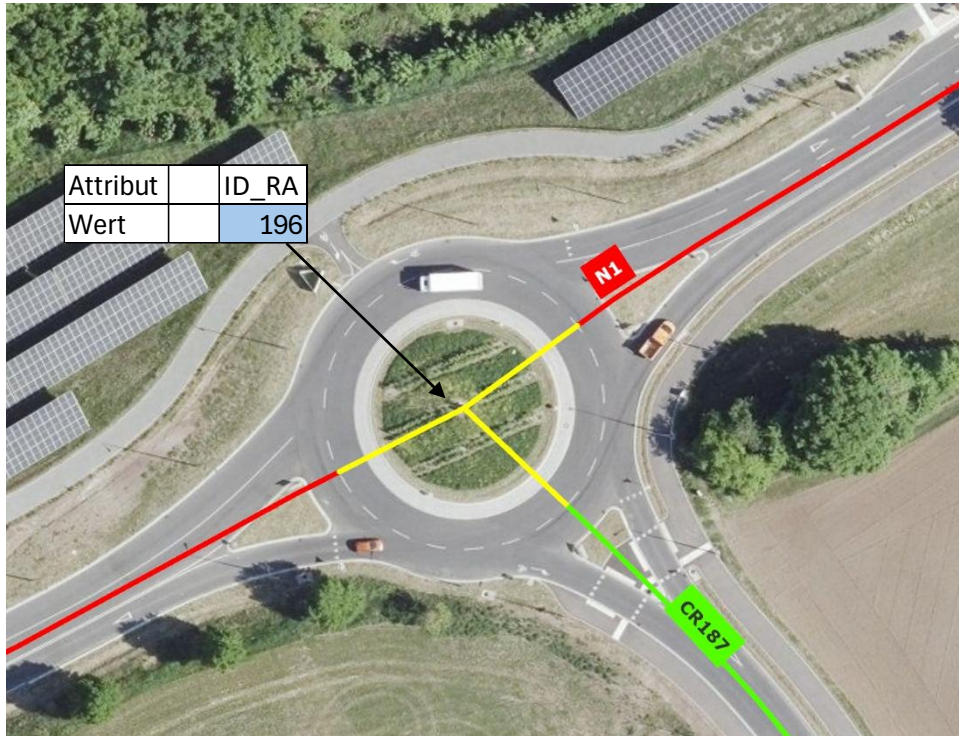


Abbildung 11 Kreisverkehrs Nr. 196 in Roodt-sur-Syre (Kanten in Gelb)