



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Raumentwicklung
Geoinformation

Kataster

5. Juli 2021
1/13

Höhenbestimmung von Lagefix- punkten LFP2

Pflichtenheft

Dokumentenkontrolle	
Autor	Andreas Werner
Telefon	043 259 40 25
E-Mail	andreas.werner@bd.zh.ch
Erstellt am	05.07.2021
Letzte Revision	09.08.2021
Status	Version 1.1
Klassifizierung	
Dateiname	Pflichtenheft_Nivellement_LFP2.docx



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung: Inhalt und Zweck	3
2. Grundlagen	4
2.1 Gesetzliche Grundlagen und Dokumente	4
2.2 Vorhandene Geodaten	4
3. Arbeitsbeschreibung	5
3.1 Projektperimeter	5
3.2 Genereller Arbeitsablauf	7
3.3 Anforderungen an die zu verwendenden Hilfsmittel	8
3.4 Anforderungen an die Arbeitsausführung	8
4. Termine	8
5. Arbeitsvergabe	9
6. Abgabe von Daten und Akten	9
7. Verifikation und Mängelbehebung	9
8. Abschlussarbeiten	9
Anhang	10
a) Verwendete Begriffe und Abkürzungen	10
b) Interlis Modellbeschreibung NivLinienLFP	11

1. Einleitung: Inhalt und Zweck

Basis für sämtliche Geodaten bilden die Daten der amtlichen Vermessung. Seit 2017 wird die amtliche Vermessung zusammen mit zahlreichen anderen Geodatenätzen in der ganzen Schweiz im Bezugssystem LV95 verwaltet. Das ab 1988 in Teilnetzen neu aufgebaute Grundlagennetz LV95 wurde mit der Messmethode der Satellitennavigation (GNSS) gleichmässig hochgenau bestimmt. Das Rückgrat der amtlichen Vermessung bilden die Lagefixpunkte (LFP2) und Höhenfixpunkte (HFP2). Der Unterhalt dieser Fixpunkte liegt für das Gebiet des Kantons Zürich im Zuständigkeitsbereich der Fachstelle Kataster des Amtes für Raumentwicklung (ARE-KAT).

Das Landesnivellementsnetz LN02 bildet die Ausgangsbasis der Höhenbestimmungen für Karten und Vermessungen in der Schweiz. Es besteht aus etwa 8000 Nivellementsfixpunkten (Messingbolzen), welche gruppenweise im Abstand von 1 bis 2 km entlang dem schweizerischen Hauptstrassennetz angeordnet sind. Die Höhen dieser Punkte sind die offiziellen Gebrauchshöhen der Schweiz. Auf Grundlage dieser Hauptpunkte der schweizerischen Landesvermessung wurden im Kanton Zürich etwa 1300 kantonale Höhenfixpunkte (HFP2) errichtet.

Der Bedarf an Fixpunkten, ob für die Lage oder für die Höhe, wird auch in Zukunft trotz satellitengestützter Vermessung und trotz spannungsarmem Bezugsrahmen an Bedeutung nicht verlieren. Damit auch bei den Luftaufnahmen (LIDAR-Daten, Orthofotodaten, entzerrte Luftbilddaten, Geländemolldaten usw.) die sehr gute Qualität beibehalten werden kann, benötigt es qualitativ gute Referenzpunkte. Gerade bei Luftaufnahmen ist es wichtig, dass die Referenzpunkte von oben gut sichtbar sind und sowohl in der Lage und in der Höhe eine hohe Genauigkeit aufweisen. Die Höhenfixpunkte sind als Referenzpunkte für Luftaufnahmen ungeeignet, da sie aus der Luft normalerweise nicht sichtbar sind. Demgegenüber eignen sich die Lagefixpunkte dafür sehr gut, da sie sich in den meisten Fällen unter einem aus der Luft gut sichtbaren und eigens dafür bezeichneten Schacht befinden. Zudem sind die LFP2 gleichmässig über das gesamte Kantonsgebiet verteilt (ungefähr ein Punkt pro km²). Allerdings verfügen die LFP2 in den meisten Fällen nur über eine mit dem Umrechnungsalgorithmus HTRANS berechnete Höhe. Daher sollen auch die LFP2 an den kantonalen Höhenbezug der HFP2 mittels Nivellement flächendeckend angebunden werden. Die nivellitisch bestimmten Höhen haben wegen der Einfachheit der Methode und der hohen Genauigkeit der Bestimmung für die alltäglichen Vermessungsarbeiten eine sehr grosse Bedeutung.

Die Lage- und Höhenfixpunkte im Zuständigkeitsbereich des Kantons werden in einem Turnus von sechs Jahren begangen. Dabei wird eine Kontrollmessung ausgeführt und der physische Zustand eines Punktes überprüft und wo nötig revidiert oder bei zerstörten Punkten ein Ersatz erstellt. Im Rahmen dieser Arbeiten werden seit 2020 zusätzlich auch die Grundlagen für eine nivellitische Höhenbestimmung erhoben.

Dieses Dokument beschreibt die technischen Voraussetzungen, den Ablauf und den Datenfluss für die nivellitische Höhenbestimmung der LFP2.

2. Grundlagen

2.1 Gesetzliche Grundlagen und Dokumente

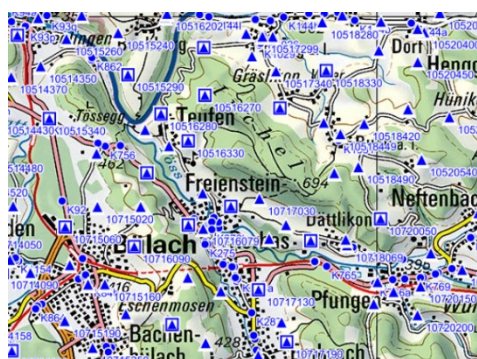
Name	Abkürzung	Datum	Nummer	Art (Gesetz, Verordnung, Weisung, Konzept)
Verordnung über die amtliche Vermessung	VAV	18.11.1992	SR 211.432.2	V
Technische Verordnung des VBS über die amtliche Vermessung	TVAV	10.06.1994	SR 211.432.21	V
Bundesgesetz über Geoinformation	GeolG	05.10.2007	SR 510.62	G
Verordnung der Bundesversammlung über die Finanzierung der amtlichen Vermessung	FVAV	06.10.2006	SR.211.432.27	V
Verordnung über Geoinformation	GeolV	21.05.2008	SR 510.620	V
Kantonales Geoinformationsgesetz	KGeolG	24.10.2011	LS 704.1	G
Kantonale Verordnung über die amtliche Vermessung	KVAV	27.06.2012	LS 704.12	V
Datenmodell 2001 der amtlichen Vermessung	AV03	01.10.2016		W
Richtlinien zur Bestimmung von Fixpunkten der Amtlichen Vermessung, swisstopo		11. 2005		W
Fixpunktkonzept des Kantons Zürich		18.09.2017		K
Umsetzungskonzept zum Fixpunktkonzept des Kantons Zürich		15.04.2020		K

2.2 Vorhandene Geodaten

Nachfolgend werden alle für die nivellitische Höhenbestimmung relevanten Geodaten erläutert.

2.2.1 Geodaten des Fixpunktdatenservices (FPDS)

Auf dem Geodatenportal der swisstopo lassen sich tagesaktuell die Daten und Protokolle der LFP2 und HFP2 abrufen und herunterladen. Mit folgendem Link werden LFP2 und HFP2 angezeigt: <https://s.geo.admin.ch/9159ddf86f>



Ein Punktprotokoll kann durch Anklicken eines Punktes abgerufen werden.

Abb 1: Ausschnitt aus map.geo.admin.ch

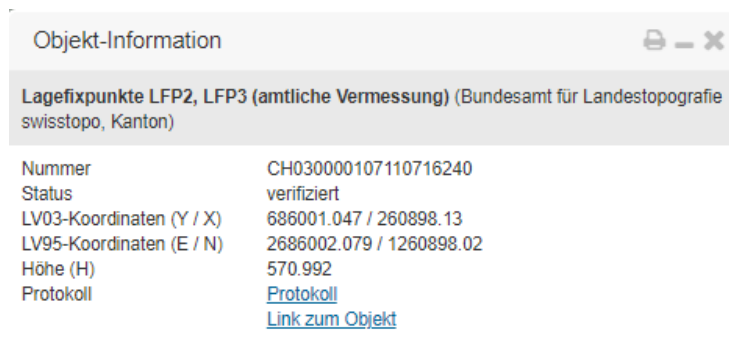


Abb. 2: Pop-up Fenster für Objekt-Information

2.2.2 Abgegebene Datensätze des ARE

Die Koordinaten der zu nivellierenden LFP2, der HFP1 und 2 sowie die dazugehörenden Punktprotokolle müssen nicht einzeln von map.geo.admin.ch abgerufen werden, sondern werden den Unternehmern pro Los vor Beginn der Arbeiten zur Verfügung gestellt. Die Abgabe der Koordinaten erfolgt im Shape- und im Interlis1-Format. Die Protokolle werden als PDF-Datei abgegeben.

Zusätzlich werden zur Eingabe der Detailofferte und zur Planung die vorgeschlagenen Nivellementsrouuten als Linienelemente im Shape- und Interlis1-Format abgegeben.

2.2.3 Massgebende Ausgangspunkte

Ausgangspunkte für die Nivellemente sind im Normalfall die HFP2. Diese werden in den jeweiligen Bezirken zusammen mit den LFP2 im Jahr vor der Nutzung für die nivellitische Höhenbestimmung der LFP2 begangen. Damit ist sichergestellt, dass die Punkte für die hier beschriebene Arbeit zur Verfügung stehen und einfach auffindbar sind. Die Höhen einiger LFP2 werden ausgehend von HFP1 bestimmt, da die Strecke des Nivellementes kürzer ist. Der Unterhalt der HFP1 liegt im Zuständigkeitsbereich der swisstopo. Die letzte Überprüfung dieser Punkte kann aufgrund eines unterschiedlichen Begehungsrhythmus etwas länger zurückliegen. Diese Angaben sind auf dem jeweiligen Punktprotokoll ersichtlich.

3. Arbeitsbescrieb

3.1 Projektperimeter

Die Abgrenzung der einzelnen Lose entspricht der Einteilung der politischen Bezirke des Kantons Zürich. Die Verteilung der zu nivellierenden Punkte ist auf Abb. 3 ersichtlich. Die Symbole sind pro Bezirk farblich unterteilt.

Legende

- | | |
|---------------|------------------|
| ▲ Andelfingen | ▲ Dielsdorf |
| ▲ Bülach | ▲ Dietikon |
| ▲ Hinwil | ▲ Meilen |
| ▲ Pfäffikon | ▲ Uster |
| ▲ Affoltern | ▲ Zürich |
| ▲ Horgen | — Bezirksgrenze |
| ▲ Winterthur | □ Gemeindegrenze |

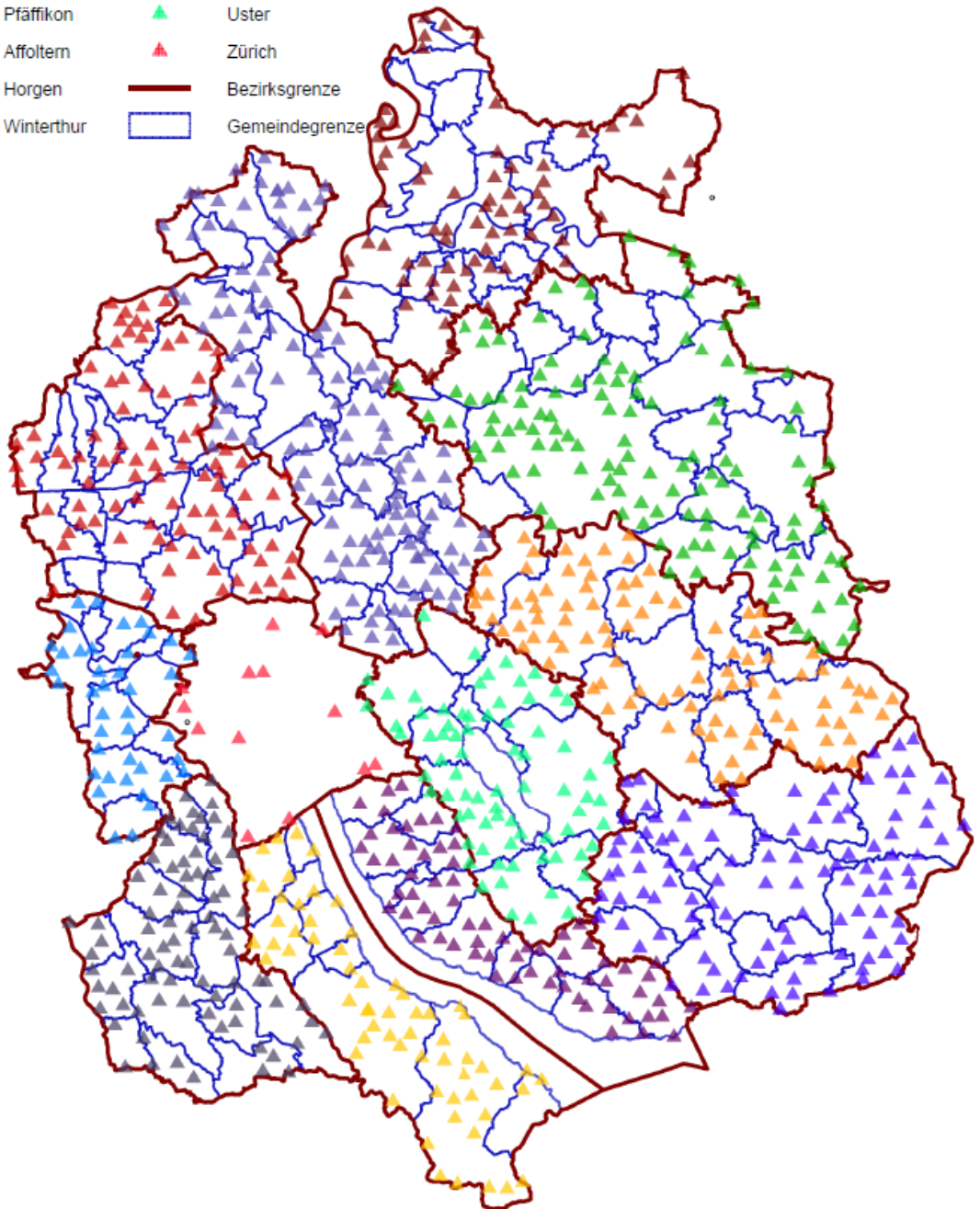


Abb. 3: Verteilung der zu nivellierenden LFP2

Wie in der Einleitung erwähnt, werden pro Jahr normalerweise zwei Bezirke begangen, wo die nivellitische Höhenbestimmung der Lagefixpunkte im Folgejahr ausgeführt wird. Der zeitliche Ablauf sowie die Anzahl zu nivellierender LFP2 zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Pflichtenheftes ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Los	Bearbeitungszeitraum	Bezirk	LFP2 Anzahl
1a	2021 / 2022	Andelfingen	72
1b		Bülach	133
1c		Zürich	12
2a	2022 / 2023	Hinwil	108
2b		Pfäffikon	95
3a	2023 / 2024	Affoltern	82
3b		Horgen	62
4	2024 / 2025	Winterthur	127
5a	2025 / 2026	Dielsdorf	90
5b		Dietikon	40
6a	2026 / 2027	Meilen	67
6b		Uster	75
Total			963

3.2 Genereller Arbeitsablauf

- Rekognoszierung der Ausgangs- und Zielpunkte. Diese werden im dem Nivellement vorhergehenden Jahr gereinigt und kontrolliert. Es ist nicht auszuschliessen, dass in der Zeit bis zum Beginn des Nivellements einige Schachtdeckel der LFP2 wieder etwas überdeckt sind.
- Einteilung der Tagesstrecken und Versicherung der Zwischenpunkte.
- Einfaches Strecken- oder Schleifennivellement im Normalfall entlang der Linien gemäss abgegebenem Datensatz.
- Bestimmung der Differenz (Abstich) zwischen Punktabdeckung und der Oberfläche des Lagefixpunktes. Diese muss am Punkt des Schachtdeckels, der sich exakt oberhalb des Zentrums des Lagefixpunktes befindet, gemessen werden. Die Schachtdeckel liegen teilweise nicht horizontal, sondern sind dem Terrain angepasst.

3.3 Anforderungen an die zu verwendenden Hilfsmittel

Es dürfen nur Nivelliergeräte mit automatischer Registrierung und einer Standardabweichung gemäss Firmenangabe für 1 km Doppelnivellement von max. 1 mm eingesetzt werden.

Als Nivellierlatten werden Latten aus Aluminium oder Fiberglas mit einem Ausdehnungskoeffizienten von max. 10 ppm/°C verwendet. Sie müssen auf den Zwischenpunkten auf Latteunterstütze gestellt werden, damit sie während der Messung die Höhe beibehalten.

Die verwendeten Nivelliergeräte müssen regelmässig, mindestens jedoch zwei Mal monatlich geprüft werden (Nivellierprobe). Die Dosenlibellen der Instrumente und der Latten sind ebenfalls regelmässig zu prüfen. Die Prüfungen sind zu dokumentieren.

3.4 Anforderungen an die Arbeitsausführung

Grundsätzlich wird aus der Mitte nivelliert. Die Visurlängen sollen auf die Verhältnisse abgestimmt sein. Sie dürfen 50 m nicht übersteigen. Die Visuren sollen nicht weniger als 30cm über den Boden verlaufen.

Je nach Verteilung der HFP und der LFP2 gelangen Strecken- oder Schleifennivellemente zur Anwendung. Der maximal zulässige Linienfehler beträgt für:

- Linien bis 1 km: 5 mm
- Linien von 1 km bis 3 km: 7 mm
- Linien über 3 km: 10 mm

Die Genauigkeitsanforderung für den Abstich bei Punktabdeckungen (Schachtdeckel) beträgt 3 mm. Während des Messvorganges sind Vorkehrungen zu treffen, welche die Sicherheit der Messgruppe und des Strassenverkehrs gewährleisten.

4. Termine

Der Zeitplan sieht vor, dass die Arbeiten im November 2021 beginnen und im April 2027 abgeschlossen sind. Aufgrund der Wetterbedingungen (Temperatureinfluss) eignen sich die Jahreszeiten Herbst bis Frühling für diese Arbeit am besten.

Die Arbeiten eines Loses dauern frühestens ab Anfang September eines Jahres, bis spätestens am 30. April des Folgejahres. Die Temperatur an einem Messtag darf nicht während mehr als zwei Stunden den Wert von 20°C überschreiten.

5. Arbeitsvergabe

Für die gesamte Projektdauer werden mit einem Ausschreibungsverfahren mehrere geeignete Unternehmen gewählt. Mit diesen Unternehmen wird ein Rahmenvertrag abgeschlossen.

Die Arbeitsvergabe an eines dieser Unternehmen erfolgt pro Los aufgrund einer Detailofferte und der Verfügbarkeit des Unternehmens. ARE-KAT ermittelt zur Eingabe der Detailofferte die Routen der Nivellemente und damit deren Länge.

6. Abgabe von Daten und Akten

Nach Abschluss der Arbeiten werden die Messdaten aus der automatischen Registrierung sowie deren Auswertung ARE-KAT abgegeben. Die ausgewerteten Punkthöhen und deren Genauigkeitswert werden in die bei Arbeitsbeginn abgegebene Datei im Interlis1-Format ergänzt und so ARE-KAT abgegeben.

7. Verifikation und Mängelbehebung

Nach Abschluss der Bearbeitung werden die Nivellemente durch ARE-KAT verifiziert und allfällige Mängel dem Unternehmer mitgeteilt.

Für die Mängelbehebung inkl. allfälligen Nachmessungen werden dem Unternehmer zwei Monate ab dem Zeitpunkt der Mitteilung durch ARE-KAT eingeräumt. Diese Frist kann verlängert werden, falls die Wetterbedingungen für eine Nachmessung ungeeignet sind.

8. Abschlussarbeiten

Nach erfolgter Mängelbehebung werden die relevanten Arbeitsunterlagen wie z.B. Informationen zu versicherten Zwischenpunkten, Abstichprotokolle der Schächte usw. an ARE-KAT abgeben. Die neu nivellierten Höhen der LFP2 werden durch ARE-KAT im FPDS bzw. dessen Nachfolgeprodukt nachgeführt. ARE-KAT ist zudem für die Nachführung der Daten der amtlichen Vermessung verantwortlich.

Anhang

a) Verwendete Begriffe und Abkürzungen

Abkürzung	Bemerkung
ARE-KAT	Amt für Raumentwicklung, Abteilung Geoinformation, Fachstelle Kataster
ARE-GEO	Amt für Raumentwicklung, Abteilung Geoinformation
AV	Amtliche Vermessung
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DOP	Digitales Orthofoto
DTM	Digitales Terrainmodell (Digitales Geländemodell)
FPDS	Fixpunkt-Datenservice (Geodienst von swisstopo/Geodäsie bis 2022)
GNSS	Global Navigation Satellite System: Sammelbegriff für die existierenden (GPS, GLONASS, GALILEO) Satelliten basierten Radionavigationssysteme
HFP1	Höhenfixpunkt 1. Ordnung (Höhenfixpunkte der Landesvermessung)
HFP2	Höhenfixpunkt 2. Ordnung (kantonale Höhenfixpunkte)
HFP3	Höhenfixpunkt 3. Ordnung (kommunale Höhenfixpunkte)
HTRANS	Software für die Transformation von orthometrischen Höhen (LHN95) in Gebrauchshöhen (LN02) und umgekehrt
LFP1	Lagefixpunkt 1. Ordnung (Punkte der Landesvermessung)
LFP2	Lagefixpunkt 2. Ordnung (Punkte der Kantonsvermessung)
LHN95	Lokal gelagerter, konsistenter Höhenbezugsrahmen der Landesvermessung 1995.
LiDAR	Light detection and ranging (Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung)
LN02	Landesnivellement/Landeshöhennetz 1902 (Bezeichnung für das Höhensystem und den Referenzrahmen der Gebrauchshöhen in der Schweiz)
LV95	Lokal gelagerter 3D-Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995: Realisierung des Bezugssystems CH1903+
swisstopo	Bundesamt für Landestopografie (ab 2002)



b) Interlis Modellbeschreibung NivLinienLFP

```
TRANSFER INTERLIS1;

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!
!! Hoheitsgrenzregulierung
!! beschrieben in INTERLIS Version 1 (SN 612030)
!!
!! Kanton Zürich
!! Baudirektion
!! Amt für Raumentwicklung
!! Geoinformation
!! Kataster
!!
!! Version: 1 deutsch
!! Dateiname: NivLinienLFP.ili (Datum: 20.Juli 2021)
!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

MODEL NivLinienHFP_LFP

DOMAIN

    LKoord = COORD2 2480000.000 1070000.000
                2850000.000 1310000.000;

    Hoehe = DIM1 -200.000 5000.000;

    Rotation = GRADS 0.0 399.9;

    Genauigkeit = [0.0 .. 700.0]; !! in cm

    Zuverlaessigkeit = (
        ja, !! genuegend
        nein); !! ungenuegend

    NivBezirk = (
        Andelfingen,
        Affoltern,
        Buelach,
        Dielsdorf,
        Dietikon,
        Hinwil,
        Horgen,
        Meilen,
        Pfaffikon,
        Uster,
        Winterthur,
        Zuerich);

    NivPunktart = (
        LFP2,
        HFP1,
        HFP2,
        HFP3,
        HP);

    NivLinienart = (
        Schlaufe,
        Strecke,
        andere);

TOPIC NivLinien =

TABLE NivProjekt =
    Nummer: TEXT*12;
    Beschreibung: TEXT*30;
    Datum: DATE;
```



```
IDENT Nummer;
END NivProjekt;

TABLE NivObjekte =
  Entstehung: -> NivProjekt;  !! Beziehung 1-mc
  Bezirk: NivBezirk;
NO IDENT
END NivObjekte;

TABLE NFlaeche =
  Objekt: -> NivObjekte;  !! Beziehung 1-mc
  Geometrie: SURFACE WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX LKoord
  WITHOUT OVERLAPS > 0.050;
NO IDENT
END NFlaeche;

TABLE NFlaeche_Symbol =
  Objekt: -> NFlaeche;  !! Beziehung 1-mc
  Pos: LKoord;
  Ori: OPTIONAL Rotation // undefiniert = 0.0 //;
NO IDENT
END NFlaeche_Symbol;

TABLE NivLinie =
  Objekt: -> NivObjekte;  !! Beziehung 1-mc
  Geometrie: POLYLINE WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX LKoord;
  Art: NivLinienart;
NO IDENT
END NivLinie;

TABLE NivLinie_Symbol =
  Objekt: -> NivLinie;  !! Beziehung 1-mc
  Pos: LKoord;
  Ori: OPTIONAL Rotation // undefiniert = 0.0 //;
NO IDENT
END NivLinie_Symbol;

TABLE NivObjektnamen =
  Objekt: -> NivObjekte;  !! Beziehung 1-mc
  Name: TEXT*30;
NO IDENT
END NivObjektnamen;

TABLE NivObjektnamenPos =
  Objekt: -> NivObjektnamen;  !! Beziehung 1-mc
  Pos: LKoord;
  Ori: Rotation;
NO IDENT
END NivObjektnamenPos;

TABLE NivObjektnummer =
  Objekt: -> NivObjekte;  !! Beziehung 1-mc
  Nummer: TEXT*12;
NO IDENT
END NivObjektnummer;

TABLE NivObjektnummerPos =
  Objekt: -> NivObjektnummer;  !! Beziehung 1-mc
  Pos: LKoord;
  Ori: Rotation;
NO IDENT
END NivObjektnummerPos;

TABLE NivPunkt =
  Entstehung: -> NivProjekt;  !! Beziehung c-mc
  Gemeinde: TEXT*30;
  Nummer: OPTIONAL TEXT*12;
  Art: NivPunktart;
  Geometrie: LKoord;
  HoeheGeom: OPTIONAL Hoehe;
  HoeheGen: Genauigkeit;
```



```
HoeheZuv: Zuverlaessigkeit;
IDENT Geometrie;
END NivPunkt;

TABLE NivPunkt_Pos =
  Objekt: -> NivPunkt;  !! Beziehung 1-c
  Pos: LKoord;
  Ori: OPTIONAL Rotation // undefiniert = 100.0 //;
NO IDENT
END NivPunkt_Pos;

END NivLinien.

END NivLinienHFP_LFP.

!!FORMAT FREE;
FORMAT FIX WITH LINESIZE = 107, TIDSIZE = 16;

CODE
  BLANK = DEFAULT, UNDEFINED = DEFAULT, CONTINUE = DEFAULT;
  TID = ANY;
END.
```