



Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster

Dokumentation «Minimales Geodatenmodell»

Aktenzeichen: BAZL-155.43-6/3/2

Geobasisdatensatz

Identifikator: 106.1
Bezeichnung: Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster
Rechtsgrundlage: SR 748.131.1 Art. 62

Minimales Geodatenmodell

Version 2.0
Datum 19.01.2024

Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)
CH - 3003 Bern
Tel. + 41 58 465 80 39
www.bazl.admin.ch/geoinformation
gis@bazl.admin.ch



Projektgruppe

Leitung	Michael Müntener (BAZL)
Modellierung	Pascal Imoberdorf (BAZL)
Mitwirkung	Peter Bitter (Flughafen Zürich AG) Matthias Fries (Skyguide) Wolfgang Graf (Skyguide) Raoul Kern (BAZL) Stephan Landtwing (BSF Swissphoto AG) Adrian Müller (Bächtold & Moor) Stefan Pelka (Skyguide) Marc Schmid (BAZL) Rudolf Schneeberger (ITV Consult AG) Dominik Schübl (Bächtold & Moor)

Dokumenteninformation

Inhalt	Das Dokument beschreibt das minimale Geodatenmodell für Hindernisbegrenzungsflächen sowie Begrenzungsflächen im Allgemeinen, welche als eine Serie von dreidimensionalen Flächen den für die Flugsicherheit in der Regel erforderlichen hindernisfreien Luftraum nach unten abgrenzen. Objekte, welche diese Begrenzungsflächen durchstossen, gelten als Luftfahrthindernisse. Ziel ist es, den Luftraum vor Hindernissen zu schützen, damit ein sicherer Flugbetrieb gewährleistet werden kann.
Autoren	Pascal Imoberdorf (BAZL) Michael Müntener (BAZL) Marc Schmid (BAZL)
Status	Verabschiedet

Dokumentenhistorie

Version	Datum	Bemerkungen
0.9	23.08.2013	Konsolidierte Version nach Abschluss Pilotprojekt
1.0	24.11.2014	Freigegebene Version
2.0	05.05.2022	Revidierte Version
2.0	22.03.2023	Anpassungen der weiterführenden Dokumente (Kap. 7.1) und der Online-Ressourcen (Kap. 7.2)
2.0	19.01.2024	Attribut «Document» in «OlsCadastre» hinzugefügt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Ausgangslage	6
1.2	Entstehung, Verwaltung und Nutzung des Datensatzes	6
1.3	Beziehungen zu weiteren Geobasisdaten	7
2	Grundlagen für die Modellierung	8
2.1	Bestehende Anforderungen und Informationen	8
2.1.1	Datenerzeugung und -austausch	8
2.1.2	Datenanalyse.....	8
2.1.3	Darstellung	8
2.1.4	Datenhaltung	9
2.2	OLS-Flächendefinitionen nach ICAO, Annex 14.....	10
2.2.1	Definition der Referenzelemente und des Flächentyps „Pistenstreifen“:	10
2.2.2	Definition der Hindernisbegrenzungsflächen-Typen.....	11
2.2.3	Anomalien (Kalotten, Gebiete mit zulässiger Objekthöhe)	15
2.3	Optionale luftfahrtspezifische Flächentypen	15
2.3.1	Take-off flight path area (AOC-Fläche) für IFR-Operationen.....	15
2.3.2	Obstacle protection surface für VASIS.....	15
2.3.3	PANS-OPS-Flächen	16
2.3.4	One engine out Routen.....	16
2.3.5	Critical und Sensitive Area.....	16
2.4	Technische Rahmenbedingungen	16
2.5	Hinweise zur Mehrsprachigkeit.....	16
3	Modellbeschreibung	17
3.1	Bezugspunkte	17
3.2	Struktur- und Hilfslinien	18
3.3	Hindernisbegrenzungsflächen	19
3.4	Massgebende Gesamtfläche.....	19
4	Konzeptionelles Datenmodell - Objektkatalog	20
4.1	Themen.....	20
4.2	Wertebereiche.....	20
4.3	Klassen	22
4.4	Strukturen	24
4.5	Funktionen	25
5	Konzeptionelles Datenmodell - UML-Klassendiagramme	26
6	Darstellungsmodell.....	27
6.1	Statische Darstellung in HBK-Plänen	27
6.1.1	Darstellung von OLS-Flächen nach ICAO, Annex 14.....	27
6.1.2	Signatur bei Anomalien innerhalb von OLS-Flächen.....	28
6.1.3	Darstellung von OLS-Linien	28
6.1.4	Darstellung von Referenzpunkten.....	29
6.2	Dynamische Darstellung in interaktiven Kartenanwendungen	29
6.2.1	Darstellung der Linien.....	29
6.2.2	Darstellung der Flächen.....	30
6.2.3	Vorgaben für Beschriftungen	30

7	Anhang	32
7.1	Weiterführende Dokumente	32
7.2	Online-Ressourcen	32
7.3	Änderungsübersicht	33
7.4	INTERLIS-Modelldatei.....	34

Abkürzungen

AOC	Aerodrome obstacle chart
ARP	Aerodrome reference point → festgelegte geografische Lage eines Flugplatzes (Flugplatzbezugspunkt)
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
CAD	Computer-aided design
DER	Departure end of runway → operationelles Startbahnende
FATO	Final approach and take-off area → Endanflug- und Abflugsektor
FZAG	Flughafen Zürich AG
GeolG	Geoinformationsgesetz (SR 510.62)
GeolV	Geoinformationsverordnung (SR 510.620)
GIS	Geographisches Informationssystem
GKG	Koordinationsorgan für Geoinformation des Bundes
HBK	Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster
ICAO	International Civil Aviation Organization → Internationale Zivilluftfahrtorganisation
IFR	Instrument flight rules → Instrumentenflugregeln
INTERLIS	Beschreibungs- und Transfermechanismus für Geodaten
LFG	Luftfahrtgesetz (SR 748.0)
MGDM	Minimales Geodatenmodell
OEI	One engine inoperative
OGC	Open Geospatial Consortium
OID	Objektidentifikator
OLS	Obstacle limitation surface → Hindernisbegrenzungsfläche
PAPI	Precision approach path indicator → visuelle Anflughilfe
SIL	Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt
SiZo	Sicherheitszonenplan
THR	Threshold → Pistenschwelle
TIN	Triangulated irregular network → Dreiecksvermaschung
UML	Unified Modeling Language
UUID	Universally unique identifier → eindeutiger Identifikator
VAC	Visual approach chart → Sichtanflugkarte
VFR	Visual flight rules → Sichtflugregeln
VIL	Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (SR 748.131.1)

1 Einleitung

Gemäss Art. 8 und 9 GeoIV muss für Geobasisdaten des Bundesrechts ein minimales Geodatenmodell durch die jeweils zuständige Fachstelle des Bundes definiert werden. Es enthält alle Elemente, welche zur Erfüllung des gesetzlichen Auftrages erforderlich sind.

Ein minimales Geodatenmodell weist folgende grundlegenden Eigenschaften auf:

- soll möglichst lange unverändert bleiben,
- ist ausreichend dokumentiert,
- ist breit abgestützt und
- ist durch eine Fachstelle des Bundes für verbindlich erklärt worden.

1.1 Ausgangslage

Beim Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (HBK) handelt sich um eine amtliche Feststellung der Hindernisbegrenzungsflächen nach Anhang 14 des Übereinkommens vom 7. Dezember 1944 über die internationale Zivilluftfahrt (SR 0.748.0) für einen Flugplatz, eine Flugsicherungsanlage oder einen Flugweg (VIL; Art. 2m). Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) führt für die einzelnen Anlagen einen Kataster der Hindernisbegrenzungsflächen (engl. *obstacle limitation surface*, abgekürzt OLS). Mit dem minimalen Geodatenmodell (MGDM) für den Geobasisdatensatz «Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster» müssen alle Typen von dreidimensionalen Hindernisbegrenzungsflächen strukturiert und eindeutig abgebildet werden können.

Die verbindliche Grundlage für das Modellieren der geometrischen, topologischen und thematischen Aspekte bildet der Anhang 14 des von der Schweiz ratifizierten internationalen Regelwerkes der Aviatik, namentlich der *ICAO, Annex 14, Aerodromes, Volume I & II* [1], [2]. Die Hindernisbegrenzungsflächen grenzen den für die Flugsicherheit in der Regel erforderlichen hindernisfreien Luftraum nach unten ab (VIL; Art. 2l) und begründen mit dieser Eigenschaft, ob ein Objekt wegen seiner Lage bzw. Höhe ein Luftfahrthindernis gemäss Art. 2k VIL darstellt. In dieser Funktion schützen die OLS die An- und Abflugverfahren eines Flugplatzes vor neuen Hindernissen. Bei Änderungen der Flugverfahren oder der Pisteninfrastruktur sind die OLS nachzuführen. Falls zusätzliche luftfahrtspezifische Bereiche zu den im *ICAO Annex 14 Vol. I und II* definierten Hindernisbegrenzungsflächen geschützt werden müssen, dann sind diese in den HBK zu integrieren.

1.2 Entstehung, Verwaltung und Nutzung des Datensatzes

Gemäss Art. 62 Abs. 1 und 5 VIL sind die Flugplatzhalter verantwortlich für die Erstellung sowie die periodische Überprüfung bzw. Nachführung des Hindernisbegrenzungsflächen-Katasters. Das Prüfintervall beträgt für IFR-Flugplätze maximal 5 Jahre, für VFR-Flugplätze maximal 10 Jahre. Bei wesentlichen Änderungen (z. B. durch ein angepasstes Betriebsreglement) müssen die Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster angepasst werden.

Die OLS werden mit CAD- oder GIS-gestützten Software-Programmen erstellt und sind als digitale Daten verfügbar. Der Geobasisdatensatz «Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster» (ID 106, Anhang 1 GeoIV) des BAZL besteht aus der Gesamtheit aller OLS der einzelnen Flugplätze in vektorieller Form. Das hier beschriebene minimale Geodatenmodell (MGDM) bildet die konkrete Grundlage für diesen Datensatz und legt dessen Struktur und Detaillierungsgrad in einer systemunabhängigen Art und Weise fest.

In fachlicher Hinsicht begründet der Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster gemäss Art. 63 Bst. c VIL die Bewilligungspflicht für Luftfahrthindernisse im Bereich von Flugplätzen. Als solche gelten Bauten, Anlagen und Pflanzen, wenn diese eine Hindernisbegrenzungsfläche vertikal durchstossen.

Den vom BAZL genehmigten Hindernisbegrenzungsflächen-Katastern sind von den Kantonen und Gemeinden in ihrer Richt- und Nutzungsplanung Rechnung zu tragen. Die OLS zur Bestimmung von Luftfahrthindernissen werden von verschiedenen Akteuren wie den Flugplatzbetreibern, der Bewilligungsbehörde (BAZL, Sektion Flugplätze und Luftfahrthindernisse), den Aufsichtsbehörden (BAZL, kantonale Kontaktstellen, betroffene Gemeinden), sowie privaten Ingenieur- und Planungsbüros genutzt.

1.3 Beziehungen zu weiteren Geobasisdaten

Die OLS dienen als **Bewilligungsfläche** von Luftfahrthindernissen, welche ihrerseits Bestandteil des Geobasisdatensatzes «Luftfahrtdaten» (ID 5, Anhang 1 GeoIV) sind. Hierzu gehören zudem auch die Referenzpunkte zur Konstruktion und Erstellung der OLS.

Im Weiteren sind die OLS als «Gebiet mit Hindernisbegrenzung» Bestandteil des Sachplans Verkehr, Teil Infrastruktur Luftfahrt (SIL; ID 102, Anhang 1 GeoIV), wobei die zweidimensionale Umrandung der OLS-Gesamtfläche als Perimeter dargestellt wird.

Für die Festsetzung der Sicherheitszonenpläne (SiZo; ID 108, Anhang 1 GeoIV) sind gemäss Art. 72 Abs. 2 VIL mindestens die geschützten Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster massgebend. Dies bedeutet, dass die Flächen grundsätzlich deckungsgleich sein sollen und demnach eine wechselseitige Beziehung zwischen HBK und Sicherheitszonen besteht.

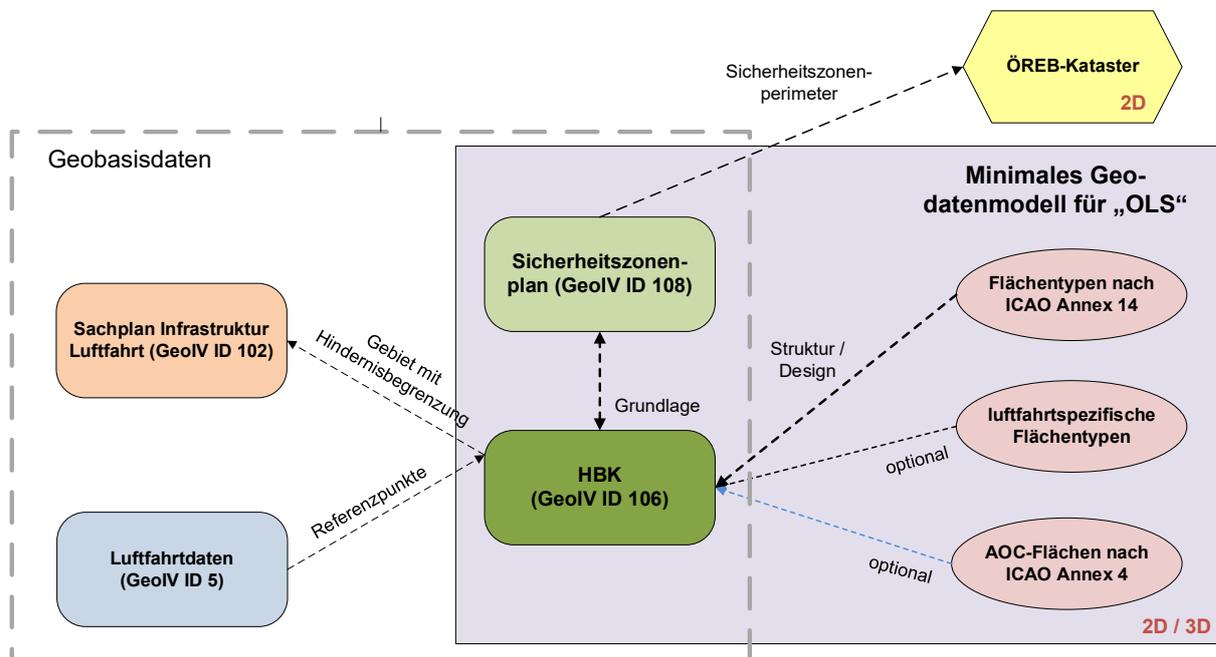


Abbildung 1: Beziehungen zwischen luftfahrtspezifischen Geobasisdaten

Hinweis: Das vorliegende minimale Geodatenmodell deckt hinsichtlich der Datenerfassung (Inhalt und Struktur) sowohl die Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (GeoIV ID 106) wie auch die Sicherheitszonenpläne (GeoIV ID 108) ab.

2 Grundlagen für die Modellierung

In diesem Kapitel wird auf Grundlagen hingewiesen, die für die Erstellung des minimalen Geodatenmodells für den Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster relevant sind.

2.1 Bestehende Anforderungen und Informationen

Aus der Fachgesetzgebung (Art. 62 VIL) resultieren keine inhaltlichen Vorgaben. Konkrete Anforderungen an das minimale Geodatenmodell für die OLS leiten sich hauptsächlich aus der fachlichen Anwendung ab. Sie lassen sich grob in die Bereiche Erzeugung, Analyse und Darstellung und Datenhaltung gliedern.

2.1.1 Datenerzeugung und -austausch

Die Hindernisbegrenzungsflächen werden gemäss Normen anhand von Referenzpunkten und Achsen konstruiert.

- Um den Import aus verschiedenen Datenquellen und den Austausch mit anderen Systemen zu erlauben, muss sich das Datenmodell auf gängige Geometrietypen (z. B. OGC simple features) beschränken.
- Die Referenzpunkte, Struktur- und Hilfslinien sollen im Datenmodell abgebildet werden können.
- Falls Hindernisbegrenzungsflächen das Gelände durchstossen, sollen diese (von der Norm abweichenden) Anomalien geometrisch als dreidimensionale Kalotten modelliert werden. In Ausnahmefällen soll der zweidimensionale Perimeter einer Geländedurchstossung als massgebendes Gebiet mit konstanter Höhe über Grund festgelegt bzw. mit geltender Höhe gemäss VIL ausgedehnt werden können.

2.1.2 Datenanalyse

Die Höhe (Kote) der massgebenden Hindernisbegrenzungsfläche an einer beliebigen Stelle (x,y) muss eindeutig und zweifelsfrei bestimmbar sein.

- Nicht-ebene OLS und Unstetigkeiten müssen durch ein unregelmässiges Netzwerk aus ebenen Teilflächen mit drei nicht kollinearen Punkten (Dreiecksvermaschung; engl. Triangulated Irregular Network, abgekürzt TIN) eindeutig definiert sein.
- Es müssen einzelne OLS abgebildet werden können, wobei gegenseitige Überlappungen von solchen zulässig sind. Folglich sind Unstetigkeiten, d. h. vertikale Sprünge beim Übergang von einer OLS zur nächsten, erlaubt.

2.1.3 Darstellung

Die dreidimensionalen Hindernisbegrenzungsflächen werden in Plänen und Karten abgebildet und bei Bedarf in realistischen 3D-Visualisierungen genutzt.

- Das Datenmodell muss mindestens die Flächengrenzen und Höhenlinien umfassen. Weitere grafische 2D-Elemente (z. B. Achsen, Schnittlinien, Hilfslinien) sollen abbildbar sein.
- Das Datenmodell soll zudem die massgebende Gesamtfläche als überlappungsfreie 2D-Gebietseinteilung beinhalten.
- Um dreidimensionale Visualisierungen erzeugen zu können, müssen sämtliche OLS geometrisch als 3D-Oberflächen modelliert werden.

2.1.4 Datenhaltung

Aufgrund der Tatsache, dass die OLS nicht immer ebene Flächen sind (z. B. konische Flächen, gekrümmte An- und Abflugflächen), muss die 3D-Oberfläche geometrisch eindeutig definiert werden. Dies geschieht mittels einer TIN-Struktur, wobei unstete Kurven durch eine Abfolge von Geradenstücken angenähert werden.

Die einzelnen OLS können sich in beliebiger Weise überlappen und durchdringen. Massgebend für die Melde- und Bewilligungspflicht ist die tiefste Fläche an einer beliebigen Position (mit Ausnahme von Gebieten bei allfälligen Geländedurchstossungen). So soll das minimale Geodatenmodell vom Gesichtspunkt der Analyse die vollständigen einzelnen OLS sowie zusätzlich auch eventuelle Anomalien (als separate OLS) beinhalten.

Andererseits müssen für Darstellungszwecke die massgebenden Teilflächen ebenfalls enthalten sein. Das Datenmodell muss die individuellen Teilflächen (bestehend aus Dreiecken) und Linienobjekte eindeutig einer OLS zuordnen.

2.2 OLS-Flächendefinitionen nach ICAO, Annex 14

Die verschiedenen Flächentypen und ihr Design sind nachfolgend in Anlehnung an die in Kap. 1.1 genannte ICAO-Norm beschrieben.

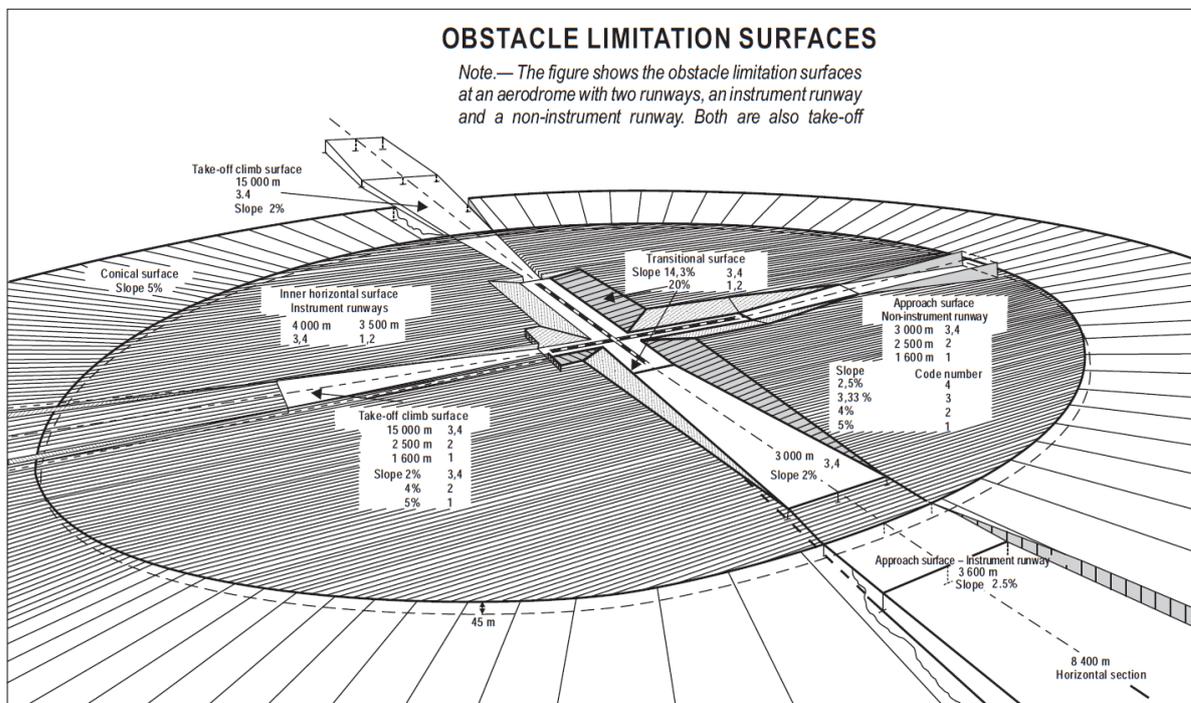


Abbildung 2: Übersicht der Hindernisbegrenzungsflächen (OLS) nach ICAO, Annex 14, Volume I

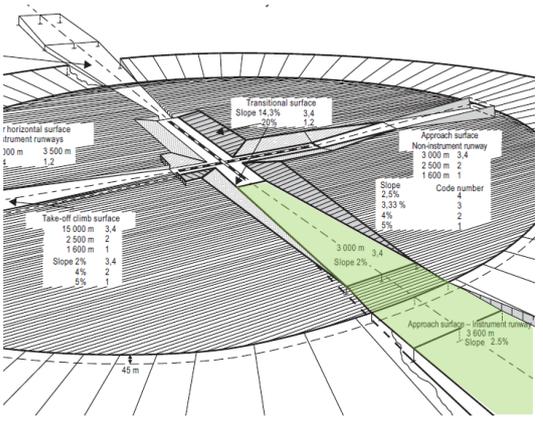
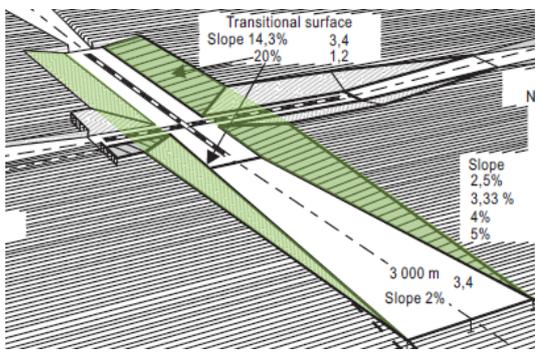
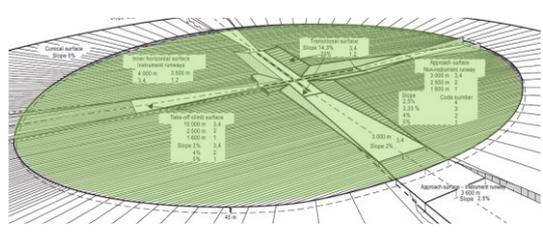
2.2.1 Definition der Referenzelemente und des Flächentyps „Pistenstreifen“:

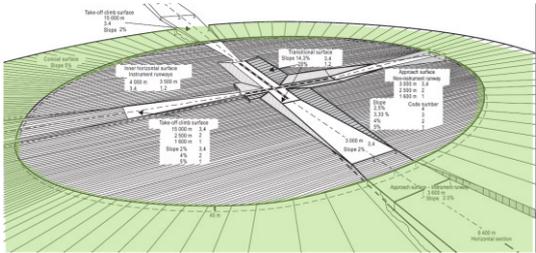
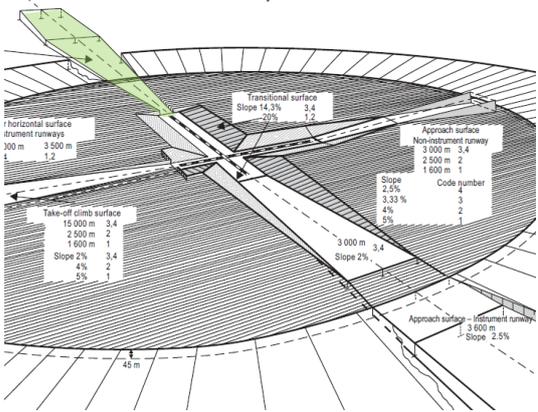
Die Ausmasse und Positionen der vorgegebenen Pisteninfrastruktur, welche die Grundlagen für die Hindernisbegrenzungsflächen bilden, sind gemäss Angaben des ICAO Annex 14, Vol. I zu konstruieren und bestehen aus den folgenden Elementen:

ARP	<i>Aerodrome reference point</i>	Gem. Abschnitt 1.1
Piste	<i>Runway</i>	
Schwellenpunkte	<i>Thresholds</i>	
Pistenstreifen	<i>Runway strip</i>	Gem. Abschnitt 3.4
<p>Der Pistenstreifen (runway strip) ist eine Fläche mit einer definierten Gesamtbreite und einer zusätzlichen Distanz in der Längsachse, welche die operationell benutzte Pistenfläche und deren Sicherheitsfläche umfasst. Er ist nur stückweise eben; die Höhenlage der einzelnen Teilstücke wird durch geeignete Referenzpunkte auf der Piste definiert.</p>		

2.2.2 Definition der Hindernisbegrenzungsflächen-Typen

An den Pistenstreifen anschliessend folgen die **Hindernisbegrenzungsflächen-Typen** gemäss Vorgaben des ICAO *Annex 14, Vol. I* (hauptsächlich Kapitel 4), wobei die An- und Abflugflächen den Achsen der An- und Abflugwege folgen. Im Falle einer **Sichtanflugpiste** (*non-instrument runway*) sind dies folgende Flächen:

Anflugfläche	<i>Approach surface</i>	Gem. Table 4-1																																																																			
<p>Die Anflugflächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung bei einem definierten Abstand von der Pistenschwelle (THR) besitzt und mit einer definierten Steigung und dazugehöriger Länge, den Anflugwegachsen folgend, nach aussen ansteigt.</p> <p>Im Falle einer Instrumentenanflugpiste (<i>instrument runway</i>) kann diese Fläche bis aus drei Segmenten bestehen, welche ab einer gewissen Höhe im dritten Segment horizontal verlaufen kann.</p>	 <table border="1" data-bbox="853 526 1396 952"> <thead> <tr> <th>Segment</th> <th>Length (m)</th> <th>Slope (%)</th> <th>Height (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Horizontal surface instrument runways</td> <td>300</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Take-off climb surface</td> <td>15 000</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 500</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>4%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>5%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Transitional surface</td> <td>3 000</td> <td>14.3%</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 000</td> <td>20%</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Approach surface</td> <td>3 000</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 500</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Code number</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Segment	Length (m)	Slope (%)	Height (m)	Horizontal surface instrument runways	300	1.2	1.2	Take-off climb surface	15 000	3.4	3.4		2 500	2	2		1 600	1	1		1 600	4%	2		1 600	5%	1	Transitional surface	3 000	14.3%	3.4		3 000	20%	1.2	Approach surface	3 000	3.4	3.4		2 500	2	2		1 600	1	1	Code number						3	3			4	2			5	1				
Segment	Length (m)	Slope (%)	Height (m)																																																																		
Horizontal surface instrument runways	300	1.2	1.2																																																																		
Take-off climb surface	15 000	3.4	3.4																																																																		
	2 500	2	2																																																																		
	1 600	1	1																																																																		
	1 600	4%	2																																																																		
	1 600	5%	1																																																																		
Transitional surface	3 000	14.3%	3.4																																																																		
	3 000	20%	1.2																																																																		
Approach surface	3 000	3.4	3.4																																																																		
	2 500	2	2																																																																		
	1 600	1	1																																																																		
Code number																																																																					
		3	3																																																																		
		4	2																																																																		
		5	1																																																																		
Seitliche Übergangsfläche	<i>Transitional surface</i>	Gem. Table 4-1																																																																			
<p>Die seitlichen Übergangsflächen beginnen beidseitig des Pistenstreifens, sind mit der Anflugfläche verbunden und reichen mit einer definierten Steigung bis zu einer fixen Höhe von 45 m über dem ARP (Flugplatzbezugspunkt).</p>	 <table border="1" data-bbox="853 1115 1396 1467"> <thead> <tr> <th>Segment</th> <th>Length (m)</th> <th>Slope (%)</th> <th>Height (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transitional surface</td> <td>3 000</td> <td>14.3%</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 000</td> <td>20%</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Approach surface</td> <td>3 000</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 500</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>4%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>5%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Segment	Length (m)	Slope (%)	Height (m)	Transitional surface	3 000	14.3%	3.4		3 000	20%	1.2	Approach surface	3 000	3.4	3.4		2 500	2	2		1 600	1	1		1 600	4%	2		1 600	5%	1																																				
Segment	Length (m)	Slope (%)	Height (m)																																																																		
Transitional surface	3 000	14.3%	3.4																																																																		
	3 000	20%	1.2																																																																		
Approach surface	3 000	3.4	3.4																																																																		
	2 500	2	2																																																																		
	1 600	1	1																																																																		
	1 600	4%	2																																																																		
	1 600	5%	1																																																																		
Innere Horizontalfäche	<i>Inner horizontal surface</i>	Gem. Table 4-1																																																																			
<p>Die innere Horizontalfäche ist eine kreisrunde Fläche mit einem definierten Radius und einer Höhe von 45 m über dem ARP (Flugplatzbezugspunkt).</p>	 <table border="1" data-bbox="853 1579 1396 1825"> <thead> <tr> <th>Segment</th> <th>Length (m)</th> <th>Slope (%)</th> <th>Height (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Circular surface</td> <td>45</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Horizontal surface instrument runways</td> <td>300</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Take-off climb surface</td> <td>15 000</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 500</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>4%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>5%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Transitional surface</td> <td>3 000</td> <td>14.3%</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 000</td> <td>20%</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Approach surface</td> <td>3 000</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 500</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 600</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Code number</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Segment	Length (m)	Slope (%)	Height (m)	Circular surface	45	1.2	1.2	Horizontal surface instrument runways	300	1.2	1.2	Take-off climb surface	15 000	3.4	3.4		2 500	2	2		1 600	1	1		1 600	4%	2		1 600	5%	1	Transitional surface	3 000	14.3%	3.4		3 000	20%	1.2	Approach surface	3 000	3.4	3.4		2 500	2	2		1 600	1	1	Code number						3	3			4	2			5	1
Segment	Length (m)	Slope (%)	Height (m)																																																																		
Circular surface	45	1.2	1.2																																																																		
Horizontal surface instrument runways	300	1.2	1.2																																																																		
Take-off climb surface	15 000	3.4	3.4																																																																		
	2 500	2	2																																																																		
	1 600	1	1																																																																		
	1 600	4%	2																																																																		
	1 600	5%	1																																																																		
Transitional surface	3 000	14.3%	3.4																																																																		
	3 000	20%	1.2																																																																		
Approach surface	3 000	3.4	3.4																																																																		
	2 500	2	2																																																																		
	1 600	1	1																																																																		
Code number																																																																					
		3	3																																																																		
		4	2																																																																		
		5	1																																																																		

<p>Konische Fläche</p>	<p><i>Conical surface</i></p>	<p>Gem. Table 4-1</p>
<p>Die konische Fläche ist eine kreisrunde Fläche, welche sich an die innere Horizontalfläche anschliesst und sich mit einer definierten Steigung von 5% auf eine bestimmte Höhe über der inneren Horizontalfläche erhebt.</p>		
<p>Abflugfläche</p>	<p><i>Take-off climb surface</i></p>	<p>Gem. Table 4-2</p>
<p>Die Abflugflächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung bei einem definierten Abstand vom operationellen Startbahnende (DER) besitzt und mit einer definierten Steigung und dazugehöriger Länge, den Abflugwegachsen folgend, nach aussen ansteigt. Ab einer definierten Breite verläuft die Fläche parallel und nicht mehr divergierend.</p> <p>Es ist eine übliche Praxis in der Schweiz, dass bei Flügen nach Sichtflugregeln (VFR) das operationelle Startbahnende der versetzten Pistenschwelle der Gegenflugrichtung entspricht.¹</p>		

¹ VFR Manual, VFR AGA 3-0-3, Kapitel 3.3

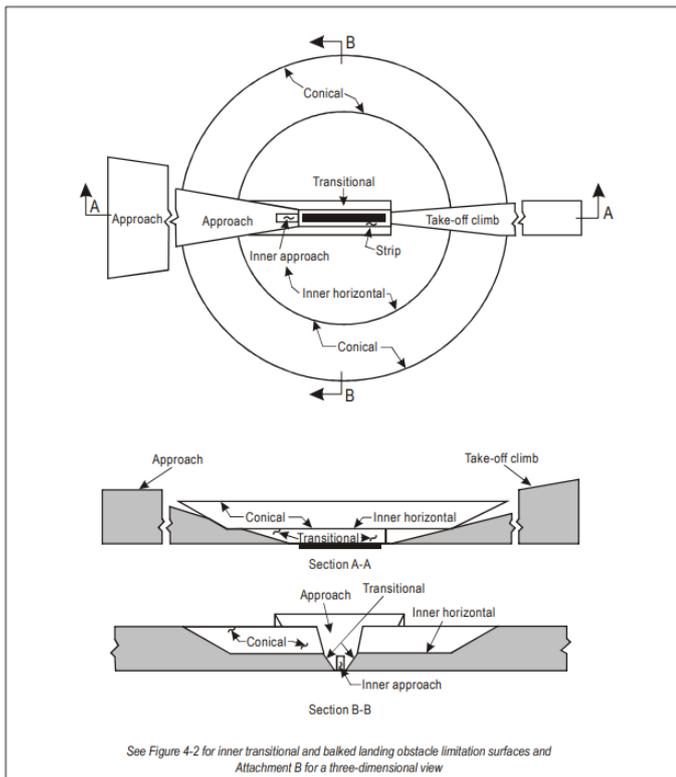


Abbildung 3: Hindernisbegrenzungsflächen nach ICAO Annex 14, Figure 4-1

Bei einer **Präzisionsanflugpiste²** (*precision approach runway*), welche in der Schweiz zurzeit ausschliesslich auf den Flughäfen Zürich und Genf vorhanden ist, existieren zusätzlich folgende drei Flächentypen, welche die hindernisfreie Zone (*obstacle free zone*) definieren:

Innere Anflugfläche	<i>Inner approach surface</i>	Gem. Table 4-1
Die inneren Anflugflächen bestehen jeweils aus einem definierten Rechteck, welches seinen Ursprung bei einem gewissen Abstand von der Pistenschwelle besitzt und mit einer definierten Steigung und dazugehöriger Länge nach aussen ansteigt.		
Innere seitliche Übergangsfläche	<i>Inner transitional surface</i>	Gem. Table 4-1
Die inneren seitlichen Übergangsflächen sind analog zu den seitlichen Übergangsflächen, jedoch befinden sie sich näher an der Piste. Sie verbinden die innere Anflugfläche mit der Durchstartfläche und reichen mit einer definierten Steigung bis zu einer Höhe von 45 m über dem Flugplatzbezugspunkt.		
Durchstartfläche	<i>Balked landing surface</i>	Gem. Table 4-1
Die Durchstartflächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung bei einem definierten Abstand von der Pistenschwelle besitzt und mit einer definierten Steigung und dazugehöriger Länge, der Durchstartachse folgend, nach aussen in Landerichtung ansteigt.		

² Precision approach runway oder non-precision approach runway

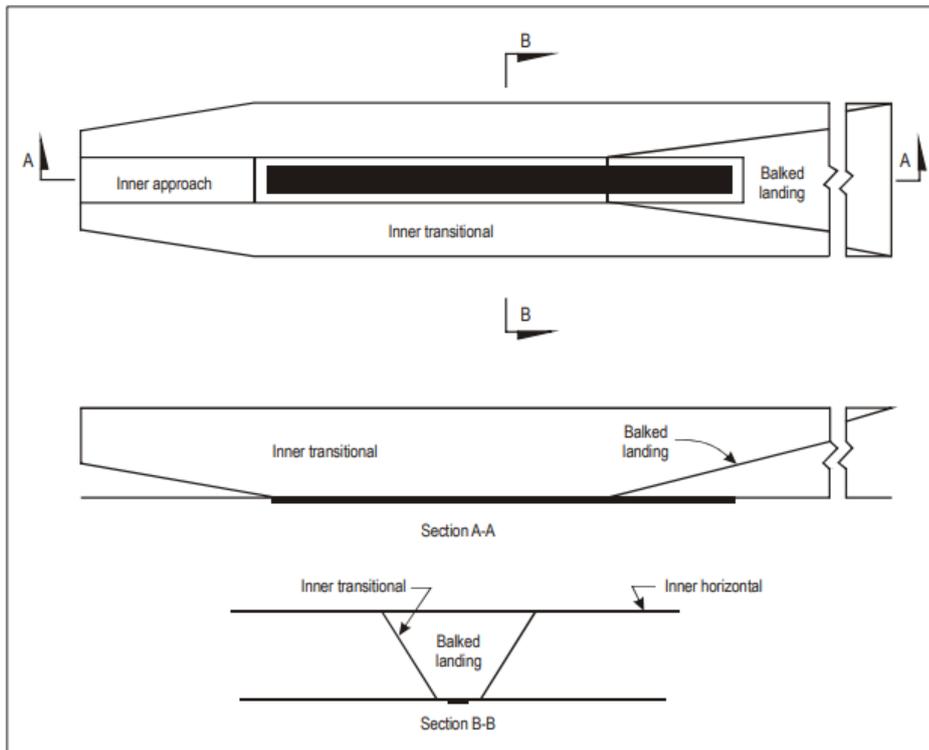


Abbildung 4: Spezielle Flächentypen für die Präzisionsanflugpiste nach ICAO Annex 14, Figure 4-2

Bei **Helikopterbetrieb** gelten folgende Flächen für einen Sichtanflug (*non-instrument*) FATO gemäss ICAO Annex 14, Vol. II:

FATO	<i>Final approach and take-off area</i>	Gem. Abschnitt 3.1
Sicherheitsbereich	<i>Safety area</i>	
Der Sicherheitsbereich ist eine Fläche, welche die FATO umfasst. Die Dimensionen sind vom eingesetzten Helikoptertyp abhängig.		
Anflugfläche	<i>Approach surface</i>	Gem. Table 4-1 und Figure 4-5
Die Anflugflächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung beim Sicherheitsbereich hat und mit definierten Steigungen und dazugehörigen Längen, den Anflugwegen folgend, nach aussen bis 152 m über der FATO ansteigt. Ab einer definierten Breite verläuft die Fläche parallel und nicht mehr divergierend.		
Abflugfläche	<i>Take-off climb surface</i>	Gem. Table 4-1 und Figure 4-5
Die Abflugflächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung bei der Sicherheitszone besitzt und mit definierten Steigungen und dazugehörigen Längen, den Anflugwegen folgend, nach aussen bis 152 m über der FATO ansteigt. Ab einer definierten Breite verläuft die Fläche parallel und nicht mehr divergierend.		

Geschützte seitliche Neigung	<i>Protected side slope</i>	Gem. Kap. 3.1.13
Die geschützte seitliche Neigungsfläche (beidseitig der FATO) beginnt beim Sicherheitsbereich und reicht mit einer Steigung von 45° bis zu einer Höhe von 10 m über die FATO.		

2.2.3 Anomalien (Kalotten, Gebiete mit zulässiger Objekthöhe)

In der Schweiz kommt infolge von Geländeerhebungen (Topografie als natürliches Hindernis) oder hohen Bauten zusätzlich ein weiterer Flächentyp zur Anwendung:

- *Kalotten* werden mittels 3D-Flächenpolygonen (TIN) geometrisch modelliert

Alternativ dazu werden bei Geländedurchstossungen Gebiete mit einer zulässigen Objekthöhe über dem Gelände ausgeschieden. Dabei kann in Ausnahmefällen auf eine vollständige 3D-Modellierung (im Gegensatz zu den Kalotten) verzichtet werden. Innerhalb dieser festgelegten Gebiete gibt es 2 Fälle zu unterscheiden:

- Es gilt eine max. zulässige Objekthöhe über Grund, womit die so festgelegte virtuelle «Begrenzungsfläche» dem Gelände in einem fixen Höheabstand folgt.
- Es wird anstelle einer fixen Objekthöhe ein Gebiet ausgeschieden, in welchem die allgemeinen VIL-Regeln (Art. 63a und b) gelten.

2.3 Optionale luftfahrtspezifische Flächentypen

Falls zusätzliche Bereiche zu den im ICAO *Annex 14 Vol. I* und *II* vorhandenen Hindernisbegrenzungsflächen geschützt werden sollen, müssen diese in den HBK integriert werden. Diese Bereiche können aus den folgenden Flächen bzw. Teilen davon bestehen:

2.3.1 Take-off flight path area (AOC-Fläche) für IFR-Operationen

AOC-Fläche	<i>Take-off flight path area</i>	<i>Annex 4, Chapter 3.8.2</i>
Die AOC-Flächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung beim definierten Startbahnende (DER) besitzt und mit einer definierten Steigung und dazugehöriger Länge, den Abflugwegachsen folgend, nach aussen ansteigt. Ab einer definierten Breite verläuft die Fläche parallel und nicht mehr divergierend.		

2.3.2 Obstacle protection surface für VASIS

VASIS-Schutzfläche	<i>Obstacle protection surface</i>	<i>Annex 14, Vol. I, Chapter 5.3.5</i>
Die VASIS-Hindernisschutzflächen bestehen jeweils aus einem nach aussen divergierenden Trapez, welches seinen Ursprung bei einem definierten Abstand von der Pistenchwelle (THR) besitzt und mit einer vom Gleitwegwinkel abhängigen Steigung und dazugehöriger Länge in der Lichtmittelachse nach aussen ansteigt.		

2.3.3 PANS-OPS-Flächen

PANS-OPS-Flächen	<i>PANS-OPS surfaces</i>	<i>Doc 8168, Vol.II</i>
<p>PANS-OPS Flächen dienen dazu, An- und Abflugverfahren nach Instrumentenflugregeln (IFR) gemäss ICAO-Doc 8168 [5] zu konstruieren. Der für einen IFR-Flugbetrieb benötigte Luftraum wird für sämtliche Flugverfahren abgebildet. Weitere Informationen können bei <i>Skyguide / Instrument Flight Procedures</i> eingeholt werden.</p>		

2.3.4 One engine out Routen

<i>One engine out Route</i>	<i>Engine failure climb out proc.</i>	<i>According Aircraft Operator</i>
<p>Die <i>One engine out</i> Routen werden vom Operator (Fluggesellschaft) definiert und stellen den Flugweg dar, welcher bei einem Triebwerksausfall verwendet werden soll.</p>		

2.3.5 Critical und Sensitive Area

Kritische und sensible Zonen	<i>Critical and sensitive areas</i>	<i>Annex 10, Vol. I, ATT C, Chapter 2.1.9</i>
<p>Die <i>Critical und Sensitive Areas</i> sollen gemäss ICAO-Norm [4] die Kommunikations- und Navigationsanlagen vor unerwünschten Interferenzen (Störungen durch Reflexionen) schützen, welche den Betrieb der Anlagen beeinträchtigen können.</p>		

2.4 Technische Rahmenbedingungen

Als Leitfaden für die zuständigen Fachstellen des Bundes hat das Koordinationsorgan für Geoinformation des Bundes (GKG) «Allgemeine Empfehlungen zur Methodik der Definition minimaler Geodatenmodelle» [6] publiziert. Darin sind entsprechende Mindestanforderungen für die Bundesstellen festgelegt.

Aus technischer Sicht sind die „Basismodule des Bundes für minimale Geodatenmodelle“ (CHBase) [7] zu erwähnen, welche am 30.08.2011 durch die GKG publiziert wurden. Es handelt sich hierbei um eine Sammlung einheitlicher, allgemeiner INTERLIS-Definitionen. Durch die Verwendung dieser unabhängigen Module bei der Erstellung der minimalen Geodatenmodelle wird die technische und inhaltliche Datenharmonisierung unterstützt. Einzelne Bestandteile der Basismodule wurden, sofern dies im vorliegenden Fall zweckmässig war, ins vorliegende Datenmodell integriert.

2.5 Hinweise zur Mehrsprachigkeit

Das minimale Geodatenmodell wurde in Englisch erstellt, wobei erläuternde Kommentare in Deutsch und Französisch vorhanden sind. Die vorliegende deutsche Version der Modelldokumentation wird ins Französische übersetzt.

3 Modellbeschreibung

In den nachfolgenden Kapiteln werden die grundlegenden Elemente des minimalen Geodatenmodells für die OLS semantisch beschrieben.

3.1 Bezugspunkte

Geometriety: 3D-Punkte (*Point3D*)

Die für die Konstruktion der OLS notwendigen Ausgangspunkte werden als Bezugspunkte (*ReferencePoint*) modelliert. Bei einem Flugplatz werden folgende Bezugspunkttypen unterschieden:

- Flugplatzbezugspunkt (ARP; *Aerodrome reference point*)
- Achspunkt der Mittellinie (CLP; *Center line point*)
- Operationelles Pistenende (DER; *Departure end of runway*)
- Mittelpunkt des Endanflug- und Abflugsektors (FATO; *Final approach and take-off area*)
- Schwellenmittelpunkt (THR; *Threshold*)

Der Flugplatzbezugspunkt (ARP) ist derjenige Punkt auf dem Gelände eines Flugplatzes, welcher im Allgemeinen für die Konstruktion der Horizontalfläche sowie der konischen Fläche massgebend ist. Er liegt in der Regel auf dem Schnittpunkt der Achslinien der verschiedenen Start- und Landebahnen bzw. bei nur einer Piste in der Pistenmitte und stellt den zentralen Bezugspunkt für das Design der OLS dar. Diejenigen OLS, welche nicht explizit einer Pistenchwelle oder einem Pistenende zugeordnet sind, beziehen sich auf den ARP. Bei einer pistenunabhängigen Festlegung des ARP muss für die Flächenkonstruktion ein fiktiver „Mittelpunkt“ bestimmt werden, welcher von seiner Bedeutung einem ARP entspricht.

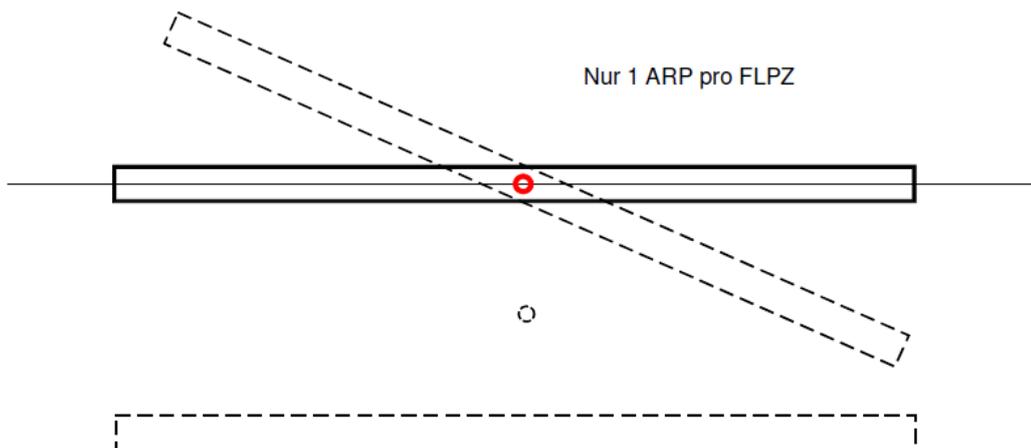


Abbildung 5: Definition des Flugplatzbezugspunkts (ARP)

3.3 Hindernisbegrenzungsflächen

Geometriertyp: 3D-Flächen (*Surface3D*; Dreiecksvermaschung / TIN)

Eine OLS stellt eine aviatisch definierte Fläche dar, welche durch geschlossene Netze unregelmässiger Dreiecke im dreidimensionalen Raum gebildet wird. Die Dreiecke müssen eindeutig einer OLS zugeordnet sein. Eine einzelne OLS besteht aus einer Menge von kontinuierlichen, nicht überlappenden Dreieckspolygonen.

Bei der Triangulation sind die massgebenden linearen OLS-Strukturen als Bruchkanten so zu berücksichtigen, dass diese in der TIN-Struktur unverändert beibehalten werden.

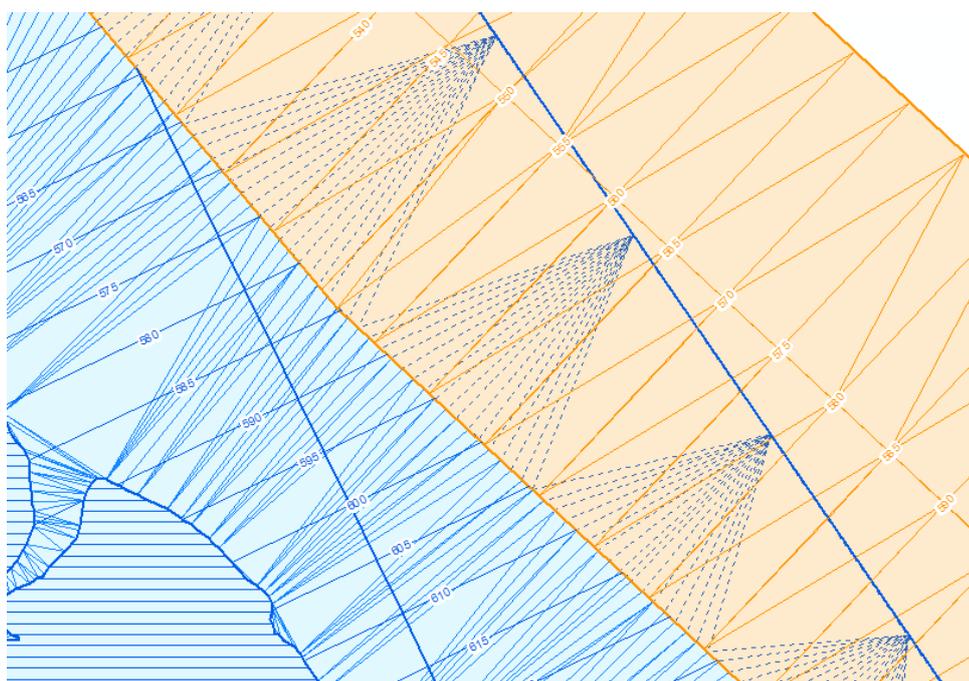


Abbildung 8: Dreiecksvermaschung (TIN) [FZAG]

3.4 Massgebende Gesamtfläche

Geometriertyp: 2D-Flächen (*Area2D*; Gebietseinteilung)

Die massgebenden Flächenanteile aller OLS ergeben zusammen eine zweidimensionale, überlappungsfreie Gesamtfläche. Die massgebenden Flächenanteile müssen eindeutig ausgeschieden und einer OLS zugeordnet sein. Umgekehrt ist es möglich, dass eine OLS keine massgebenden Flächenanteile aufweist. Die massgebende Gesamtfläche als Summe aller relevanten Teilflächen muss jedoch zwingend vorhanden sein.

4 Konzeptionelles Datenmodell - Objektkatalog

Im nachfolgenden Objektkatalog deutet *Kursivschrift* auf Inhalte von CHBase [2] hin. Auf eine explizite Beschreibung dieser Elemente wird an dieser Stelle verzichtet.

4.1 Themen

CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_WithLatestModification

Thema für den Kataster der Hindernisbegrenzungsflächen (OLS) mit eindeutiger Objektidentifikation (UUID)

4.2 Wertebereiche

CadastreType

Aufzählung für den Bezugstyp des Katasters gemäss Art. 2m VIL

Wert	Beschreibung
AerodromeHeliport	Flugplatz oder Heliport
AirNavigationFacility	Flugsicherungsanlage
FlightPath	Flugweg

LineType

Aufzählung für OLS-Linientyp

Wert	Beschreibung
Auxiliary_line	Graphische Hilfslinie, z. B. Linie einer nicht massgebenden Fläche
Boundary_line	(Teil-)Umrandung einer OLS
Center_line	Achse der Pisten sowie der An- und Abflugwege
Contour_line	Höhenlinie / Höhenschichtlinie
HzBoundary_line	Horizontale (Teil-)Umrandung einer OLS (Spezialfall von Boundary_line)
Intersection_line	Schnittlinie zweier Flächen

Operation

Aufzählung für Flugoperation

Wert	Beschreibung
Circuit	Voltenflug
Non_instrument_approach	Sichtanflug
Non_precision_approach	Nicht-Präzisionsanflug
Precision_approach	Präzisionsanflug
Take_off_climb	Abflug

PointType	
Aufzählung für Typ des OLS-Bezugspunkts	
Wert	Beschreibung
ARP	Flugplatzbezugspunkt (<i>Aerodrome reference point</i>)
CLP	Achspunkt (<i>Center line point</i>)
DER	Operationelles Pistenende (<i>Departure end of runway</i>)
FATO	Mittelpunkt der FATO (<i>Final approach and take-off area</i>)
THR	Bezugspunkt auf Pistenschwelle (<i>Threshold point</i>)

SurfaceType	
Aufzählung für OLS-Flächentyp	
Wert	Beschreibung
Approach_surface	Anflugfläche
Approach_surface_heli	Anflugfläche für Helikopter
Balked_landing_surface	Durchstartfläche
Calotte_area	Kuppel-Teilfläche bei Anomalien (Kalotte)
Conical_surface	Konische Fläche
Critical_sensitive_area	Schutzfläche für Navigationsanlagen
FATO_area_heli	Endanflug- und Startfläche für Helikopter
Inner_approach_surface	Innere Anflugfläche
Inner_horizontal_surface	Innere Horizontalfläche
Inner_transitional_surface	Innere seitliche Übergangsfläche
Obstacle_protection_surface	VASIS-Schutzfläche
One_engine_out_surface	OEI-Fläche (One Engine Inoperative)
PANS OPS_surface	PANS-OPS-Fläche
Protected_side_slope_heli	Geschützte seitliche Neigung für Helikopter
Runway_strip	Pistenstreifen
Safety_area_heli	Sicherheitsbereich für Helikopter
Takeoff_climb_surface	Abflugfläche
Takeoff_climb_surface_heli	Abflugfläche für Helikopter
Takeoff_flightpath_area	AOC-Fläche
Transitional_surface	Seitliche Übergangsfläche

4.3 Klassen

Klasse OlsCadastre			
Gesamtheit der Hindernisbegrenzungsflächen (Kataster) für jeweils einen Flugplatz bzw. Heliport, eine Flugsicherungsanlage oder einen Flugweg			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
CadastreName	1	Zeichenkette (Text * 30)	Eindeutige Bezeichnung des OLS-Katasters (z. B. „HBK_LSZH“)
CadastreType	1	Aufzählung (gem. Kap. 4.2)	Bezugstyp für den Kataster gemäss Art. 2m VIL
IcaoLocationIndicator	0..1	Zeichenkette (Text * 4)	ICAO-Code für Flug- und Helikopterlandeplätze
Document	0..1	Zeichenkette (URI)	Link zum PDF-Plan
Validity	1	<i>WithLatestModification_V1.ModInfo</i>	Gültigkeitsdauer und Zeitpunkt der letzten Änderung (-> Datum der Genehmigung / Inkraftsetzung durch das BAZL)

Klasse Ols			
Einzelne Hindernisbegrenzungsfläche (OLS)			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
SurfaceName	1	Zeichenkette (Text * 60)	Eindeutige Bezeichnung der OLS
SurfaceType	1	Aufzählung (gem. Kap. 4.2)	Typ der OLS
Triangulation	1	Tin (Geometrie)	Geometrie der Dreiecksvermaschung
RunwayDesignator	0..1	Zeichenkette (Text * 20)	Angabe der Pistenzugehörigkeit (falls vorhanden)
RunwayCodeNumber	0..1	Numerisch (1 - 4)	Pistenklassifizierung nach ICAO (relevant in Kombination mit «Operation» und «SurfaceType»)
Operation	0..1	Aufzählung (gem. Kap. 4.2)	Flugoperation (relevant in Kombination mit «RunwayCodeNumber» und «SurfaceType»)

Modification	0..1	Datum (XMLDate)	Datum der letzten Änderung der OLS
--------------	------	-----------------	------------------------------------

Klasse OlsLine			
Linienelemente von OLS-Objekten			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
LineType	1	Aufzählung (gem. Kap. 4.2)	Typ der OLS-Linie
Elevation	0..1 ³	Numerisch (0 – 5000)	Höhe über Meer in Metern (für Höhenschichtlinien und horizontale Umrangungslinien zwingend erforderlich)
Line2D	1	Linienzug mit <i>GeometryCHLV95_V1.Coord2</i>	2D-Liniengeometrie (Polylinie mit Geraden, ohne Kreisbögen)

Klasse DeterminingArea			
Massgebende 2D-Gesamtfläche			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
Area2D	1	Gebietseinteilung mit <i>GeometryCHLV95_V1.Coord2</i>	2D-Gebietseinteilungsfläche (Polygon mit Geraden, ohne Kreisbögen)
HeightAboveGround	1..0 ⁴	Numerisch (1 - 100)	Zulässige, fixe Objekthöhe über Grund in Metern für Gebiete mit einer Geländedurchstossung (alternativ zu Kalotte)
HeightAccordingVIL	1..0 ⁵	Boolean (true/false)	Angabe, ob in einem Gebiet mit einer Geländedurchstossung die Objekthöhen gemäss VIL gelten (alternativ zu Kalotte und fixer Objekthöhe)

³ Bedingung (Constraint): Wenn «LineType» gleich «HzBoundary_line» oder «Contour_line» ist, dann ist eine Höhenangabe («Elevation») Pflicht.

⁴ Bedingung (Constraint): Wenn «HeightAboveGround» definiert ist, dann muss «HeightAccordingVIL» gleich «false» sein.

⁵ Bedingung (Constraint): Wenn «HeightAccordingVIL» gleich «true» ist, dann darf «HeightAboveGround» nicht definiert sein

Klasse ReferencePoint			
Räumliche Bezugspunkte der Hindernisbegrenzungsflächen (OLS)			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
PointType	1	Aufzählung (gem. Kap. 4.2)	Typ des Referenzpunkts
Point3D	1	Punkt mit <i>GeometryCHLV95_V1.Coord3</i>	3D-Punktgeometrie

4.4 Strukturen

Struktur ModInfo			
Gültigkeitsdauer und Zeitpunkt der letzten Änderung			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
ValidFrom	0..1	XMLDateTime	gültig ab (Datum und Zeit)
ValidUntil	0..1	XMLDateTime	gültig bis (Datum und Zeit)
LatestModification	1	XMLDateTime	Datum und Zeit der letzten Änderungen

Struktur TinElement			
Einzelnes Element einer Dreiecksvermaschung; Dreieck			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
Surface3D	1	Einzelfläche mit <i>GeometryCHLV95_V1.Coord3</i>	Dreidimensionale Dreiecksfläche (mit Geraden)

Struktur Tin			
Menge von unregelmässigen, dreidimensionalen Dreiecken			
Attribut	Kardinalität	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
Triangle	1..*	TinElement	Dreiecksvermaschung (TIN)

4.5 Funktionen

INTERLIS_ext.areAreas2

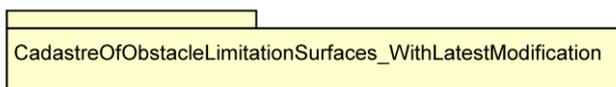
Vordefinierte INTERLIS-Funktion zur Prüfung der Topologie von Gebietseinteilungsflächen (vgl. INTERLIS-Datentyp *AREA*) für die einzelnen OLS-Objekte. Konkret bedeutet dies:

- Die Dreiecksflächen innerhalb einer OLS dürfen sich nicht überlappen.
- Hingegen dürfen sich die Dreiecksflächen unterschiedlicher OLS überlappen.

5 Konzeptionelles Datenmodell - UML-Klassendiagramme

Das minimale Geodatenmodell «*CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_V2*» wurde möglichst flexibel und generisch definiert, damit es für unterschiedliche Begrenzungsflächen im Aviatik-Umfeld angewendet werden kann.

Übersicht Themen



Thema «*CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_WithLatestModification*»

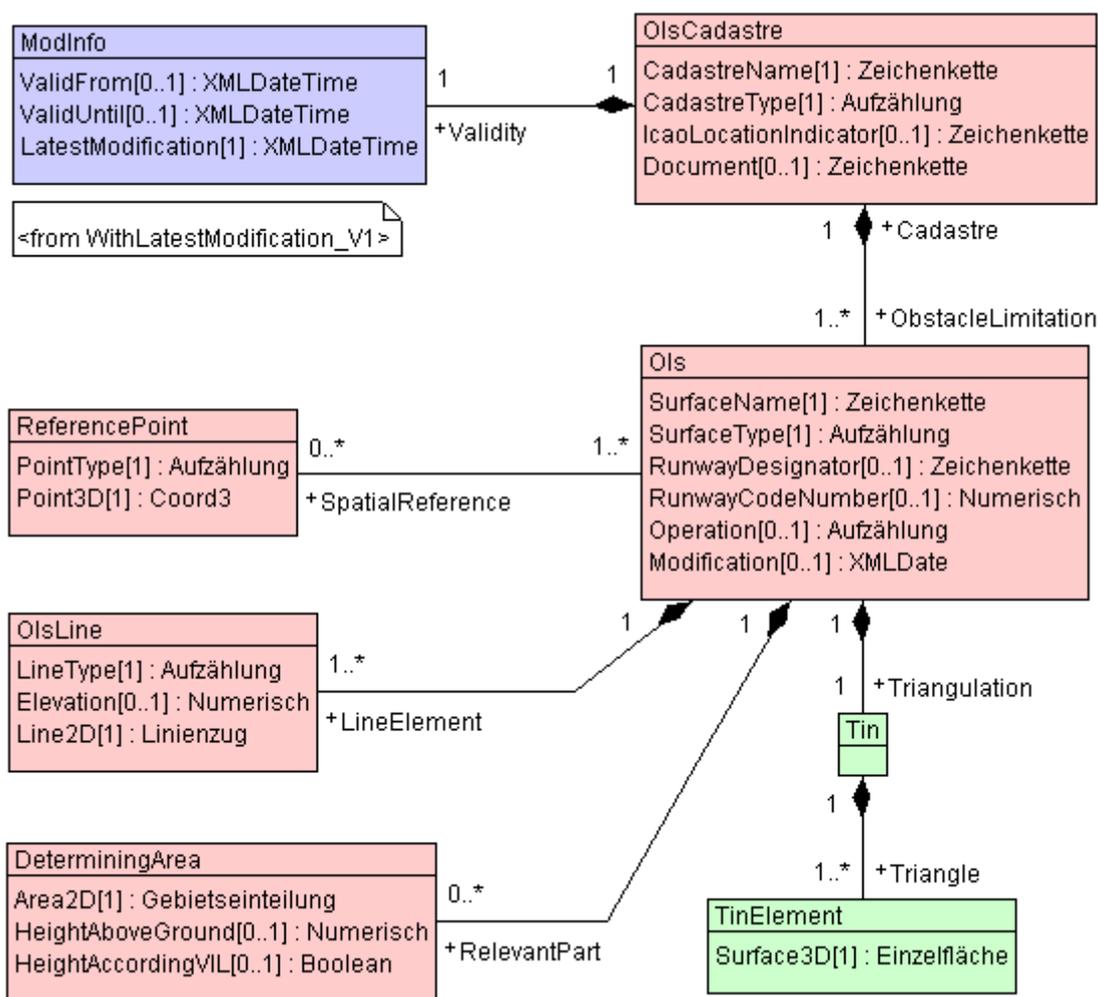


Abbildung 9: UML-Klassendiagramm für Obstacle Limitation Surfaces (OLS)

Hinweis:

- Klassen / Strukturen aus CHBase
- Klassen
- Strukturen

6 Darstellungsmodell

Dieses Kapitel enthält grafische Vorgaben zur einheitlichen Darstellung der Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster. Dabei muss grundsätzlich zwischen zwei grafischen Ausprägungen unterschieden werden:

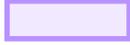
- Statische Darstellung in HBK-Plänen (Kap. 6.1)
- Dynamische Darstellung in interaktiven Kartenanwendungen (Kap. 6.2)

6.1 Statische Darstellung in HBK-Plänen

Die Darstellung der OLS-Flächengeometrien in den Plänen ergibt sich aus dem Attribut «*SurfaceType*» der Klasse «*Ols*». Das standardisierte Farbkonzept sieht vor, dass Anflugelemente in blau-violetten und Abflugelemente in gelb-grünen Farbtönen dargestellt werden. Bodengebundene Flächen haben keine Flächenfüllung, sondern nur eine Umrandung.

In den Plänen werden primär die massgebenden Teilflächen (Klasse „*DeterminingArea*“) dargestellt. Es resultiert eine möglichst lückenlose und überlappungsfreie Gesamtsicht der massgebenden OLS. Sofern es der Interpretation dienlich ist, können weitere, nicht massgebende OLS-Elemente hinzugefügt werden. Zur besseren Lesbarkeit darf im Bedarfsfall geringfügig von den Farbvorgaben abgewichen werden (z.B. Textfarbe von Beschriftungen).

6.1.1 Darstellung von OLS-Flächen nach ICAO, Annex 14

Klasse.Attribut -> Wert	Linien- und Füllfarbe (R/G/B)	Linienstärke Umrandung	Opazität Füllung	Signatur
Ols.SurfaceType -> <i>Runway_strip</i>	L: 0 / 255 / 0 F: -	0.5 mm	-	
Ols.SurfaceType -> <i>Approach_surface</i>	L: 110 / 205 / 255 F: 110 / 205 / 255	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Transitional_surface</i>	L: 110 / 205 / 255 F: 110 / 205 / 255	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Inner_horizontal_surface</i>	L: 255 / 185 / 70 F: 255 / 185 / 70	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Conical_surface</i>	L: 255 / 185 / 70 F: 255 / 185 / 70	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Takeoff_climb_surface</i>	L: 250 / 240 / 0 F: 250 / 240 / 0	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Inner_approach_surface</i>	L: 185 / 145 / 255 F: 185 / 145 / 255	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Inner_transitional_surface</i>	L: 185 / 145 / 255 F: 185 / 145 / 255	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Balked_landing_surface</i>	L: 185 / 145 / 255 F: 185 / 145 / 255	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>FATO_area_heli</i>	L: 150 / 55 / 50 F: -	0.5 mm	-	

Ols.SurfaceType -> <i>Safety_area_heli</i>	L: 255 / 40 / 180 F: -	0.5 mm	-	
Ols.SurfaceType -> <i>Protected_side_slope_heli</i>	L: 255 / 40 / 180 F: 255 / 40 / 180	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Approach_surface_heli</i>	L: 255 / 40 / 180 F: 255 / 40 / 180	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Takeoff_climb_surface_heli</i>	L: 255 / 40 / 180 F: 255 / 40 / 180	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Takeoff_flightpath_area</i>	L: 210 / 255 / 0 F: 210 / 255 / 0	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Obstacle_protection_surface</i>	L: 35 / 70 / 255 F: 35 / 70 / 255	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>PANS OPS_surface</i>	L: 0 / 220 / 220 F: 0 / 220 / 220	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>One_engine_out_surface</i>	L: 155 / 155 / 0 F: 155 / 155 / 0	0.5 mm	20%	
Ols.SurfaceType -> <i>Critical_sensitive_area</i>	L: 190 / 120 / 120 F: -	0.5 mm	-	

6.1.2 Signatur bei Anomalien innerhalb von OLS-Flächen

Klasse.Attribut -> Wert	Linien- und Füllfarbe (R/G/B)	Linienstärke Umrandung	Opazität Füllung	Signatur
Ols.SurfaceType -> <i>Calotte_area</i>	L: 188 / 0 / 255 F: 188 / 0 / 255	0.5 mm	40 %	
DeterminingArea. HeightAboveGround -> [ist nicht leer] ODER DeterminingArea. HeightAccordingVIL -> <i>true</i>	L: 255 / 0 / 0 F: 255 / 168 / 168	0.5 mm	40 %	 <u>Hinweis:</u> grafische Unterscheidung ggf. mittels einer Schraffur

6.1.3 Darstellung von OLS-Linien

Klasse.Attribut -> Wert	Linien und Textfarbe (R/G/B)	Linienstärke	Liniendefinition	Signatur
OlsLine.LineType -> <i>Auxiliary_line</i>	L: 100 / 100 / 100 T: -	0.25 mm	-	
OlsLine.LineType -> <i>Boundary_line / Center_line / HzBoundary_line</i>	L/T: gemäss Linienfarbe SurfaceType	0.5 mm	-	

OlsLine.LineType -> <i>Contour_line</i>	L/T: gemäss Lini- enfarbe Surface- Type	0.25 mm	-	_____
OlsLine.LineType -> <i>Intersection_line</i>	L: 100 / 100 / 100 T: -	0.25 mm	Strich: 3 Punkte Lücke: 2 Punkte	-----

Hilfslinien sollten nur in Ausnahmefällen dargestellt werden, d. h. wenn es zugunsten einer besseren Interpretation nötig ist. Der Abstand von benachbarten Höhengichtlinien ist abhängig vom Darstellungsmaassstab und von der Steigung der Fläche.

6.1.4 Darstellung von Referenzpunkten

Wichtige OLS-Bezugspunkte, zumindest aber der ARP, sind im Plan darzustellen. Punktsymbole sollen sich gut vom jeweiligen Darstellungshintergrund abheben. Die Beschriftung für den ARP beinhaltet die Angabe von Typ, ICAO-Code, Lage (X/Y) Höhe (m.ü.M.).

Klasse.Attribut -> Wert	<u>P</u> unkt- und <u>T</u> ext- farbe (R/G/B)	<u>P</u> unkt und <u>T</u> extgrösse	Beispiel
ReferencePoint.PointType -> ARP	P/T: 255 / 0 / 0	P: 5 Punkte T: 10 Punkte	ARP LSZH X / Y, m.ü.M. 

6.2 Dynamische Darstellung in interaktiven Kartenanwendungen

Dieses Kapitel beinhaltet die Darstellungsdefinition für interaktive Kartenvierer, namentlich für den Kartenvierer des Bundes (map.geo.admin.ch). Es handelt sich um eine vereinfachte, zweidimensionale Darstellungsform. Dabei werden alle OLS durch die zugehörigen OLS-Linien dargestellt und die Höhengichtlinien sowie horizontalen Umrandungslinien mit ihrer Höhe beschriftet. Weiter werden auch die Geländedurchstossungen flächenhaft dargestellt, wobei die Art der Geländedurchstossung grafisch nicht unterschieden wird.

Sofern es technisch möglich ist, sollen die nachfolgenden Festlegungen bestmöglich umgesetzt werden. In einer anwendungszentrierten Darstellung kann auf Beschriftungen verzichtet werden, sofern deren Inhalt anderweitig angezeigt werden kann, z. B. mittels «Tooltip» bei der Objektselektion. Die Beschriftung ist aber in jedem Fall einer Objektanfrage vorzuziehen.

Hinweis: Auf Vorgaben für eine allfällige 3D-Darstellung wird verzichtet.

6.2.1 Darstellung der Linien

Klasse.Attribut -> Wert	<u>L</u> inien- und <u>T</u> extfarbe (R/G/B)	<u>L</u> inien- stärke	<u>L</u> iniendefini- tion	Signatur
OlsLine.LineType -> <i>Boundary_line / HzBound- ary_line</i>	L: 227 / 26 / 28 T: 28 / 28 / 28	1 mm	-	
OlsLine.LineType -> <i>Contour_line</i>	L: 227 / 26 / 28 T: 28 / 28 / 28	0.5 mm	Strich: 3 Punkte Lücke: 2 Punkte	

6.2.2 Darstellung der Flächen

Klasse.Attribut -> Wert	Linien- und Füllfarbe (R/G/B)	Linienstärke	Opazität Füllung / Liniendefinition	Signatur
DeterminingArea. HeightAboveGround -> [ist nicht leer] ODER DeterminingArea. HeightAccordingVIL -> <i>true</i>	L: 255 / 183 / 179 F: leer	1 mm	-	

6.2.3 Vorgaben für Beschriftungen

Die Höhenangaben sind den jeweiligen Linien als Beschriftungen zu überlagern. Um die Beschriftung der Höhenschichtlinien sowie horizontalen Umrandungslinien ist ein weisser Rand (engl. Halo) einzufügen, damit sich die Schrift von der darunterliegenden Liniengeometrie visuell gut abhebt. Es sollte mindestens jede 2 Höhenlinie beschriftet werden. Der empfohlene Massstabsbereich bei der dynamischen Darstellung von Höhenangaben liegt zwischen 1:1 bis 1:50'000.



Abbildung 10: Mögliche Darstellung für den dynamischen Kartenviewer (Bsp. LSGR)

7 Anhang

7.1 Weiterführende Dokumente

- [1] ICAO (2022): ICAO Annex 14, Aerodromes, Volume I - Aerodrome Design and Operations, 9. Ausgabe
Online: <http://www.bazl.admin.ch> → Themen → Rechtliche Grundlagen → Anhänge zur Konvention der ICAO
- [2] ICAO (2020): ICAO Annex 14, Aerodromes, Volume II - Heliports. 5. Ausgabe
Online: <http://www.bazl.admin.ch> → Themen → Rechtliche Grundlagen → Anhänge zur Konvention der ICAO
- [3] ICAO (2009): ICAO Annex 4, Aeronautical Charts. 11. Ausgabe
Online: <http://www.bazl.admin.ch> → Themen → Rechtliche Grundlagen → Anhänge zur Konvention der ICAO
- [4] ICAO (2018): ICAO Annex 10, Aeronautical Telecommunications, Volume I – Radio Navigation Aids. 7. Ausgabe
Online: <http://www.bazl.admin.ch> → Themen → Rechtliche Grundlagen → Anhänge zur Konvention der ICAO
- [5] ICAO (2020): ICAO Doc 8168: Aircraft Operations, Volume II - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures. 7. Ausgabe
Online: <http://www.bazl.admin.ch> → Themen → Rechtliche Grundlagen → Anhänge zur Konvention der ICAO
- [6] GKG (2011): Allgemeine Empfehlungen zur Methodik der Definition «minimaler Geodatenmodelle». Version 2 vom 12.09.2011
Online: <http://www.geo.admin.ch> → Geodaten → Geobasisdaten → Geodatenmodelle
- [7] GKG (2011): Basismodule des Bundes für «minimale Geodatenmodelle». Version 1 vom 30.08.2011
Online: <http://www.geo.admin.ch> → Geodaten → Geobasisdaten → Geodatenmodelle
- [8] GKG / IKGEO (2014): Empfehlung zur Erarbeitung von Darstellungsmodellen zu MGD, Version 1.0 vom Juni 2014
Online: <http://www.geo.admin.ch> → Geodaten → Geobasisdaten → Geodatenmodelle

7.2 Online-Ressourcen

Metadaten:

<https://www.geocat.ch/geonetwork/srv/ger/catalog.search#/metadata/87c13b99-b1a0-4822-a923-42f63067d48d>

Geodaten:

<http://www.bazl.admin.ch/geoinformation>

Modell-Repository:

<http://models.geo.admin.ch/BAZL>

7.3 Änderungsübersicht

Die Revision des minimalen Geodatenmodells für Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (Version 2) beinhaltet gegenüber Modellversion 1 folgende Änderungen:

- Eineindeutige Objektidentifikation (UUID) auf Topic-Ebene eingefügt
- Korrekte Implementierung der Funktion *areAreas2* aus INTERLIS_ext
- Direkte Einbindung der Struktur ModInfo aus dem Basismodul von CHBase
- Klasse «Ols» mit Modification als INTERLIS.XMLDate
- Neues Attribut «Elevation» von «OlsLine» für optionale Höhenangaben
- Neuer Linientyp «HzBoundary_line» für horizontale Linien mit Höhenangabe
- Constraint-Definition, damit den Linien vom Typ «Contour_line» oder «HzBoundary_line» immer eine Höhenangabe zugewiesen wird
- Klasse «OlsLine» mit Attribut «Line2D» anstelle von «Line3D»
- Klasse «RestrictiveArea» in «DeterminingArea» umbenannt (massgebende Fläche) und Modellbeschreibung um Kap. 3.4 ergänzt. Die Bezeichnung der Rolle «RestrictivePart» wurde in «RelevantPart» geändert.
- Numerisches Attribut «HeightAboveGround» in der Klasse «DeterminingArea» zur Angabe einer zulässigen, fixen Objekthöhe über Grund eingefügt
- Boolesches Attribut «HeightAccordingVIL» zur Kennzeichnung einer Geländedurchstossung eingefügt, bei welcher die zulässige Objekthöhe gemäss VIL gilt
- Constraint-Definitionen, wonach für eine einzelne massgebende Teilfläche als «RelevantPart» jeweils nur eine Art von Geländedurchstossung definiert sein darf (entweder ... oder)
- Multiplizität bei «ReferencePoint» angepasst, damit diese mind. einer OLS zugehören müssen
- Multiplizität bei «OlsLine» angepasst, damit jeder OLS mind. ein Linienobjekt als «LineElement» zugeordnet sein muss
- Umbenennung einzelner Strukturen und Rollen (u. a. bei TIN-Struktur od. ModInfo)
- Verzicht auf sämtliche Beschriftungen (mit und ohne Objektbezug)
- Neues Attribut «Document» in der Klasse «OlsCadastre» zum Ergänzen des PDF-Plans (URL)

7.4 INTERLIS-Modelldatei

Inhalt der Modelldatei «CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_V2.ili»

```

INTERLIS 2.3;

!! Version | Date          | Who | Modification
!! -----
-----
!! 2.0      | 2024-01-19 | BAZL | Attribute Document in the class OlsCadastre added

/**
#####
* # DE: Minimales Geodatenmodell "Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster"
* # FR: Modèle de géodonnées minimal "Cadastrés des surfaces de limitation d'obstacles à la
navigation aérienne"
*
#####
*/
!!@ IDGeoIV=106.1
!!@ furtherInformation=https://www.bazl.admin.ch/geoinformation
!!@ technicalContact=mailto:gis@bazl.admin.ch
MODEL CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_V2 (en)
AT "https://models.geo.admin.ch/BAZL/"
VERSION "2024-01-19" =
    IMPORTS INTERLIS_ext,GeometryCHLV95_V1,WithLatestModification_V1;

/** -----
* DE: Thema für Hindernisbegrenzungsflächen, Referenzpunkte und Linienelemente
* FR: Thème en relation avec les surfaces de limitation d'obstacles, les points de référence
et les éléments linéaires *
-----
*/
TOPIC CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_WithLatestModification =
    OID AS INTERLIS.UUIDOID;

/** DE: Massgebende 2D-Gesamtfläche
* FR: Surface totale déterminante en 2D
*/
CLASS DeterminingArea =
    /** DE: 2D-Gebietseinteilungsfläche
    * FR: Partition du territoire en 2D
    */
    Area2D : MANDATORY AREA WITH (STRAIGHTS) VERTEX GeometryCHLV95_V1.Coord2 WITHOUT OVER-
LAPS>0.001;
    /** DE: Bei einer Geländedurchstossung; zulässige Objekthöhe über Grund in Metern
    * FR: En cas de pénétration du terrain; hauteur autorisée de l'objet au-dessus du sol en
mètres
    */
    HeightAboveGround : 1 .. 100 [INTERLIS.m];
    /** DE: Bei einer Geländedurchstossung; falls wahr, Anwendung der zulässigen Höhen gemäss
VIL
    * FR: En cas de pénétration du terrain; si vrai, application des hauteurs admissibles
selon l'OSIA
    */
    HeightAccordingVIL : BOOLEAN;
    /** DE: Ausschlussbedingung wenn "HeightAboveGround" definiert ist
    * FR: Condition d'exclusion si "HeightAboveGround" est défini
    */
    MANDATORY CONSTRAINT NOT (DEFINED (HeightAboveGround)) OR (HeightAccordingVIL == #false);
    /** DE: Ausschlussbedingung wenn "HeightAccordingVIL" wahr ist
    * FR: Condition d'exclusion si "HeightAccordingVIL" est vrai
    */

```

```

MANDATORY CONSTRAINT NOT (HeightAccordingVIL == #true) OR (NOT (DEFINED (HeightAbove-
Ground)));
END DeterminingArea;

/** DE: Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster für Flugplatz bzw. Heliport, Flugsicherungsan-
lage oder Flugweg
* FR: Cadastre des surfaces de limitation d'obstacles pour aérodrome, hélistation, instal-
lation de la navigation aérienne ou trajectoire de vol
*/
CLASS OlsCadastre =
/** DE: Eindeutige Bezeichnung des Hindernisbegrenzungsflächen-Katasters (z.B.
"HBK_LSZH")
* FR: Désignation unique du cadastre des surfaces de limitation d'obstacles (p. ex.
"CAD_LSZH")
*/
CadastreName : MANDATORY TEXT*30;
/** DE: Bezugstyp des Katasters gemäss Art. 2m VIL
* FR: Type de cadastre au sens de l'art. 2, let. m OSIA
*/
CadastreType : MANDATORY (
/** DE: Flugplatz oder Heliport
* FR: Aérodrome ou hélistation
*/
AerodromeHeliport,
/** DE: Flugsicherungsanlage
* FR: Installation de navigation aérienne
*/
AirNavigationFacility,
/** DE: Flugweg
* FR: Trajectoire de vol
*/
FlightPath
);
/** DE: Offizieller ICAO-Code für Flug- und Helikopterlandeplätze
* FR: Code OACI officiel de l'aérodrome ou de l'hélistation
*/
IcaoLocationIndicator : TEXT*4;
/** DE: URL zum PDF-Plan
* FR: URL du plan PDF
*/
Document : URI;
/** DE: Gültigkeit und letzte Änderung des Hindernisbegrenzungsflächen-Katasters
* FR: Durée de validité et dernière modification du cadastre des surfaces de limitation
d'obstacles
*/
Validity : MANDATORY WithLatestModification_V1.ModInfo;
/** DE: Eindeutigkeitsbedingung für "CadastreName"
* FR: Condition d'unicité pour "CadastreName"
*/
UNIQUE CadastreName;
END OlsCadastre;

/** DE: Linienelemente der OLS
* FR: Éléments linéaires des OLS
*/
CLASS OlsLine =
/** DE: Typ der OLS-Linie
* FR: Type de ligne OLS
*/
LineType : MANDATORY (
/** DE: Graphische Hilfslinie, z.B. Linie zu einer nicht massgebenden Fläche
* FR: Trait de rappel, p. ex. ligne d'une surface non déterminante
*/
Auxiliary_line,
/** DE: Normale Umrandungslinie einer einzelnen OLS

```

```

* FR: Ligne de délimitation normale d'une seule OLS
*/
Boundary_line,
/** DE: Achse der Pisten sowie der An- und Abflugwege
* FR: Axe des pistes et des trajectoires d'approche et de départ
*/
Center_line,
/** DE: Höhenlinie / Höhenschichtlinie
* FR: Courbe de niveau
*/
Contour_line,
/** DE: Horizontale Umrandungsline einer einzelnen OLS
* FR: Ligne de délimitation horizontale d'une seule OLS
*/
HzBoundary_line,
/** DE: Schnittlinie zweier Flächen
* FR: Ligne d'intersection de deux surfaces
*/
Intersection_line
);
/** DE: Höhenangabe in Meter (für Höhenschichtlinien und horizontale Umrandungslinien
zwingend)
* FR: Indication de la hauteur en mètres (obligatoire pour les courbes de niveau et les
lignes de délimitation horizontales)
*/
Elevation : 0 .. 5000 [INTERLIS.M];
/** DE: Zweidimensionale Linie (Polylinie mit Geraden, ohne Kreisbögen)
* FR: Ligne bidimensionnelle (polyligne avec segments de droite, sans arcs de cercle)
*/
Line2D : MANDATORY POLYLINE WITH (STRAIGHTS) VERTEX GeometryCHLV95_V1.Coord2;
/** DE: Existenzbedingung für "Elevation"
* FR: Condition d'existence pour "Elevation"
*/
MANDATORY CONSTRAINT NOT (LineType == #HzBoundary_line OR LineType == #Contour_line) OR
(DEFINED (Elevation));
END OlsLine;

/** DE: Räumliche Bezugspunkte der Hindernisbegrenzungsflächen (OLS)
* FR: Points de référence spatiaux des surfaces de limitation d'obstacles (OLS)
*/
CLASS ReferencePoint =
/** DE: Typ des Referenzpunkts
* FR: Type du point de référence
*/
PointType : MANDATORY (
/** DE: Flugplatzbezugspunkt (Aerodrome Reference Point)
* FR: Point de référence d'aérodrome (Aerodrome Reference Point)
*/
ARP,
/** DE: Achspunkt (Centerline Point)
* FR: Point d'axe de piste (Centerline Point)
*/
CLP,
/** DE: Operationelles Pistenende (Departure End of Runway)
* FR: Fin de la piste de décollage (Departure End of Runway)
*/
DER,
/** DE: Mittelpunkt der FATO
* FR: Point central du FATO
*/
FATO,
/** DE: Punkt auf Pistenschwelle (Threshold Point)
* FR: Point de seuil de piste (Threshold Point)
*/
THR

```

```

);
/** DE: 3D-Punktgeometrie
 * FR: Géométrie des points 3D
 */
Point3D : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Coord3;
END ReferencePoint;

/** DE: Einzelnes Element einer Dreiecksvermaschung; Dreieck
 * FR: Élément unitaire d'un maillage triangulaire; triangle
 */
STRUCTURE TinElement =
  /** DE: Dreidimensionale Dreiecksfläche (mit Geraden, ohne Kreisbögen)
   * FR: Surface triangulaire tridimensionnelle (avec segments de droite, sans arcs de
   cercle)
   */
  Surface3D : MANDATORY SURFACE WITH (STRAIGHTS) VERTEX GeometryCHLV95_V1.Coord3 WITHOUT
OVERLAPS>0.001;
END TinElement;

/** DE: Verbund von unregelmässigen Dreiecken / Dreiecksvermaschung (TIN)
 * FR: Ensemble de triangles irréguliers / maillage triangulaire (TIN)
 */
STRUCTURE Tin =
  /** DE: Einzelnes Dreieck
   * FR: Triangle unitaire
   */
  Triangle : BAG {1..*} OF TinElement;
END Tin;

/** DE: Einzelne Hindernisbegrenzungsfläche (OLS)
 * FR: Surface de limitation d'obstacles (OLS) indépendante
 */
CLASS Ols =
  /** DE: Eindeutige Bezeichnung der OLS
   * FR: Désignation unique de l'OLS
   */
  SurfaceName : MANDATORY TEXT*60;
  /** DE: Typ der OLS
   * FR: Type d'OLS
   */
  SurfaceType : MANDATORY (
    /** DE: Anflugfläche
     * FR: Surface d'approche
     */
    Approach_surface,
    /** DE: Anflugfläche für Helikopter
     * FR: Surface d'approche pour hélicoptères
     */
    Approach_surface_heli,
    /** DE: Durchstartfläche
     * FR: Surface d'atterrissage interrompu
     */
    Balked_landing_surface,
    /** DE: Anomalie (Kalotte)
     * FR: Anomalie (Calotte)
     */
    Calotte_area,
    /** DE: Konische Fläche
     * FR: Surface conique
     */
    Conical_surface,
    /** DE: Schutzfläche für Navigationsanlagen
     * FR: Surface de protection des installations de navigation aérienne
     */
    Critical_sensitive_area,

```

```

/** DE: Endanflug- und Startfläche für Helikopter
 * FR: Aire d'approche finale et de décollage pour hélicoptères
 */
FATO_area_heli,
/** DE: Innere Anflugfläche
 * FR: Surface intérieure d'approche
 */
Inner_approach_surface,
/** DE: Innere Horizontalfläche
 * FR: Surface horizontale intérieure
 */
Inner_horizontal_surface,
/** DE: Innere seitliche Übergangsfläche
 * FR: Surface intérieure de transition
 */
Inner_transitional_surface,
/** DE: VASIS-Schutzfläche
 * FR: Surface de protection du dispositif VASIS
 */
Obstacle_protection_surface,
/** DE: OEI-Fläche (One Engine Inoperative)
 * FR: Surface OEI (One Engine Inoperative)
 */
One_engine_out_surface,
/** DE: PANS-OPS-Fläche
 * FR: Surface PANS-OPS
 */
PANS OPS_surface,
/** DE: Geschützte seitliche Neigung für Helikopter
 * FR: Pente latérale protégée pour hélicoptères
 */
Protected_side_slope_heli,
/** DE: Pistenstreifen
 * FR: Bande de piste
 */
Runway_strip,
/** DE: Sicherheitsbereich für Helikopter
 * FR: Aire de sécurité pour hélicoptères
 */
Safety_area_heli,
/** DE: Abflugfläche
 * FR: Surface de montée au décollage
 */
Takeoff_climb_surface,
/** DE: Abflugfläche für Helikopter
 * FR: Surface de montée au décollage pour hélicoptères
 */
Takeoff_climb_surface_heli,
/** DE: AOC-Fläche
 * FR: Surface AOC
 */
Takeoff_flightpath_area,
/** DE: Seitliche Übergangsfläche
 * FR: Surface de transition
 */
Transitional_surface
);
/** DE: Dreiecksvermaschung (TIN)
 * FR: Maillage triangulaire irrégulier (TIN)
 */
Triangulation : MANDATORY Tin;
/** DE: Angabe der Pistenzugehörigkeit (falls vorhanden)
 * FR: Indication de la catégorie de piste (si disponible)
 */
RunwayDesignator : TEXT*20;

```

```

    /** DE: Pistenklassifizierung nach ICAO (relevant in Kombination mit "Operation" und
"SurfaceType")
    * FR: Classification OACI de la piste (information pertinente en relation avec "Opera-
tion" et "SurfaceType")
    */
    RunwayCodeNumber : 1 .. 4;
    /** DE: Flugoperation (relevant in Kombination mit "RunwayCodeNumber" und "SurfaceType")
    * FR: Opération aérienne (information pertinente en relation avec "RunwayCodeNumber" et
"SurfaceType")
    */
    Operation : (
    /** DE: Voltenflug
    * FR: Circuit d'aérodrome
    */
    Circuit,
    /** DE: Sichtanflug
    * FR: Approche à vue
    */
    Non_instrument_approach,
    /** DE: Nicht-Präzisionsanflug
    * FR: Approche classique
    */
    Non_precision_approach,
    /** DE: Präzisionsanflug
    * FR: Approche de précision
    */
    Precision_approach,
    /** DE: Abflug
    * FR: Montée au décollage
    */
    Take_off_climb
    );
    /** DE: Datum der letzten Änderung
    * FR: Date de la dernière modification
    */
    Modification : INTERLIS.XMLDate;
    /** DE: Eindeutigkeitsbedingung für "SurfaceName"
    * FR: Condition d'unicité pour "SurfaceName"
    */
    UNIQUE SurfaceName;
    /** DE: Aufruf der Funktion "areAreas2"
    * FR: Appel de la fonction "areAreas2"
    */
    MANDATORY CONSTRAINT INTERLIS_ext.areAreas2(THIS,UNDEFINED,"Triangulation->Triangle->Sur-
face3D");
    END Ols;

    /** DE: Ein OLS-Kataster umfasst eine oder mehrere OLS
    * FR: Un cadastre des surfaces de limitation d'obstacles est formé d'une ou de plusieurs
OLS
    */
    ASSOCIATION CadastreObstacleLimitation =
    /** DE: Übergeordneter OLS-Kataster
    * FR: Cadastre des surfaces de limitation d'obstacles
    */
    Cadastre -<#> {1} OlsCadastre;
    /** DE: Zugehörige OLS
    * FR: OLS associée
    */
    ObstacleLimitation -- {1..*} Ols;
    END CadastreObstacleLimitation;

    /** DE: Lineare Elemente werden genau einer OLS zugeordnet
    * FR: Les éléments linéaires se rapportent à une seule OLS
    */

```

```
ASSOCIATION OlsLineElement =
  /** DE: Bezug zu OLS-Linien
   * FR: Référence aux lignes OLS
   */
  LineElement -- {1..*} OlsLine;
  /** DE: Bezug zur OLS
   * FR: Référence à l'OLS
   */
  OlsRef -<#> {1} Ols;
END OlsLineElement;

/** DE: Restriktivste 2D-Teilfläche einer OLS
 * FR: Surface restrictive partielle en 2D d'une OLS
 */
ASSOCIATION OlsRestrictivePart =
  /** DE: Massgebender OLS-Anteil
   * FR: Part déterminante de l'OLS
   */
  RelevantPart -- {0..*} DeterminingArea;
  /** DE: Bezug zur OLS
   * FR: Référence à l'OLS
   */
  OlsRef -<#> {1} Ols;
END OlsRestrictivePart;

/** DE: Eine OLS bezieht sich auf einen oder mehrere Referenzpunkte
 * FR: Une OLS se rapporte à un ou à plusieurs point(s) de référence(s)
 */
ASSOCIATION OlsSpatialReference =
  /** DE: Bezugspunkte der OLS
   * FR: Points de référence de l'OLS
   */
  SpatialReference -- {0..*} ReferencePoint;
  /** DE: Bezug zu OLS
   * FR: Référence à l'OLS
   */
  OlsRef -- {1..*} Ols;
END OlsSpatialReference;

END CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_WithLatestModification;

END CadastreOfObstacleLimitationSurfaces_V2.
```