



Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster

Wegleitung digitale Datenschnittstelle – Drawing Interchange File Format (DXF)

Version 3.0

Autor BSF Swissphoto AG
 Stephan Landtwing

 Geocloud AG
 Simon Hofer

 Bächtold & Moor AG
 Silvan Wermelinger

Datum 19.01.2024

Erstellung und Änderungen

Datum	Version	Wer	Was
06.02.2013	1.0	LAN	Erstellung initiale Version
06.03.2015	2.0	LAN	Version für das MGDM V1.0
30.03.2023	3.0	WS (B&M)	Überarbeitete Version für das MGDM V2.0
19.01.2024	3.0	SMD	Attribut «Document» in «OlsCadastre» eingefügt

Aktenzeichen: BAZL-155.43-6/8



Inhaltsverzeichnis

1	Kontext und Zweck	3
1.1	Grundlagen.....	3
1.2	Ausgangslage.....	3
1.3	Zweck	3
1.4	Ziele.....	4
2	Allgemeine Definitionen	5
2.1	Drawing Interchange File Format.....	5
2.2	Unterstützte Programme	5
2.3	Koordinatensystem.....	5
2.4	Signifikante Stellen.....	5
3	Die DXF-Schnittstelle: Layer-Struktur.....	6
3.1	Allgemeines	6
3.2	OLS-Layer	6
3.3	Attribute-Layer.....	7
3.4	Triangles-Layer	7
3.5	DeterminingArea-Layer	8
3.6	ReferencePoints-Layer.....	8
3.7	Beispiel.....	9
4	Die DXF-Schnittstelle: Inhalt und Codierung	10
4.1	Allgemeines	10
4.2	OLS-Layer	10
4.3	Attribute-Layer.....	14
4.4	Triangles-Layer	14
4.5	DeterminingArea-Layer	16
4.6	ReferencePoints-Layer.....	17
5	Konstruktionsvorschriften	18
5.1	Erlaubte Geometrietypen	18
5.2	Approximation von Kreisbögen	18
5.3	Snapping	19
5.4	Ebenenübergreifende Konsistenz	19
5.5	Topologische Integrität	19
5.6	Schneidende und übereinander liegende Ebenen.....	21
6	Abgabe	22

1 Kontext und Zweck

1.1 Grundlagen

- [1] Bundesamt für Zivilluftfahrt (2022): Interlis 2.3-Modell (.ili) CadastreOfObstacle-LimitationSurfaces_V2, Version 2 vom 29.03.2022
- [2] Bundesamt für Zivilluftfahrt (2022): Dokumentation "Minimales Geodatenmodell" Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster, Version 2.0 vom 05.05.2022

1.2 Ausgangslage

Der Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (HBK, engl. *OLS*) wird nach Art. 62 der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL; 748.131.1) durch die Flugplatzhalter gemäss ICAO Annex 14 erstellt und nachgeführt. Die Lieferung ans Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) erfolgt in Karten-/Planform und digital.

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) gibt gemäss Art. 9 der Geoinformationsverordnung (GeoIV; SR 510.620) als zuständige Stelle des Bundes ein minimales Geodatenmodell (MGDM) für Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (ID 106, Anhang 1 GeoIV) vor, welches die Struktur und den Detaillierungsgrad des Inhalts vorgibt. Das revidierte MGDM in der Version 2.0 [1] wurde am 29.03.2022 verabschiedet (Aktenzeichen: BAZL-155.43-6/3/2).

1.3 Zweck

Dieses Dokument definiert und beschreibt die **digitale Datenschnittstelle**, über welche das BAZL gemäss dem minimalem Geodatenmodell [1] in Zukunft Geometrie- und Attributinformationen der Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (HBK) entgegennimmt. Das BAZL transformiert schliesslich die Daten ins INTERLIS-Format¹. Die Geodaten der Flugplatzhalter (oder von ihm beauftragte Ingenieurbüros) können zur weiteren Verarbeitung, Analyse und Publikation in eine digitale Prozesskette übernommen werden.

Damit die Erstellung digitaler HBKs einer breiten Schicht von Lieferanten und Dienstleistern offensteht, wurden drei **Austausch- und Schnittstellenformate** definiert:

1. das File Geodatabase Format (GDB) von ESRI
2. das Drawing Interchange File Format (DXF) von Autodesk
3. das plattformunabhängige und nicht-proprietäre GeoPackage Format (GPKG) des Open Geospatial Consortiums (OGC)

Das vorliegende Dokument beschreibt die **Erfassungs- und Attributierungsregeln** für das Schnittstellenformat Drawing Interchange File (DXF), um eine automatische Transformation in die HBK-Zielstruktur zu ermöglichen. Für grundlegende Definitionen und Hintergründe wird auf die Modelldokumentation [2] verwiesen.

¹ INTERLIS Webseite: <https://www.interlis.ch/>

1.4 Ziele

In diesem Dokument werden die Anforderungen an die Geometrie- und Attributinformationen der Inputdateien spezifiziert. Unter Kapitel 2 werden allgemeine Definitionen erläutert und in Kapitel 3 und 4 werden die Spezifikationen der Drawing Interchange File-Schnittstelle erklärt. Kapitel 5 fasst die wichtigsten Konstruktionsvorschriften zusammen.

Schliesslich enthält Kap. 6 Hinweise zur Datenabgabe. Der Flugplatz Wangen-Lachen (LSPV) wurde zu Anschauungszwecken als Vorzeigemodell aufgeführt. Das vollständige Drawing Interchange File kann unter diesem [Hyperlink](#) heruntergeladen und als Vorlage genutzt werden.

2 Allgemeine Definitionen

2.1 Drawing Interchange File Format

Das Drawing Interchange File Format ist ein von Autodesk spezifiziertes Dateiformat zum CAD-Datenaustausch. Es ist offen dokumentiert² und wird von zahlreichen CAD- und GIS-Programmen unterstützt. In der vorliegenden Wegleitung wird die Format-Definition R2018 verwendet.

2.2 Unterstützte Programme

Da die DXF-Formatdefinition dem erstellenden Programm gewissen Spielraum bei der Umsetzung lässt, ist eine korrekte Lesbarkeit durch die Datenschnittstelle des BAZL lediglich für folgende beiden Programmpakete garantiert und getestet:

Autodesk AutoCAD: Da DXF ein natives Autodesk-Format ist, ist eine Speicherung aus AutoCAD weitgehend unproblematisch.

Allplan und weitere: Für die Erstellung der DXF-Schnittstelle wurde zwar Allplan genutzt, die hier erwähnten Definitionen gelten aber generell für alle CAD-Systeme, welche nicht das DXF als natives Format führen.

Um die korrekte Interpretation durch die Datenschnittstelle des BAZL zu ermöglichen, muss sichergestellt sein, dass die Allplan-internen Strichstärken und Farbwerte in die korrekten DXF-Äquivalente umgesetzt werden. Die Definitionen in Kapitel 4.2.1, 4.5 und 4.6 beziehen sich auf die Codierung im endgültigen DXF-File.

2.3 Koordinatensystem

Das minimale Geodatenmodell für Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster [1] basiert auf dem schweizerischen Landeskoordinatensystem im Bezugsrahmen der neuen Landesvermessung (1995). Die HBKs müssen im Bezugsrahmen LV95 (Bezugssystem CH1903+) erstellt werden. Für den Höhenbezugsrahmen ist das Landesnivellementnetz LN02 zu verwenden.

2.4 Signifikante Stellen

Sämtliche Koordinatenwerte sollen mit genau 3 Nachkommastellen im DXF-File enthalten sein. Dies kann in den meisten CAD-Programmen bei den DXF-Export-Optionen eingestellt werden.

² DXF Documentation (englisch): <https://documentation.help/AutoCAD-DXF/WSfac1429558a55de185c428100849a0ab7-5e1a.htm>

3 Die DXF-Schnittstelle: Layer-Struktur

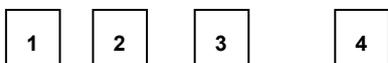
3.1 Allgemeines

Das wichtigste Hilfsmittel zur Strukturierung der Information im DXF-File ist die Einteilung und Zuordnung der HBK-Objekte auf unterschiedliche Levels/Layer, welche primär die unterschiedlichen Objektklassen gemäss minimalem Geodatenmodell [1] darstellen.

Die unter Kapitel 3.2 bis 3.5 aufgeführten Hauptlayer stellen zwingende Bestandteile dar, um einen vollständig modellkonformen Interlis-Datensatz herleiten zu können.

Die **Nomenklatur für Layernamen** ist so konstruiert, dass die Verknüpfung zusammengehöriger Objekte über mehrere Layer hinweg möglich ist (z.B. Verknüpfung der Attribute mit den Liniengeometrien und Dreiecksvermaschung einer Begrenzungsfläche). Die Nomenklatur-Vorschriften müssen genau eingehalten werden.

Die Nomenklatur beinhaltet 4 Elemente:



Type_{Name}_surface[_Bezeichner]

Teil 1 und 3 sind fix:

Die **fixen** Teile sind durch den Verarbeitungsprozess zwingend vorgegeben und werden über ein Wildcard-Vergleich (*) in den Layernamen gesucht. Teil 1 repräsentiert den variablen Type (OLS_, ATT_, TIN_, DET,). Teil 3 ist ein invariabler Wert (_surface), der in jedem Layernamen vorkommen muss. Für die Identifikation der Layer in Kapitel 3.2 wird das folgende Wildcard-Schema verwendet: Type_*_surface*

Teil 2 ist flexibel:

Der **{flexible}** Teil ist frei wählbar. Da bei den layerübergreifenden Beziehungen die **{Name}**-Teile miteinander verglichen werden, muss jedoch für dasselbe Objekt auch derselbe Name im entsprechenden OLS-, ATT_, TIN_ und DET_-Layer verwendet werden. Die Namen sollten mit Vorteil so gewählt werden, dass sie sich an den OLS-Typen des minimalen Geodatenmodells [2, Kap. 4.2] orientieren. Dabei ist zugunsten einer kompakten Schreibweise darauf zu achten, dass Leerschläge und Unterstriche ("_") vermieden werden.

Teil 4 ist optional:

Der **{optionale}** Teil kann angefügt werden, um Layernamen bei gleichen Objekttypen unterscheiden und verknüpfen zu können (vgl. Pistenbezeichnungen). Auch hier sollten Leerschläge und Unterstriche ("_") hinsichtlich der Lesbarkeit vermieden werden. Bei Bedarf sind Bindestriche ("-") zu verwenden.

3.2 OLS-Layer

Für jede Begrenzungsfläche (OLS) wird ein eigener Layer mit folgendem Namensschema angelegt:

OLS_{Name}_surface[_Bezeichner]

Beispiele:

[OLS_Approach_surface_08](#)

[OLS_Conical_surface](#)

[OLS_FATO_surface_Heli](#)

Die OLS-Layer beinhalten 3D-Linienelemente (siehe Kap. 4.2).

Die OLS-Objekte werden durch Linien vom Typ „Boundary_line“ gebildet. Diese Linien müssen gesamthaft geschlossen sein, damit daraus eine Fläche gebildet werden kann. Mehrere Einzellinien sind zulässig, solange der jeweilige Endpunkt einem Anfangspunkt entspricht. Über die daraus entstandene Fläche werden die Dreiecke und auch die zugehörigen Linien ermittelt.

3.3 Attribute-Layer

Für jede Begrenzungsfläche (OLS) wird zusätzlich ein Attribut-Layer mit folgendem Namensschema angelegt:

ATT_{Name}_surface[_Bezeichner]

Beispiele:

[ATT_Approach_surface_08](#)

[ATT_Conical_surface](#)

[ATT_FATO_surface_Heli](#)

Ausnahme für das Metaobjekt "OlsCadastre" [2, Kap. 4.3]:

[ATT_Cadastre](#)

Dieser Layer beinhaltet ein Textfeld mit sämtlichen Attributinformationen (siehe Kap. 4.3).

3.4 Triangles-Layer

Für jede Begrenzungsfläche (OLS) wird zudem für die TIN-Oberfläche ein Layer mit folgendem Namensschema angelegt:

TIN_{Name}_surface[_Bezeichner]

Beispiele:

[TIN_Approach_surface_08](#)

[TIN_Conical_surface](#)

[TIN_FATO_surface_Heli](#)

Dieser Layer beinhaltet 3D-Dreiecksflächen (siehe Kap. 4.4). Diese werden über die geometrische Beziehung zur Klasse "Ols" [2, Kap. 4.3] mit demselben verknüpft (siehe Kap. 3.2).

3.5 DeterminingArea-Layer

Für Begrenzungsflächen (OLS), welche an mindestens einer Stelle die tiefste vorhandene Ebene bilden (also bezgl. Hindernisse determinant/massgebend sind) und für Geländedurchstossungen, wird ein zusätzlicher Layer mit folgendem Namensschema angelegt:

DET_{Name}_surface[_Bezeichner]

Beispiele:

DET_Approach_surface_08

DET_Conical_surface

DET_FATO_surface_Heli

Dieser Layer beinhaltet 3D-Polygone mit AREA-Topologie, d.h. ohne Lücken und Überlappungen (siehe Kapitel 4.5). An jeder Stelle ist genau eine OLS-Ebene massgebend.

3.6 ReferencePoints-Layer

Pro HBK existiert ein Layer namens **REF_ReferencePoints**. Dieser beinhaltet die räumlichen Bezugspunkte sämtlicher Begrenzungsflächen (OLS).

3.7 Beispiel

TIN_Transitional_surface_08-26
TIN_TakeoffSE_surface_Heli
TIN_RunwayStrip_surface_08-26
TIN_InnerHorizontal_surface
TIN_FATO_surface_Heli
TIN_Conical_surface
TIN_Approach_surface_26
TIN_Approach_surface_08
REF_ReferencePoints
OLS_Transitional_surface_08-26
OLS_TakeoffSE_surface_Heli
OLS_RunwayStrip_surface_08-26
OLS_InnerHorizontal_surface
OLS_FATO_surface_Heli
OLS_Conical_surface
OLS_Approach_surface_26
OLS_Approach_surface_08
LAB_ReferencePoints
Info_Flugweg Motorflug ausserhalb OLS
DET_Transitional_surface_08-26
DET_TakeoffSE_surface_Heli
DET_RunwayStrip_surface_08-26
DET_InnerHorizontal_surface
DET_FATO_surface_Heli
DET_Conical_surface
DET_Approach_surface_26
DET_Approach_surface_08
Bemassung
ATT_Transitional_surface_08-26
ATT_TakeoffSE_surface_Heli
ATT_RunwayStrip_surface_08-26
ATT_InnerHorizontal_surface
ATT_FATO_surface_Heli
ATT_Conical_surface
ATT_Cadastre
ATT_Approach_surface_26
ATT_Approach_surface_08

Abbildung 1: Layer-Liste der Template-Datei (Wangen-Lachen)

Hinweis:

Zusätzliche Layer wie „Bemassung“ oder „Info_Flugweg Motorflug“ werden nicht weiterverarbeitet und sind daher seitens der Schnittstelle auch nicht erforderlich.

4 Die DXF-Schnittstelle: Inhalt und Codierung

4.1 Allgemeines

Hindernisbegrenzungsflächen sind immer unabhängig voneinander und vollständig zu konstruieren und abzuspeichern. Auch nicht-massgebende Flächenteile müssen enthalten sein.

Jede Begrenzungsfläche (OLS) umfasst mindestens drei zugehörige Teile, welche im DXF auf unterschiedlichen Layern angeordnet werden:

- Begrenzungslinien (OLS-Layer, Kap. 4.2)
- Attribut-Informationen (Attribute-Layer, Kap. 4.3)
- Dreiecksvermaschung (TIN, Triangles-Layer, Kap. 4.4)

4.2 OLS-Layer

Jeder OLS-Layer beinhaltet 3D-Liniengeometrien³ einer Begrenzungsfläche (OLS) sowie Bezüge zu Referenzpunkten. Er repräsentiert im Wesentlichen die Klasse "OlsLine" [2, Kap. 4.3]. Die Linien vom Typ "Boundary_line" (Attribut "LineType" [2, Kap. 4.2]) müssen alle Teile geometrisch korrekt umschliessen.

Wichtig: Die Liniengeometrie des OLS-Layers definiert die 3D-Fläche des OLS nicht eindeutig. Das Datenmodell verlangt deshalb zusätzlich eine flächendeckende Dreiecksvermaschung (TIN). Diese ist zu erstellen und auf dem zugehörigen Triangles-Layer (siehe Kap. 4.4) abzuspeichern.

4.2.1 Begrenzungs-, Höhen-, Schnitt- und Hilfslinien

Sämtliche Linien sind mit dem DXF-Geometrietyp „Line“ resp. „LineString“ zu konstruieren. Minimal vorgeschrieben sind die Begrenzungslinien (Attribut "LineType" mit Wert "Boundary_line" [2, Kap. 4.2]), welche zusammen ein geschlossenes Polygon bilden müssen (Flächentest für OLS: aus den "Boundary_line" werden Flächen gebildet, wobei die Linien- und Dreieckszugehörigkeit geometrisch ermittelt wird). Die übrigen Linientypen [2, Kap. 4.2] sind optional und dienen der besseren Interpretierbarkeit des HBK in Bezug auf die graphische Darstellung.

³ Nach Verarbeitung der Daten seitens BAZL werden die Interlis 2.3-Daten schlussendlich gem. minimalem Geodatenmodell MGDM V2 als 2D-Linien gespeichert. Die 3D-Liniengeometrie dient hier lediglich zur Übertragung des Attributs «Elevation».

Die Unterscheidung der Linientypen erfolgt über das LineStyle-Attribut in der DXF-Datei.

<i>LineType</i>		DXF LineStyle	optional
Aufzählung für OLS-Linientyp			
Wert	Beschreibung		
Auxiliary_line	Graphische Hilfslinie, z.B. Linie zu einer nicht masgebenden Fläche	divide (getrennt)	x
Boundary_line	Umrandung einer OLS oder Teilen davon	Continuous (durchgezogen)	
Center_line	Mittellinie der Pisten sowie der An- und Abflugwege	Center (Mitte)	x
Contour_line	Höhenlinie / Höhenschichtlinie	Dashed (Strichlinie)	
HzBoundary_line	Horizontale (Teil-)Umrandung einer OLS (Spezialfall von Boundary_line)	Dot (Punkt)	
Intersection_line	Schnittlinie zweier Flächen	Border (Rand)	x

Tabelle 1: LineStyle-Definitionen für OLS-Linientypen

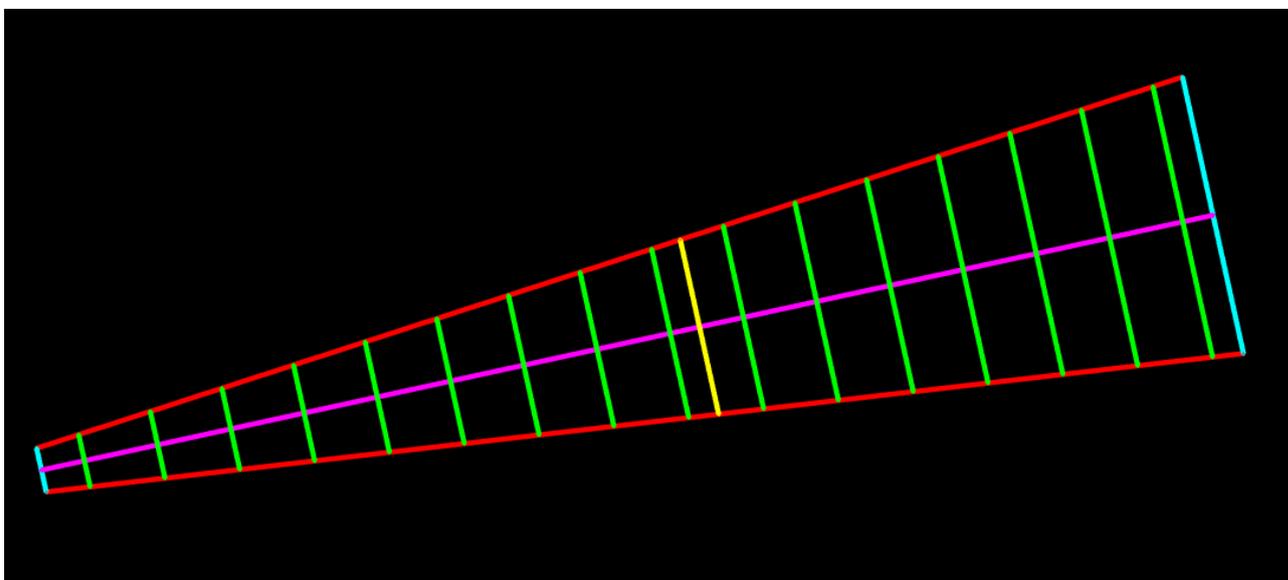


Abbildung 2: Beispiel einer Anflug-Fläche: rot = Boundary_line, hell blau = HzBoundary_line, pink = Center_line, grün = Contour_line, gelb = Intersection_line; Die Farbwahl dient hier nur zur Illustration, die Unterscheidung im DXF-File hat immer mittels LineStyle zu erfolgen.

Jede OLS-Fläche (Klasse "Ols" [2, Kap. 4.3]) besitzt einen Flächentyp (Attribut "SurfaceType" [2, Kap. 4.2]). Diese werden im DXF durch Farbwerte [2, Kap. 6.1] codiert:

SurfaceType	Beschreibung	Farb-Code DXF
Approach_surface	Anflugfläche	141
Approach_surface_heli	Anflugfläche für Helikopter	6
Balked_landing_surface	Durchstartfläche	194
Calotte_area	Kuppel-Teilfläche bei Anomalien (Kalotte)	211
Conical_surface	Konische Fläche	40
Critical_sensitive_area	Schutzfläche für Navigationsanlagen	232
One_engine_out_surface	OEI-Fläche (One Engine Inoperative)	44
FATO_area_heli	Endanflug- und Startfläche für Helikopter	6

Inner_approach_surface	Innere Anflugfläche	194
Inner_horizontal_surface	Innere Horizontalfläche	40
Inner_transitional_surface	Innere seitliche Übergangsfläche	194
Obstacle_protection_surface	VASIS-Schutzfläche	5
PANS OPS_surface	PANS-OPS-Flächen	124
Protected_side_slope_heli	Geschützte seitliche Neigung für Helikopter	6
Runway_strip	Pistenstreifen	3
Safety_area_heli	Sicherheitsbereich für Helikopter	6
Takeoff_climb_surface	Abflugfläche	2
Takeoff_climb_surface_heli	Abflugfläche für Helikopter	6
Takeoff_flightpath_area	AOC-Flächen	52
Transitional_surface	Seitliche Übergangsfläche	141

Tabelle 2: Farb-Codes für OLS-Flächentypen

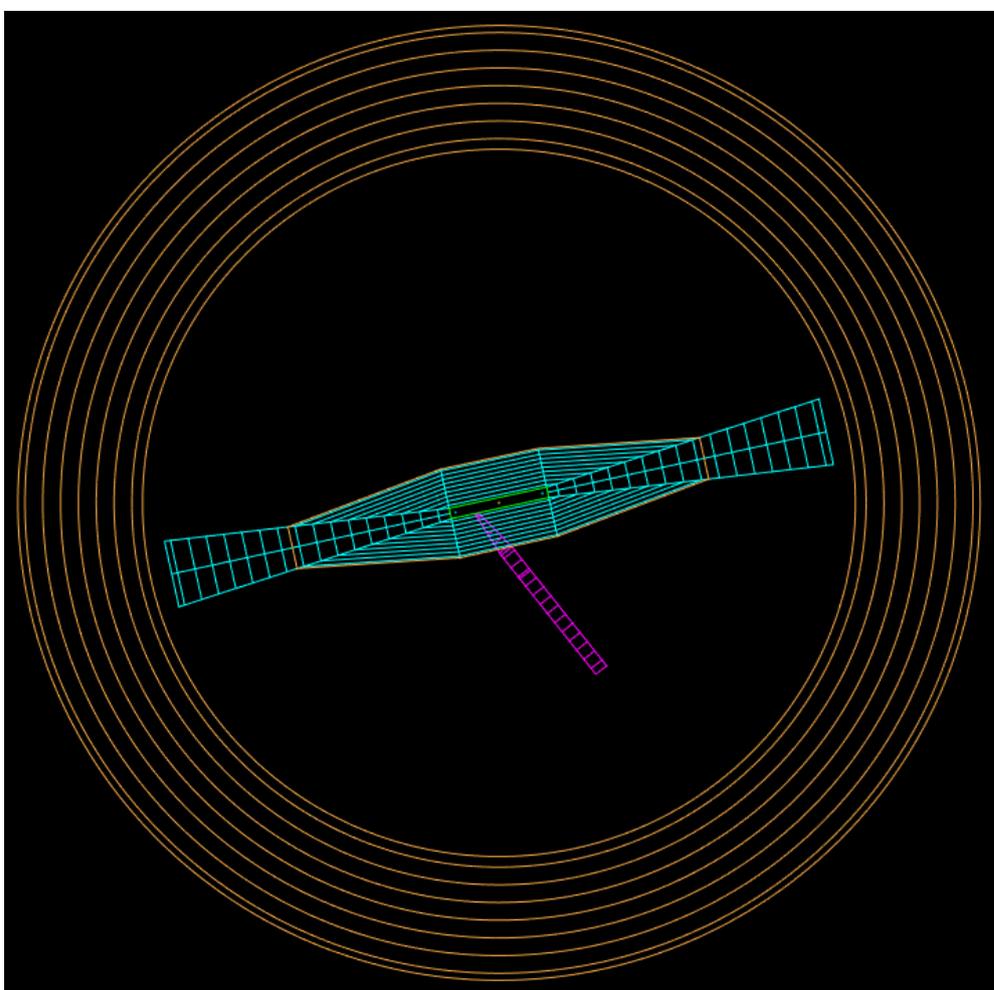


Abbildung 3: Beispiel Farb-Codes für OLS-Flächen: grün = Runway_strip, blau = Approach_surface und Transitional_surface, orange = Inner_horizontal_surface und Conical_surface, pink = Takeoff_climb_surface_Heli

4.2.2 Bezug zum Referenzpunkt

Um den Bezug der Hindernisbegrenzungsebene zum Referenzpunkt (siehe Kap. 4.6) herstellen zu können, ist eine Hilfskonstruktion nötig: Auf jedem OLS-Layer wird um den zugehörigen Referenzpunkt ein Kreis-Element (Fläche < 2.0 m², Referenzpunkt innerhalb) konstruiert, welcher später eine geometrische Selektion mittels Flächenverschnitt zulässt.

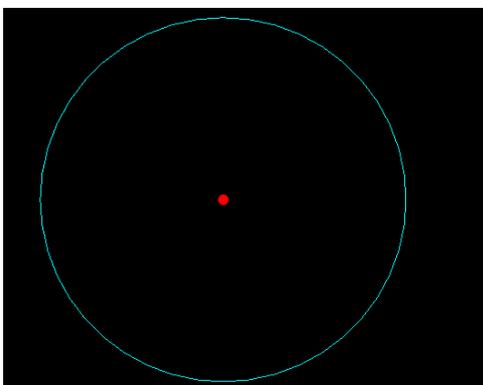


Abbildung 4: Referenzpunkt (rot, Layer „ReferencePoints“) und Bezugskreis (blau, Layer „OLS_{Name}_surface[Bezeichnung]“); Kreis-Radius = 0.5 m

Folgende Beziehungen sind zwingend herzustellen:

Surface Type	Point Type
Approach_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
Approach_surface_heli	FATO (Mittelpunkt der FATO)
Balked_landing_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
Conical_surface	ARP (Aerodrome Reference Point)
Critical_sensitive_area	CLP (Centre Line Point, Koordinate der zu schützenden NAV-Anlage)
One_engine_out_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
FATO_area_heli	FATO (Mittelpunkt der FATO)
Inner_approach_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
Inner_horizontal_surface	ARP (Aerodrome Reference Point)
Inner_transitional_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
Obstacle_protection_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
PANS OPS_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste) oder DER (Departure End of Runway, operationelles Pistenende einer Instrumentenflugpiste)
Protected_side_slope_heli	FATO (Mittelpunkt der FATO)
Runway_strip	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)
Safety_area_heli	FATO (Mittelpunkt der FATO)
Takeoff_climb_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Sichtflugpiste) oder DER (Departure End of Runway, operationelles Pistenende einer Instrumentenflugpiste)
Takeoff_climb_surface_heli	FATO (Mittelpunkt der FATO)
Takeoff_flightpath_area	DER (Departure End of Runway, operationelles Pistenende einer Instrumentenflugpiste)
Transitional_surface	THR (Threshold, Pistenschwelle der entsprechenden Piste)

Tabelle 3: Beziehungen OLS-Typen zu Referenzpunkt-Typen

4.3 Attribute-Layer

Für den Kataster (Klasse "OlsCadastre" [2, Kap. 4.3] und die einzelnen Begrenzungsflächen (Klasse "Ols" [2, Kap. 4.3]) wird je ein Attribute-Layer mit einem Textfeld benötigt. Dieses Textfeld kann geometrisch beliebig im DXF-File platziert und formatiert (Schriftgrösse, Farbe etc.) sein, solange folgende inhaltlichen Vorgaben eingehalten werden:

- 1 Attribut pro Zeile
- Attributbezeichnung der Klasse "OlsCadastre" bzw. "Ols" gemäss minimalem Geodatenmodell [1]
- Attributbezeichnung und Attributwert durch „ = „ getrennt (mit Leerschlag von und nach dem Gleichheitszeichen)
- Attributwerte vom Typ gemäss minimalem Geodatenmodell [1] (Zeichenkette, Aufzählung, numerisch)
- „Modification“-Daten müssen gemäss XMLDateTime formatiert sein (siehe Beispiel unten)

Beispiel für "OlsCadastre":

CadastreName = HBK_LSPV

CadastreType = AerodromeHeliport

IcaoLocationIndicator = LSPV

Document = (kann leer gelassen werden, wird vom BAZL befüllt)

CadastreModification_ValidFrom = 2022-08-31T00:00:00.0

CadastreModification_ValidUntil = 31-08-2032T00:00:00.0

CadastreModification_LatestModification = 2022-08-31T00:00:00.0

Beispiel für "Ols":

SurfaceName = Approach_surface_08

SurfaceType = Approach_surface

RunwayDesignator = 08

RunwayCodeNumber = 1

Operation =

Modification = 2022-08-31T00:00:00.0

4.4 Triangles-Layer

Der Triangles-Layer jeder Begrenzungsfläche (OLS) beinhaltet die Oberflächendarstellung als Dreiecksvermaschung in Form von 3D-Polygonen. Hierfür ist zwingend der DXF-Geometrietyt „Shape“ zu verwenden. Die konkrete Erstellung der Dreiecksvermaschung wird in diesem Dokument nicht behandelt.

Dort wo Dreieckskanten an Begrenzungslinien (Kap. 4.2.1) der OLS stossen, müssen diese identische 3D-Geometrie aufweisen (Snap). Sämtliche Dreiecke einer OLS müssen eine in sich geschlossene Gebietsabdeckung aufweisen und die Fläche der OLS lückenlos bedecken.

Die Farb-Codierung entspricht den Vorgaben in Tabelle 2.

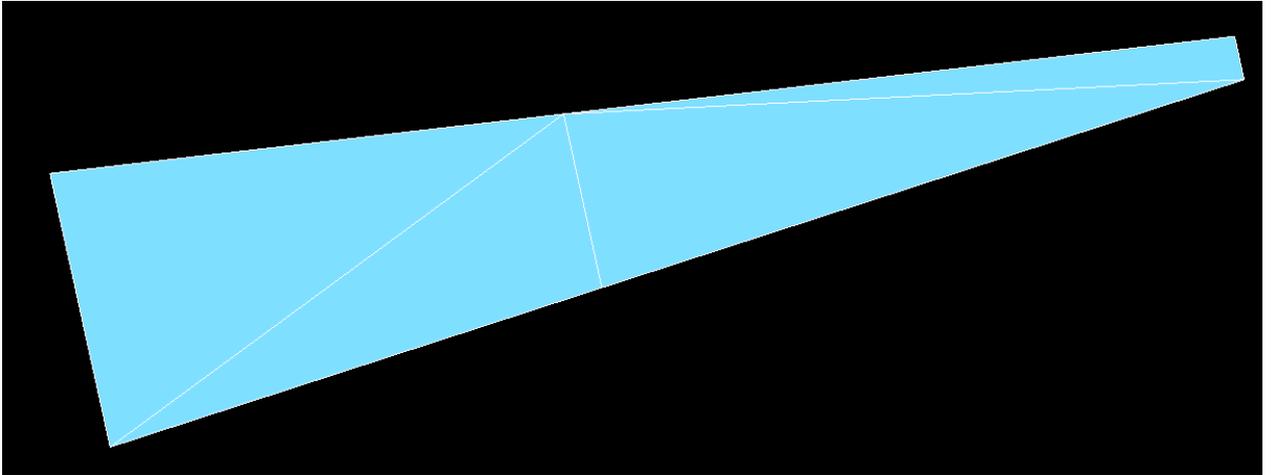


Abbildung 5: Beispiel Dreiecks-Konstruktion einer Anflugfläche

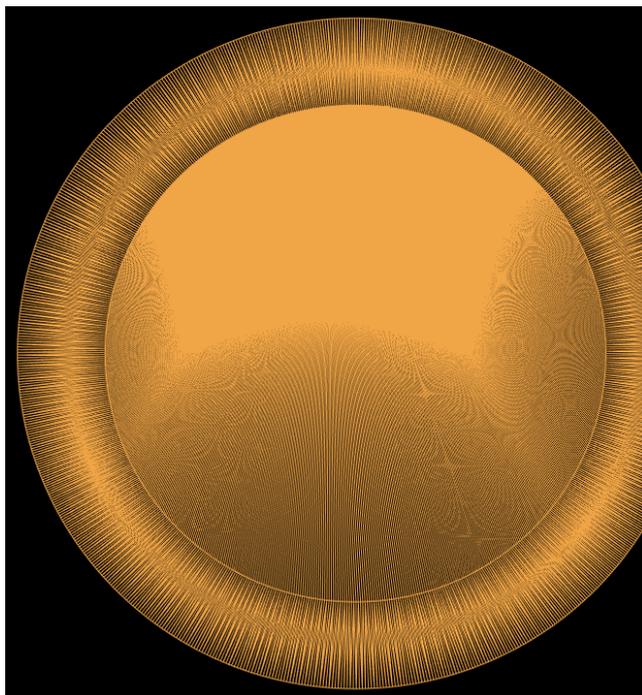


Abbildung 6: Beispiel Dreiecks-Konstruktion der inneren Horizontalfläche und der konischen Fläche

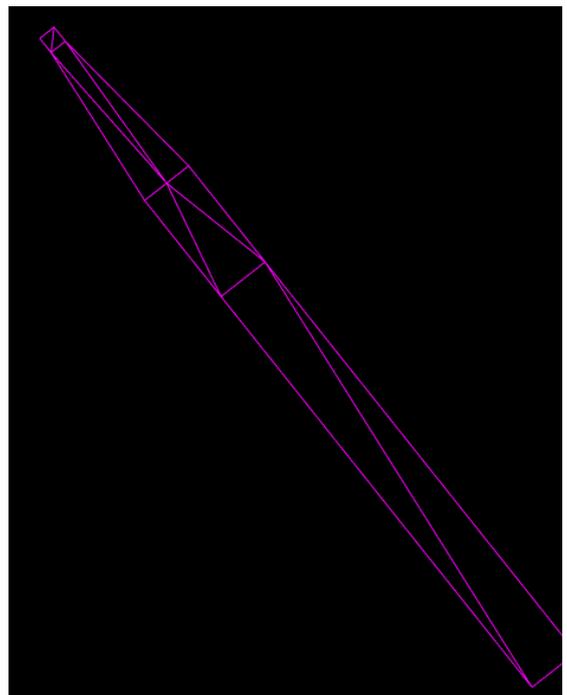


Abbildung 7: Beispiel Dreiecks-Konstruktion Heli-Abflug (inkl. FATO)

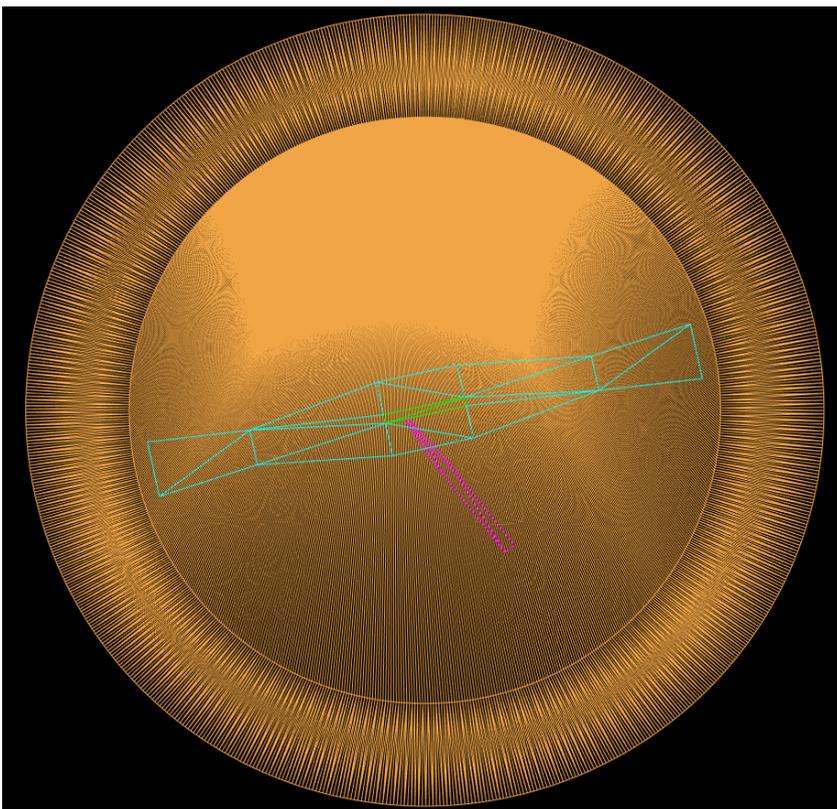


Abbildung 8: Beispiel aller TIN-Flächen eines HBKs. Hinweis: Jede OLS liegt auf einem eigenen Layer. Auch in dieser Darstellung „verdeckte“ Flächenteile müssen konstruiert werden.

4.5 DeterminingArea-Layer

Pro OLS wird die Fläche, auf welcher diese die massgebende Hindernisbegrenzungsebenen darstellt, mit einem oder mehreren 3D-Polygonen definiert. Zusätzlich werden innerhalb der OLS Flächen mit Geländedurchstossung ebenfalls als separate Flächen unterschieden. Die Flächen müssen in 3D konstruiert werden, um das numerische Attribut «HeightAboveGround» im DXF-Format abbilden zu können. Wenn eine Fläche keine «HeightAboveGround» besitzt, wird sie auf der Höhe 0 dargestellt.

HeightAboveGround		
Wert	Beschreibung	Z-Koordinate
NULL	Fläche besitzt keine Fixe Objekthöhe über Grund	0
Numerisch (1-100)	Fixe Objekthöhe über Grund in Meter	>0

Die Information zu «HeightAccordingVIL» wird im DXF mittels Linienstilattribut abgebildet:

HeightAccordingVIL		
Wert	Beschreibung	DXF LineStyle
NULL	Fläche besitzt keine Information bezüglich Geltung nach VIL	continuous
false	Für die Geländedurchstossung gelten die Bestimmungen nach VIL nicht	dashed
true	Für die Geländedurchstossung gelten die Bestimmungen nach VIL	center

Die Begrenzungslinien der Polygone müssen lagemässig mit den „Boundary Lines“ resp. Schnittlinien der betroffenen OLS-Flächen (Layer OLS_*) zusammenfallen.

Die Farbcodierung dieser Polygone erfolgt analog den OLS-Linienelementen gemäss Tabelle 2.

Die Summe aller Polygone auf allen DET_*-Layern eines HBKs muss eine Lücken- und Überlappungsfreie Gebietsabdeckung (AREA-Topologie) bilden.

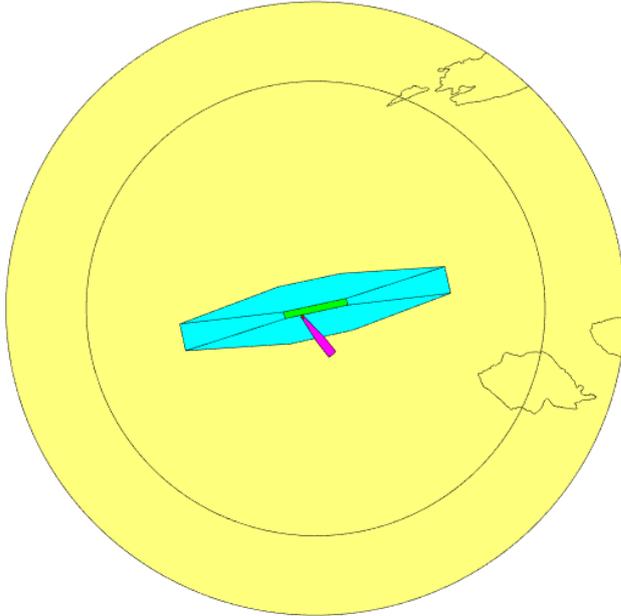


Abbildung 9: Summe aller „DeterminingArea“-Polygone am Beispiel Wangen-Lachen. Farbcodierung gem. Tabelle 2

4.6 ReferencePoints-Layer

Sämtliche Referenzpunkte eines Flughafens werden auf einem Layer abgelegt. Es ist der DXF-Geometrietyp „Point“ zu verwenden. Zudem muss als Symboltyp ein Kreuz verwendet werden. Das ist zwingend, da sonst später beim Einlesen ins Interlis-Format die Koordinate des Geometripunkts nicht ausgelesen werden kann.

Die Unterscheidung des HBK-Punkttyps (Attribut "PointType" der Klasse "ReferencePoint" [2, Kap. 4.3]) erfolgt mittels DXF-Farbcodierung.

PointType	Beschreibung	DXF-Farbcodierung
ARP	Flugplatzbezugspunkt (Aerodrome Reference Point)	4
CLP	Achspunkt (Center Line Point)	3
DER	Operationelles Pistenende (Departure End of Runway)	2
FATO	Mittelpunkt der FATO (Final Approach and Take-off Area)	6
THR	Punkt auf Pistenschwelle (Threshold Point)	1

Tabelle 4: Farb-Codes für Referenzpunkte

5 Konstruktionsvorschriften

5.1 Erlaubte Geometrietypen

Die vorgegebenen Geometrietypen der verschiedenen Feature Classes sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst und dienen als Grundlage zur Konstruktion. Es soll insbesondere beachtet werden, dass keine zusammengesetzten Geometrien vorkommen und die 2D/3D-Vorgaben eingehalten werden.

Folgende Geometrie-Elemente sind grundsätzlich erlaubt (je nach Layer):

- ReferencePoint: Point (3D)
- OlsLine: Line und LineString (2D)
- Ols: Shape (3D)
- DeterminingAreas: Shape (2D)
- Circle, ausschliesslich für Bezug zum Referenzpunkt gem. Kapitel 4.2.2, nicht aber für Conical Surface

5.2 Approximation von Kreisbögen

Da Kreisbögen auch für geschwungene Segmente von OLS (z. B. Conical Surface) nicht gestattet sind, müssen diese durch Geradensegmente approximiert werden. Hierbei gilt eine maximale Abweichung (Pfeilhöhe) der Approximation vom Original von maximal 1‰ des Radius.

Beispiel Radius 100m => $f_{\max} = 0.1\text{m}$ oder Radius 2700m => $f_{\max} = 2.7\text{m}$.



Abbildung 10: Darstellung der Abweichung f und der Geradensegmente (gestrichelte Linie)

Für den äusseren Rand einer Conical Surface mit 2700 m Radius resultiert so eine maximale Länge der Geradensegmente von 241 m, für den inneren Rand ($r = 2000$ m) eine maximale Länge von 178 m. Für gekrümmte An- und Abflugwege gelten dieselben Vorschriften.

Die maximale Länge der Geradensegmente lässt sich durch die folgende Formel annähern⁴:

$$s_{\max} \cong \sqrt{0.008 * r^2}$$

⁴ Die Formel zur Berechnung der Kreissehne wurde vereinfacht, weil der zweite Term ($f^2 = 0.000001 * r$) vernachlässigbar klein ist. Formel: Kreissehne (s), Abweichung (f) und Radius (r).

$$s = 2\sqrt{2rf - f^2}$$

5.3 Snapping

End- resp. Stützpunkte aneinanderstossender Geometrielemente müssen zwingend dieselben 3D-Koordinaten aufweisen (3D-Snap in X, Y und Z). So müssen z. B. sämtliche Randlinien einer OLS (Attribut "LineType" mit Wert „Boundary_line“) diese lückenlos umranden.

5.4 Ebenenübergreifende Konsistenz

Die unter 5.3 beschriebenen Bedingungen gelten auch ebenenübergreifend. So müssen z. B. die äusseren Randlinien der Inner Horizontal Surface (auf der Ebene "OLS_InnerHorizontal_surface") identisch sein mit den inneren Randlinien der Conical Surface (auf der Ebene "OLS_Conical_surface").

Dasselbe gilt für die Konsistenz zwischen den einzelnen Dreiecken einer Flächentriangulation (z. B. Ebene "TIN_InnerHorizontal_surface") und den dazugehörigen Randlinien oder der benachbarten Kanten. Bei der Ols dürfen die Dreiecke verschiedener SurfaceTypes sich gegenseitig überlappen.

5.5 Topologische Integrität

Die Stützpunkte und Linien jeweiliger Elemente müssen dieselben Koordinaten aufweisen. Das heisst, dass beispielsweise die Linien, die in der Ebene einer OlsLine die Umrandung einer Anflugfläche abbilden, dieselben x- und y-Koordinaten aufweisen müssen, wie die Linien des jeweiligen 3D-Polygones, das dieselbe Anflugfläche umrandet. Zudem sollen im Falle der Ebenen der DeterminingArea keine Überlappungen oder Lücken vorkommen.

Die topologische Integrität ist verletzt, wenn sich die Anzahl und Anordnung der Stützpunkte ändert. Dies ist beispielsweise in den Ebenen der DeterminingArea der Fall, wenn eine Geländedurchstossungsfläche modelliert wird (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dabei entstehen zusätzliche Stützpunkte an der Inner Horizontal Surface und dadurch können sich die Polygone zwischen beispielsweise den Ols und DeterminingArea für dieselbe Oberfläche unterscheiden (Abbildung 11). Dies kann behoben werden, indem zusätzliche Stützpunkte hinzugefügt werden, sodass letztlich alle Geometrien an denselben Stellen einen Stützpunkt aufweisen. Dies wurde beispielsweise an der Kreuzung zweier Linien (Abbildung 11, Mitte) gemacht. Schliesslich konnte so die topologische Integrität gewährleistet werden.

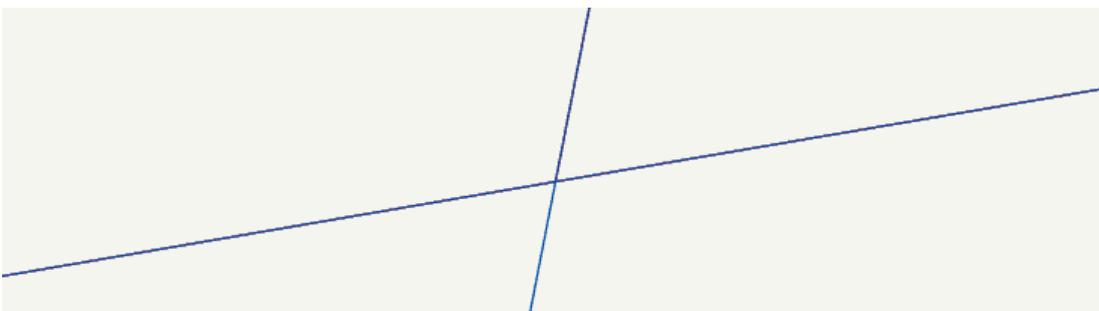
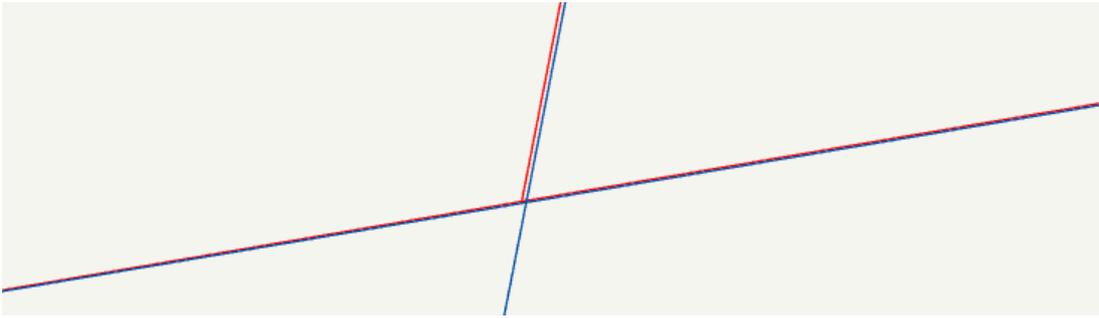


Abbildung 11: Illustration der topologischen Integrität. Oben: Linien (blau) stimmen nicht mit den dazugehörigen Polygonlinien (rot) überein. Mitte: Einsetzen von zusätzlichen Stützpunkten. Unten: Topologische Integrität erfüllt (rote Linie nicht sichtbar, weil unterhalb der blauen Linie).

5.6 Schneidende und übereinander liegende Ebenen

Hindernisbegrenzungsflächen sind immer unabhängig voneinander und vollständig zu konstruieren und abzuspeichern. Auch nicht-massgebende Flächenteile müssen enthalten sein.



Abbildung 12: Schneidende und übereinander liegende OLS sind unabhängig und vollständig zu konstruieren (von der Seite betrachtet).

Auf die Aufteilung der TIN-Dreiecksvermaschung entlang von 3D-Schnittlinien zwischen Ebenen kann verzichtet werden. Allerdings müssen die Schnittlinien für die Bestimmung der DeterminingAreas konstruiert werden, um die tiefst liegende Ebene an jeder Stelle exakt ausweisen zu können.

6 Abgabe

Die Namenskonvention für das Abgabedokument ist wie folgt definiert:

HBK_ICAO-NAME_DD-MM-JJJJ.dxf (Datum = Datenstand der letzten Modifikation)

Im Falle des Beispiels Flugplatz Wangen-Lachen lautet die Dateibezeichnung:

HBK_LSPV_31-08-2022.dxf

Das fertiggestellte Drawing Interchange File kann letztlich an das BAZL zur Überprüfung und Abnahme gesendet werden.