

# Arbeitsgruppe Bodensee-Geodatenpool

## Harmonisierung von landschaftsbeschreibenden Geodaten an den Staatsgrenzen

– Abschlussbericht –

---

### Angefertigt von:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,  
Bevölkerungsschutz und Sport VBS

**Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)**

Landesamt für Digitalisierung,  
Breitband und Vermessung



 **Bundesamt  
für Eich- und  
Vermessungswesen**



[www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de)

## Inhaltsverzeichnis:

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Ausgangslage</b> .....  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Nationale Datenmodelle .....   | 4         |
| 1.1.1    | Basis-DLM – Baden-Württemberg und Bayern .....                         | 4         |
| 1.1.2    | DLM – Österreich.....  | 4         |
| 1.1.3    | Topografisches Landschaftsmodell swissTLM <sup>3D</sup> – Schweiz..... | 5         |
| 1.2      | Nationale geodätische Referenzsysteme und Abbildungen .....            | 6         |
| <b>2</b> | <b>Voraussetzungen für eine Harmonisierung</b> .....                   | <b>6</b>  |
| 2.1      | Einheitliches Datenmodell.....   | 6         |
| 2.2      | Gemeinsame Grenzgeometrie .....  | 11        |
| <b>3</b> | <b>Theoretische Überlegungen für eine Harmonisierung</b> .....         | <b>11</b> |
| 3.1      | Geometrische Aspekte (Typ und Lage) .....                              | 12        |
| 3.2      | Geometrische Harmonisierung.....                                       | 13        |
| 3.3      | Semantische Aspekte (Attribute).....                                   | 14        |
| 3.4      | Semantische Harmonisierung (Attributwerten) .....                      | 14        |
| <b>4</b> | <b>Harmonisierungsarbeiten</b> .....                                   | <b>14</b> |
| 4.1      | Organisatorische Vorgehensweise .....                                  | 14        |
| 4.2      | Technische Vorgehensweise .....  | 15        |
| 4.3      | Bearbeitete Inhalte .....  | 17        |
| 4.3.1    | Grenze Baden-Württemberg – Schweiz .....                               | 17        |
| 4.3.2    | Grenze Bayern – Österreich .....                                       | 18        |
| 4.3.3    | Grenze Schweiz/Liechtenstein – Österreich .....                        | 19        |
| 4.4      | Nicht bearbeitete Inhalte.....   | 19        |
| <b>5</b> | <b>Ausgewählte Problematiken und Lösungen</b> .....                    | <b>20</b> |
| 5.1      | Gewässernetz .....   | 20        |
| 5.2      | Verkehrsnetz .....   | 22        |
| 5.2.1    | Straßen und Eisenbahnen .....  | 22        |
| 5.2.2    | Wege .....   | 23        |
| <b>6</b> | <b>Ergebnisse und Ausblick</b> .....                                   | <b>24</b> |
| 6.1      | Einrichtung eines Wirkbetriebs.....                                    | 24        |
| 6.2      | Datenbereitstellung .....  | 24        |
| 6.2.1    | Landschaftsmodelle .....   | 24        |
| 6.2.2    | Verknüpfungstabellen (Network Connection Table, NCT).....              | 25        |
| 6.3      | Information an originär datenhaltende Stellen .....                    | 25        |

### Anlage: Bilder

### Verwendete Länderabkürzungen:

- A: Österreich
- D: Deutschland
- BW: Baden-Württemberg
- BY: Bayern
- CH: Schweiz

# 1 Ausgangslage

Der Bodensee bildet das Zentrum einer grenzüberschreitenden Natur- und Wirtschaftsregion. Hier treffen mitten in Europa nationale Grenzen innerhalb der EU – Österreich und Deutschland – und zur Schweiz eine EU-Außengrenze aufeinander. Viele grenzüberschreitende Fragen, Themen und Aufgabenstellungen finden sich hier exemplarisch und im Kleinen wieder, zu deren Lösung oder Bearbeitung raumbezogene Daten benötigt werden. Rund um den Bodensee stellen vier Vermessungsverwaltungen aus drei Staaten die geodätischen Raumbezugssysteme und Geobasisdaten bereit:

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Deutschland</b> | Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg<br>Büchsenstraße 54<br>70174 Stuttgart<br><a href="http://www.lgl-bw.de">www.lgl-bw.de</a><br>und<br>Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung Bayern<br>Alexandrastraße 4<br>80538 München<br><a href="https://www.ldbv.bayern.de">https://www.ldbv.bayern.de</a> |
| <b>Österreich</b>  | Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen<br>Schiffamtsgasse 1-3<br>1020 Wien<br><a href="http://bev.gv.at">bev.gv.at</a>  |
| <b>Schweiz</b>     | Bundesamt für Landestopografie swisstopo<br>Seftigenstrasse 264<br>3084 Wabern<br><a href="https://www.swisstopo.ch">https://www.swisstopo.ch</a>   |

Die Geobasisdaten dieser Länder unterliegen unterschiedlichen nationalen Vorgaben und Definitionen. Die Sicherstellung der Kohärenz und Homogenität von Merkmalen an den Grenzen ist daher keine triviale Aufgabe, da hier nationale Datenmodelle, unterschiedliche Raumbezugssysteme und Aktualisierungszyklen aufeinandertreffen.

Die Vorgaben der Europäischen Geodateninfrastruktur (INSPIRE) und damit die einheitliche Verfügbarkeit von Geobasisdaten zeigen diese grenzüberschreitende Problematik zunehmend auf. Für die gemeinsame Nutzung der Geobasisdaten in GIS-Systemen werden grenzüberschreitend harmonisierte Geobasisdaten benötigt. Daher haben sich die Vermessungsverwaltungen das Ziel gesetzt, ihre landschaftsbeschreibenden Geobasisdaten dahingehend zu harmonisieren.

Datensätze, die im INSPIRE-Datenmodell vorliegen, können direkt verglichen und in gewissem Maße einheitlich (z. B. hinsichtlich der Interpretation von Attributen) verwendet werden. Es bestehen jedoch aufgrund der unterschiedlichen Produktions- und Erfassungsregeln, Definitionen und Interpretationen der beteiligten Partner geometrische, semantische und aktualitätsbedingte Abweichungen (Konflikte) an den Ländergrenzen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit eines Arbeitsablaufs zur Identifizierung und Lösung dieser Konflikte und Inkongruenzen im Bereich der grenzüberschreitenden Datenbestände. Die Arbeitsgruppe Bodensee-Geodatenpool hatte die Aufgabe dafür gemeinsame Regeln und Vorgehensweisen zu erarbeiten.

## 1.1 Nationale Datenmodelle

### 1.1.1 Basis-DLM – Baden-Württemberg und Bayern

#### Grundsätzliches

Zur einheitlichen topographischen Beschreibung des Gebietes der Bundesrepublik Deutschland führen die Bundesländer innerhalb ihrer Ländergrenzen Digitale Landschaftsmodelle (Produktname: Basis-DLM) im Rahmen des ATKIS®-Projekts. Das großmaßstäblichste Landschaftsmodell ist das Digitale Basislandschaftsmodell - Basis-DLM. Es beschreibt die topographischen Objekte der Landschaft und das Relief der Erdoberfläche im Vektorformat (2D).

#### Geometrische Modellierung

Die Objekte werden einer bestimmten Objektart zugeordnet und durch ihre räumliche Lage, ihren geometrischen Typ, beschreibende Attribute und Beziehungen zu anderen Objekten (Relationen) definiert. Jedes Objekt besitzt deutschlandweit eine eindeutige Identifikationsnummer (Identifikator). Welche Objektarten das Basis-DLM enthält und wie die Objekte zu bilden sind, ist im ATKIS®-Objektartenkatalog (ATKIS®-OK) festgelegt. Die Datenqualität ist im Dokument Produkt- und Qualitätsstandard für das Digitale Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) beschrieben (Details siehe unter [www.adv-online.de](http://www.adv-online.de)).

#### Genauigkeit

Die Lagegenauigkeit (2D) beträgt für gut definierbare Objekte (z. B. Straßen, schienengebundene Verkehrswege, topologische Knoten, Bauwerke) mindestens 3 m; für alle anderen Objekte (z. B. Wald) mindestens 15 m. Sie unterliegen in Baden-Württemberg keiner kartographischen Generalisierung. Aus historischen Gründen liegen in Bayern noch Bereiche mit kartographischer Generalisierung vor. Diese werden aktuell zu Gunsten der Lagetreue abgebaut.

#### Aktualisierung

Die Aktualität unterscheidet eine Spitzenaktualität und eine Grundaktualität. Die regelmäßige Aktualisierung des gesamten Datenbestandes findet in unterschiedlichen Aktualisierungszeiträumen statt:

- Spitzenaktualisierung: Die wichtigsten Objekt-, Attribut- und Wertarten werden in abgestuften Aktualisierungszeiträumen von 3, 6 oder 12 Monaten überprüft und bei Veränderungen fortgeführt.
- Grundaktualisierung: Alle nicht der Spitzenaktualisierung unterliegenden Objekt-, Attribut- und Wertarten werden mindestens innerhalb eines dreijährigen Aktualisierungszeitraumes überprüft und bei Veränderungen fortgeführt.

### 1.1.2 DLM – Österreich

#### Grundsätzliches

Flächendeckend für ganz Österreich stellt das Digitale Landschafts-Modell (Produktname: DLM) die natürlichen und künstlichen Objekte der Erdoberfläche in Form von hochgenauen Vektorgrafiken dar, die durch Namen, Attribute und Metadaten näher beschrieben werden. Die jeweilige Erfassungsmethode und somit Lagegenauigkeit werden im Standardattribut „Erfassungsart“ festgehalten.

#### Geometrische Modellierung

Lage und Form der DLM-Objekte werden in Form von Vektordaten (Punkt, Linie, Fläche) modelliert. Bei flächenhaften Objekten sind die Attribute einem zugeordneten Bezugspunkt zugewiesen. Gliederung, enthaltene Objektarten und ihrer Attribute sind im Objektartenkatalog festgelegt.

## **Genauigkeit**

DLM-Objekte unterliegen keiner kartographischen Generalisierung und haben den Anspruch annähernd lagerichtig und maßstabsfrei zu sein. Vom Standardattribut „Erfassungsart“ kann die zu erwartende Lagegenauigkeit abgeleitet werden. Diese kann von deutlich unter 0,5 m Abweichung bis zu 3 m in besonders ungünstigen Konstellationen (z.B. fehlende Luftsichtbarkeit oder Digitalisierung aus der Karte) reichen.

## **Aktualisierung**

Die Daten des DLM werden anlassbezogen (laufend) und in regelmäßigen Intervallen (zyklisch) aktualisiert.

- Die ereignisgesteuerte laufende Aktualisierung (LAKT) reagiert auf eine bedeutende Änderung in der Natur (z. B. Fertigstellung einer Großbaustelle). Vorrangig ist das übergeordnete Straßennetz betroffen.
- Die jährliche Aktualisierung (JAKT) betrifft punktförmig modellierte DLM-Objektarten, die über eine postalische Adresse verfügen (z. B. Exekutive, Gemeindeamt, Feuerwehr, etc.).
- Die flächenhafte Aktualisierung (FAKT) erfolgt in der Regel in einem 3-jährigen Zyklus.

In nicht eindeutigen Fällen erfolgt eine Begehung im Feld durch ausgebildete Topographen, um die topographischen Informationen unmittelbar vor Ort zu verifizieren.

### **1.1.3 Topografisches Landschaftsmodell swissTLM<sup>3D</sup> – Schweiz**

#### **Grundsätzliches**

swissTLM<sup>3D</sup> ist das großmaßstäbliche Landschaftsmodell der Schweiz und Liechtensteins. Es umfasst die natürlichen und künstlichen Objekte sowie Namendaten in vektorieller Form. Mit einer hohen Genauigkeit in drei Dimensionen ist swissTLM<sup>3D</sup> der genaueste und umfassendste Vektordatensatz der Schweiz. Es beschreibt über 20 Millionen Objekte mit deren Lage und Form, einem zugehörigen Objekttyp und zahlreichen weiteren Attributen. swissTLM<sup>3D</sup> besteht aus den acht thematischen Gruppen (Topics) Straßen und Wege, Öffentlicher Verkehr, Bauten, Areale, Bodenbedeckung, Gewässernetz, Einzelobjekte und Namen, wovon jede wiederum verschiedene Objektklassen umfasst.

Der Perimeter von swissTLM<sup>3D</sup> deckt die Schweiz und Liechtenstein ab und umfasst die beiden Enklaven Büsingen am Hochrhein (D) und Campione d'Italia (I). Der Datensatz reicht bis 25 m über die Landesgrenze.

#### **Geometrische Modellierung**

Die acht Topics enthalten insgesamt 47 Featureklassen, in denen die Objekte gemäß ihrer Charakteristik und Ausdehnung punkt-, linien- oder flächenförmig erfasst werden. Außerdem enthalten einige Featureklassen des Topics «Bauten» aggregierte Geometrien (Multipatches). Jede als Punkt- oder Stützpunkt erfasste Koordinate wird als Koordinatentripel gespeichert, wobei der Höhenwert durch photogrammetrische Auswertung oder Verschnitt mit dem hoch aufgelösten Digital Terrain Model bestimmt wird.

#### **Genauigkeit**

Geometrische Genauigkeit: für gut definierbare Objekte (z. B. Straßen, Gebäude) 0.2 bis 1.5 m in allen drei Dimensionen, für nicht gut abgrenzbare Objekte (z. B. Wald) 1 bis 3 m.

#### **Aktualisierung**

Nachführung: Der Perimeter ist in sechs etwa gleichgroße Zonen aufgeteilt. Jeweils zwei dieser Zonen werden in einem Kalenderjahr aktualisiert, eine in voller Tiefe (sog. vollständige Aktualisierung vor allem auf Basis aktueller Luftbilder), die andere unterstützt durch (teil-) automatisierte Change-Detection-Verfahren und Meldungen. Im gesamten Perimeter von swissTLM<sup>3D</sup> wird daneben ständig punktuell nachgeführt.

## 1.2 Nationale geodätische Referenzsysteme und Abbildungen

|                | Baden-Württemberg (BW) | Bayern (BY) | Österreich (A) | Schweiz (CH) |
|----------------|------------------------|-------------|----------------|--------------|
| Referenzsystem | ETRS89                 | ETRS89      | MGI, M31       | CH1903+      |
| Abbildung      | UTM32N                 | UTM32N      | Gauß-Krüger    | LV95         |

## 2 Voraussetzungen für eine Harmonisierung

### 2.1 Einheitliches Datenmodell

Für eine Harmonisierung müssen Geodaten nach einheitlichen Grundsätzen erfasst, vorgehalten und bereitgestellt werden, idealerweise in derselben Georeferenzierung, Genauigkeit und Semantik. Die originären Geodaten der Partner weisen hierbei erhebliche Differenzen auf, die eine gemeinsame Harmonisierung behindern.

Das europaweit einheitliche INSPIRE-Datenmodell wurde als Grundlage für die weiteren Arbeiten festgelegt. Das INSPIRE-Datenmodell verwendet Code- und Deklarationstabellen, um die nationalen Definitionen und attributiven Klassifizierungen (z.B. Bundesstraße, Kantonalstraße, Staatsstraße) zu abstrahieren, zusammenzufassen oder zu vereinfachen (z.B. FunctionalRoadClass: firstClass, secondClass). Dies ermöglicht eine datenmodell-unabhängige Zuordenbarkeit und gemeinsame GIS-technische Auswertung. Insbesondere die semantische Einheitlichkeit ist ohne spezielle Kenntnisse der landes- / fachspezifische Modellierung der Landschaftsmodelle gewährleistet. Durch die verpflichtende Bereitstellung in UTM / ETRS89 ist eine einheitliche Georeferenzierung gewährleistet; somit müssen nur noch die geometrischen Konflikte in den nationalen Datenbeständen behoben werden.

Thematische Betroffenheit: Das INSPIRE-Datenmodell definiert in 3 Anhängen (Annexen) insgesamt 34 Themen. Die Themen mit Bezug zu landschaftsbeschreibenden Geodaten und die jeweilige Führung in den landschaftsbeschreibenden Geodatensätzen sind grün markiert:

| INSPIRE   | Basis-DLM (D) | swissTLM <sup>3D</sup> (CH) | DLM (A) |
|---|---------------|-----------------------------|---------|
| <b>ANHANG I</b>                                     |               |                             |         |
| 1. Koordinatenreferenzsysteme                       |               |                             |         |
| 2. Geografische Gittersysteme                       |               |                             |         |
| 3. Geografische Bezeichnungen                       |               |                             |         |
| 4. Verwaltungseinheiten                             |               |                             |         |
| 5. Adressen   |               |                             |         |
| 6. Flurstücke/Grundstücke (Katasterparzellen)       |               |                             |         |
| 7. Verkehrsnetze                                    |               |                             |         |
| 8. Gewässernetze                                    |               |                             |         |
| 9. Schutzgebiete                                    |               |                             |         |
| <b>ANHANG II</b>                                    |               |                             |         |
| 1. Höhe   |               |                             |         |
| 2. Bodenbedeckung                                   |               |                             |         |
| 3. Orthofotografie                                  |               |                             |         |
| 4. Geologie   |               |                             |         |
| <b>ANHANG III</b>                                   |               |                             |         |
| 1. Statistische Einheiten                           |               |                             |         |
| 2. Gebäude  |               |                             |         |
| 3. Boden  |               |                             |         |
| 4. Bodennutzung                                     |               |                             |         |
| 5.-21. Diverse INSPIRE-Themen ohne Landschaftsbezug |               |                             |         |

Zur Harmonisierung an den Landesgrenzen werden folgende Aspekte betrachtet:

- Vollständigkeit und Entsprechung der Objekte (mindestens zwei Partner führen diese Daten)
- grenzüberschreitende Objekte existieren (Quantität)
- Handlungsbedarf / Handlungsfähigkeit (Zuständigkeit)

Tabelle der betrachteten Themen

| Thema                       | Bewertung  |
|-----------------------------|--|
| Geografischen Bezeichnungen | Empfehlung: Übernahme als "Zweitname"                    |
| Verwaltungseinheiten        | Sind grenzscharf definiert - kein Handlungsbedarf        |
| Adressen                    | Keine Betroffenheit                                      |
| Verkehrsnetze               | Harmonisierung bilateral                                 |
| Gewässernetze               | Harmonisierung bilateral                                 |
| Schutzgebiete               | Keine grenzüberschreitenden Objekte                      |
| Gebäude                     | Analyse der Bauwerke                                     |
| Höhe                        | Kein gemeinsames Zielsystem                              |
| Bodenbedeckung              | Keine inhaltsgleichen Datensätze verfügbar               |
| Orthofotografie             | Rasterdaten, Harmonisierung über grenzscharfen Beschnitt |
| Bodennutzung                | Keine inhaltsgleichen Datensätze verfügbar               |

**Geographische Bezeichnungen (Anhang I, Nr. 3)**

Für eine Harmonisierung besteht kein Handlungsbedarf.

swisstopo hat in einer Auswertung seine Objekte aus dem swissTLM<sup>3D</sup> analysiert, die die Grenze tangieren bzw. genau auf der Landesgrenze liegen. Es handelt sich dabei um wenige gemeinsame Objekte wie z.B. Landschafts- und Gebietsnamen (sog. Großregionen) oder Berggipfel. Die flächenhaft modellierten Landschafts- und Gebietsnamen werden an der Landesgrenze abgeschlossen, reichen also nicht über diese hinaus. Die unterschiedliche Modellierung der geografischen Bezeichnungen in den Nachbarländern verunmöglicht eine geometrische Harmonisierung.

Für die geographischen Bezeichnungen wird empfohlen, dass jeder Partner für die grenzüberschreitenden Objekte die Bezeichnungen des Grenznachbarn als zusätzlichen „Zweitnamen“ in den jeweiligen Landschaftsmodellen führt. Das Datenmodell von swissTLM<sup>3D</sup> sieht auf Grund der Mehrsprachigkeit in der Schweiz vor, mehrere Namen pro Objekt abzubilden. Es kann sich dabei auch um mehrere Namen einer Sprache handeln. Im Basis-DLM Deutschlands können weitere Zusatznamen als „Zweitname“ zum Objekt geführt werden. Das DLM in Österreich führt bei den Siedlungsnamen bereits zusätzlich die Attribute Variantname (Zweit- oder Vulgonamen) und darüber hinaus lt. Volksgruppengesetz auch Namen in slowenischer, kroatischer und ungarischer Sprache.

### **Grenze Baden-Württemberg – Schweiz**

Entlang der Grenze zwischen Baden-Württemberg und der Schweiz liegen für das Thema Geographische Bezeichnungen 16 linien- bzw. flächenhafte Objekte vor, die grenzüberschreitend bzw. grenzbegleitend für eine Harmonisierung in Frage kommen. Davon konnte für 8 Objekte auf Seite Baden-Württembergs ebenfalls ein geographischer Name aus dem Basis-DLM (Landschaftsname, See-Bezeichnung etc.) zugeordnet werden.

### **Grenze Österreich – Schweiz/Liechtenstein**

Bisher wurde aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein nicht wiederaufgenommen.

### **Grenze Bayern – Österreich**

Bayern führt keine Geographischen Namen.

In Österreich sind Namen punktförmige Objekte. Für Siedlungsnamen läuft zwar ein Projekt zur flächenhaften Erfassung (und Zuordnung der Namen), ein Termin für die Fertigstellung ist aber derzeit noch nicht absehbar. Eine kurze Durchsicht ergibt innerhalb eines 1000m-Puffers entlang der Grenzlinie 3 in Frage kommende Siedlungsnamen (Stadt, Markt oder Dorf), (davon 1 x unterschiedliche Schreibweise).

### **Verwaltungseinheiten** (Anhang I, Nr. 4)

Für eine Harmonisierung besteht kein Handlungsbedarf.

Verwaltungseinheiten werden grenzscharf geführt. Es gibt keine grenzüberschreitenden Objekte in den Geodaten.

### **Adressen** (Anhang I, Nr. 5)

Es wurde kein grenzüberschreitendes Harmonisierungspotential im Bereich der landschaftsbeschreibenden Daten identifiziert. Für die Führung und Definition von Adressdaten sind die Vermessungsverwaltungen nicht zuständig.

### **Verkehrsnetze** (Anhang I, Nr. 7)

Für die Bearbeitung wurde folgende INSPIRE-Zuordnungstabelle erstellt:

- RoadLink (Straßenabschnitte)
- RailwayLink (Eisenbahnstrecke)
- WaterwayLink (Fährverbindungen)

| <b>INSPIRE</b> | <b>Basis-DLM (D)</b>               | <b>swissTLM<sup>3D</sup> (CH)</b> | <b>DLM (A)</b>  |
|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| RoadLink       | AX_Strasse, AX_Weg,<br>AX_Fahrbahn | TLM_STRASSE                       | VER_1100_STRASSE_L  |
| RailwayLink    | AX_Bahnverkehr                     | TLM_EISENBAHN                     | VER_1300_BAHN_L   |
| WaterwayLink   | AX_Schifffahrt                     | TLM_SCHIFFFAHRT                   | Erfassung als: Attribut "Lage" bei<br>VER_1100_STRASSE_L) |

### **Gewässernetze** (Anhang I, Nr. 8)

Für die Bearbeitung wurde folgende INSPIRE-Zuordnungstabelle erstellt:

- WatercourseLink (Gewässerachsabschnitte)
- StandingWater (Stehende Gewässer)

| INSPIRE         | Basis-DLM (D)     | swissTLM <sup>3D</sup> (CH) | DLM (A)              |
|-----------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|
| WatercourseLink | AX_Gewässerachse  | TLM_FLIESSGEWAESSER         | GEW_4100_FLIESSEND_L |
| StandingWater:  | AX_Gewässerfläche | TLM_STEHENDES_GEWAESSER     | BOD_5300_WASSER_F    |

### Schutzgebiete (Anhang I, Nr. 9)

Für eine Harmonisierung besteht kein Handlungsbedarf.

Schutzgebiete sind Gebiete, die nach nationalem Recht (Natur-, Umwelt- oder Bodenschutzrecht) für die jeweiligen Staatsgebiete festgelegt werden. Daher haben diese in der Regel keine grenzüberschreitenden Geometrien, sondern sind per Definition grenzidentisch.

### Höhe (Anhang II, Nr. 1)

Ein Harmonisierungspotential wird erkannt. Für eine Harmonisierung wird ein einheitliches europäisches Höhenbezugsystem und ein Nullpunkt benötigt, um die drei unterschiedlichen Höhenbezugsysteme zusammenführen zu können.

#### Tabelle der nationalen Höhenbezugsysteme

|                  | Basis-DLM (D)   | swissTLM <sup>3D</sup> (CH)  | DLM (A)           |
|------------------|---|--|-------------------|
| Höhenbezugsystem | DHHN2016  | LN02 Landesnivellement<br>1902)                                    | GHA (MGI-Höhen)   |
| Nullpunkt        | Amsterdamer Pegel<br>(NAP= Normal<br>Amsterdams Peil) | Repère Pierre du Niton<br>(373.6m über dem Pegel von<br>Marseille) | Pegel Triest 1875 |

### Gebäude (Anhang III, Nr.2)

Der INSPIRE-Begriff „Gebäude“ subsummiert Bauwerke (Stauwehre / Staumauern, Gebäude, Brücken mit Dach) als topographische Objekte und Gebäude (Überdachungen / Flugdächer) und tatsächliche Wohn- / Geschäfts- oder Verwaltungsgebäude nach Katasterdefinition. Eine Bearbeitung / Harmonisierung kann nur für die topographischen Bauwerke erfolgen, die in den Landschaftsmodellen enthalten sind. Gebäude des Liegenschaftskatasters (Wohnhaus, Zollgebäude, Grenzhütten, Überdachungen) müssen entsprechend der Zuständigkeiten bei verschiedenen nachgeordneten katasterführenden Stellen harmonisiert werden. Bei den meisten Objekten handelt es sich dabei um Objekte aus dem Liegenschaftskataster.

Beispiele für Objekte aus dem Bereich der Landschaftsmodelle (siehe Anlage Bild 16 bis 47):

| Objekte                         | Grenze CH-BW | Grenze CH-A | Grenze BY-A |
|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Brückenbauwerke (reine Brücken) | 3            | 1           | 95          |
| Gebäude                         | 3            | 1           | 8           |
| Bauwerke im Gewässer            | 4            |             | 4           |

### Grenze Baden-Württemberg – Schweiz

Im Gegensatz zu den in ALKIS geführten Gebäuden gibt es in den Landschaftsmodellen Bauwerke, z.B. Bauwerke im Gewässerbereich wie Stauwehre oder Wasserkraftwerke, die einen Grenzbezug haben und harmonisiert werden könnten. Die semantischen Modellierungen in Basis-DLM und swissTLM<sup>3D</sup> sind jedoch derart unterschiedlich (Geometriertyp), sodass eine Harmonisierung nicht möglich ist (generell liefern ausschließlich die Flusskraftwerke

entlang des Rheins einige grenzüberschreitende Gebäudegrundrisse). Für eine Harmonisierung wäre es erforderlich, die landesspezifischen Vorgaben der Modellierungen anzugleichen.

### **Grenze Österreich – Schweiz/Liechtenstein bzw. Schweiz – Baden-Württemberg**

Entlang der gemeinsamen Grenze zu Österreich und Baden-Württemberg hat die Schweiz 35 grenzüberlagernde Objekte identifiziert.

### **Grenze Bayern – Österreich**

Entlang der Grenze Bayern – Österreich wurden 107 Objekte detektiert.

### **Bodenbedeckung (Anhang II, Nr. 2)**

Die Bodenbedeckung wird in den nationalen Landschaftsmodellen semantisch sehr unterschiedlich modelliert. Eine INSPIRE Ableitung der Bodenbedeckung aus dem Basis-DLM ist derzeit nicht realisiert. Inhaltsgleiche Daten aus den nationalen Landschaftsmodellen stehen derzeit nicht zur Verfügung, daher konnte eine Harmonisierung bislang nicht durchgeführt werden.

### **Orthofotografie (Anhang II, Nr. 3)**

Für eine Harmonisierung besteht kein Handlungsbedarf.

Orthofotodaten (DOP) liegen nur im Rasterformat vor. Sie unterscheiden sich in den einzelnen Partnerländern durch unterschiedliche Projektionen und mit teilweise unterschiedlichen geometrischen Auflösungen. Weiterhin erfolgen die Luftbild-Befliegungen nach landesspezifisch unterschiedlichen Aspekten und somit zu unterschiedlichen Zeitpunkten, so dass die Inhalte der DOP (Bewuchs, ggf. Zustand von Bauwerken) voneinander abweichen. Eine echte Homogenisierung ist aus diesen Gründen nicht möglich. Im Rahmen der Analyse wurde festgestellt, dass die DOP-Bestände an den jeweiligen Grenzen hinsichtlich der Geometrie gut zueinander passen (Bsp. siehe Fahrbahnmarkierungen oder z.B. der Breite von grenzüberschreitenden Radwegen).

Rasterdaten können lediglich durch eine „grenzscharfen Beschnitt der Pixelbilder bei der Bereitstellung „harmonisiert“ werden. Die Passgenauigkeit ist dazu ausreichend. Weitergehende Harmonisierungen würden hohe logistische und organisatorische Abstimmungen erfordern, die wiederum mit landesspezifischen Anforderungen (Befliegungszeitpunkte, Auflösung) kollidieren. Da einerseits eine Harmonisierung aus o.g. Gründen technisch schwierig bis unmöglich ist, andererseits die Passgenauigkeit so hoch ist, dass eine weitergehende Harmonisierung nicht erforderlich erscheint, wird empfohlen, auf eine Harmonisierung dieses Themas bis auf Weiteres zu verzichten.

### **Bodennutzung (Anhang III, Nr. 4)**

Die Bodennutzung wird in den nationalen Landschaftsmodellen semantisch sehr unterschiedlich modelliert. Eine INSPIRE Ableitung der Bodennutzung aus dem Basis-DLM ist derzeit nicht realisiert. Inhaltsgleiche Daten aus den nationalen Landschaftsmodellen stehen derzeit nicht zur Verfügung, daher konnte eine Harmonisierung bislang nicht durchgeführt werden.

## 2.2 Gemeinsame Grenzgeometrie

Für eine Harmonisierung muss eine gemeinsame Grenzgeometrie eindeutig festgelegt werden. Dies erfolgt bilateral entsprechend der jeweiligen Grenzabschnitte.

### **Grenzabschnitt Bodensee (Obersee)**

Im Teilbereich „Obersee“ des Bodensees gibt es keine rechtsgültige Grenze. Für diesen Bereich wird die zwischen den Landesvermessungsbehörden vereinbarte «Technische Grenze» verwendet (siehe [www.bodensee-geodatenpool.net](http://www.bodensee-geodatenpool.net) – Artikel: Jobst / Steinkellner - Synergien staatlicher Nachbarschaft - Der Bodensee).

### **Grenzabschnitt Baden-Württemberg – Schweiz**

Der Grenzabschnitt ist etwa 372 km lang. Er folgt außer in einigen rechtsrheinischen Gebieten um Basel und den Kanton Schaffhausen herum weitgehend dem Verlauf des Rheins und im Bodensee.

Festlegung: Die Grenzgeometrie wird aus dem deutschen Basis-DLM übernommen.

### **Grenzabschnitt Österreich – Schweiz/Liechtenstein**

Der Grenzabschnitt ist etwa 227 km lang und folgt unterhalb Liechtensteins dem Verlauf des Rheins, oberhalb Liechtensteins verläuft er im Gebirgsraum zwischen den Talschaften Montafon und Prättigau bzw. Paznauntal und Unterengadin.

Festlegung: Die Grenzgeometrie wird aus dem österreichischen DLM übernommen.

### **Grenzabschnitt Bayern – Österreich**

Der Grenzabschnitt ist etwa 817 km lang und folgt vom Bodensee ausgehend größtenteils über Gebirgsraum, von Salzburg bis unterhalb von Passau den Flüssen Salzach, Inn und Donau, im nördlichsten Bereich den südlichen Ausläufern des Böhmerwaldes.

Festlegung: Vorläufig wird die Grenzgeometrie aus dem bayerischen Basis-DLM als Übergabelinie für die Harmonisierung verwendet.

## 3 Theoretische Überlegungen für eine Harmonisierung

Auf Basis der von EuroGeographics erstellten Vorschläge zum Edge Matching<sup>1</sup> lassen sich die grenzüberschreitenden Konflikte für Geodaten wie folgt kategorisieren. Anmerkung: Die in den Geodaten vorkommenden Konfliktsituationen lassen sich damit nahezu vollständig lösen.

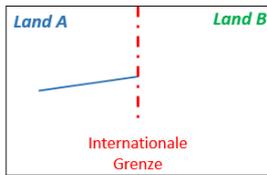
---

<sup>1</sup> EuroGeographics (Hrsg.): Edge Matching Rules - Producer version for ERM release 11, 2017

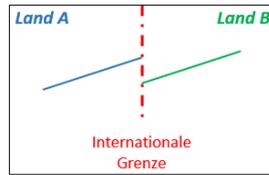
### 3.1 Geometrische Aspekte (Typ und Lage)

#### Linien-Objekte

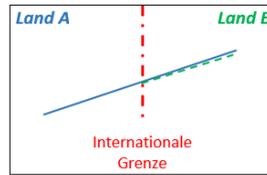
Fall 1: Objekt hat keine Fortsetzung auf der anderen Seite der Grenze



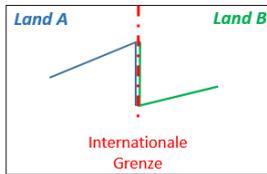
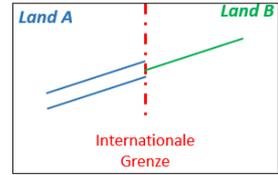
Fall 2: Lücke an der Grenze zwischen zwei Objekten gleichen Typs



Fall 3: Ein Objekt überschreitet die Grenze (Redundanz)



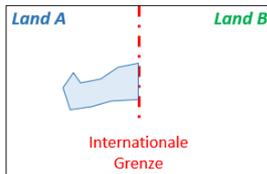
Fall 4: Die Anzahl der Objekte auf beiden Seiten der Grenze ist unterschiedlich



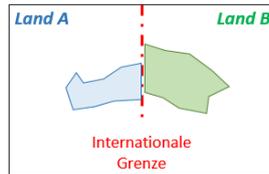
Fall 5: Die Objektgeometrien stimmen mit der Grenze überein, sind entweder redundant oder weisen Unterschiede auf. Wasserläufe haben oft diese Eigenschaften.

#### Flächen-Objekte

Fall 1: Objekt hat keine Fortsetzung auf der anderen Seite der Grenze



Fall 2: Unterschiede in der Gestalt des Objektes auf beiden Seiten der Grenze

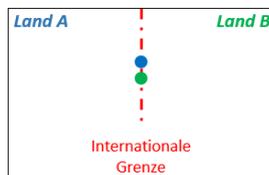


#### Punkt-Objekte

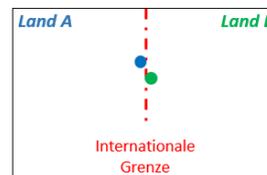
Fall 1: Objekt ist nur in einem der Datensätze erfasst.



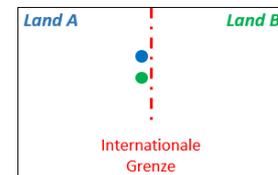
Fall 2: Zwei erfasste Objekte repräsentieren das gleiche Merkmal in verschiedener Lage.



Fall 3: Zwei Punktobjekte stellen zwei unterschiedliche Merkmale dar, die zu ihren jeweiligen Ländern gehören.

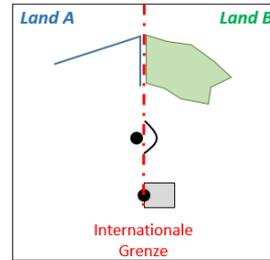
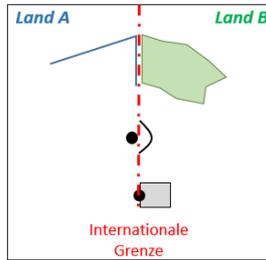
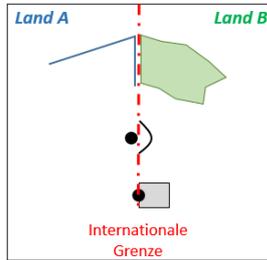


Fall 4: Zwei erfasste Objekte repräsentieren ein Merkmal im selben Land.



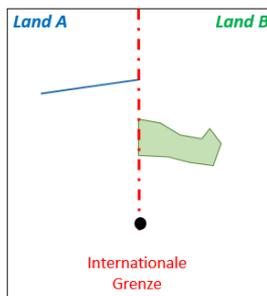
## Unterschiedliche Geometrietypen

Die Objektgeometrie wird in einem Land in einem anderen Geometrietyp erfasst als im anderen Land.

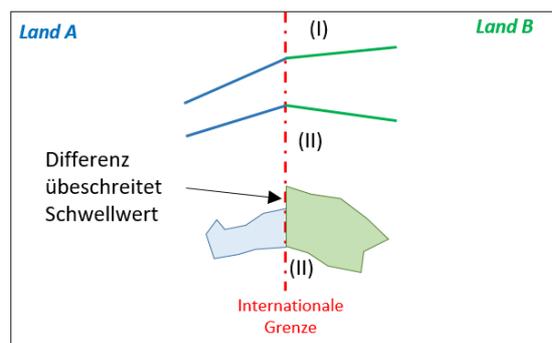


## 3.2 Geometrische Harmonisierung

Fall 1: Linien-, Flächen- oder Punktgeometrie – keine Fortsetzung/ Erfassung in einem Land



Fall 2: Linien-, Flächen- oder Punktgeometrie

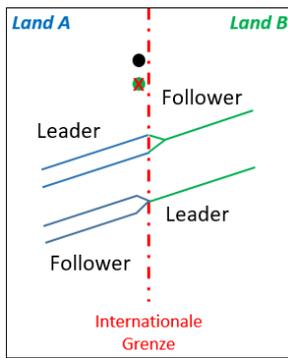


Die Differenz ist bekannt und wird mit einem Schwellwert verglichen. Eine Anpassung erfolgt, wenn der Schwellwert grösser ist als die Lagedifferenz. Für die Anpassung gibt es zwei Verfahren:  
 (I): beide Datensätze sind beweglich,  
 (II) ein Datensatz wird an den anderen angepasst («Leader/Follower-Prinzip»)

Fall 3 Linie: entspricht nach dem Clipping des Die Grenze überschreitenden Objektes Falls 2.

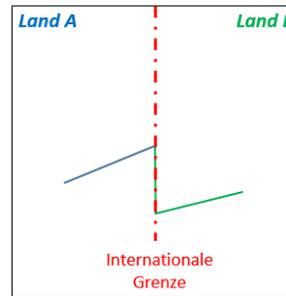
Fall 3 Punkt: Wurden die erfassten Objekte den korrespondierenden Merkmalen zugeordnet, ist keine Anpassung nötig.

Fall 4: Punkt- und Liniengeometrie



Das erfasste Objekt wird in dem Datensatz gelöscht, in dem es im Ausland liegt. Liniengeometrie: Die Objekte werden wie gezeigt zusammengeführt (nur für (II) dargestellt).

Fall 5: Liniengeometrie



Objekte resp. Segmente, die mit der Grenze übereinstimmen, sollten lageidentisch mit der Grenzgeometrie sein.

### 3.3 Semantische Aspekte (Attribute)

Fälle 1 und 2: Ein Attribut ist nur für ein Land vorhanden und existiert im anderen nicht oder es ist in beiden Datensätzen enthalten, aber in einem davon leer.

Fall 3: Ein Attribut ist in beiden Ländern Vorhanden, hat aber verschiedene Werte.

| Land A      | Land B      |
|-------------|-------------|
| Attribute 1 | Attribute 1 |
| value       | <missing>   |

| Land A      | Land B      |
|-------------|-------------|
| Attribute 1 | Attribute 1 |
| value 1     | value 2     |

### 3.4 Semantische Harmonisierung (Attributwerten)

Fälle 1 und 2: Die nicht ausgefüllten oder unbekanntenen Werte werden ignoriert und das abgeleitete Attribut würde die ausgefüllten Informationen übernehmen.

Fall 3: Die Pflege beider Werte ist anzustreben. Sie werden gemeinsam im Feld gespeichert. Reihenfolge und Trennzeichen sind zu vereinbaren.

| Land A      | Land B      | Matched feature |
|-------------|-------------|-----------------|
| Attribute 1 | Attribute 1 | Attribute 1     |
| value 1     | value 2     | value 1#value2  |

## 4 Harmonisierungsarbeiten

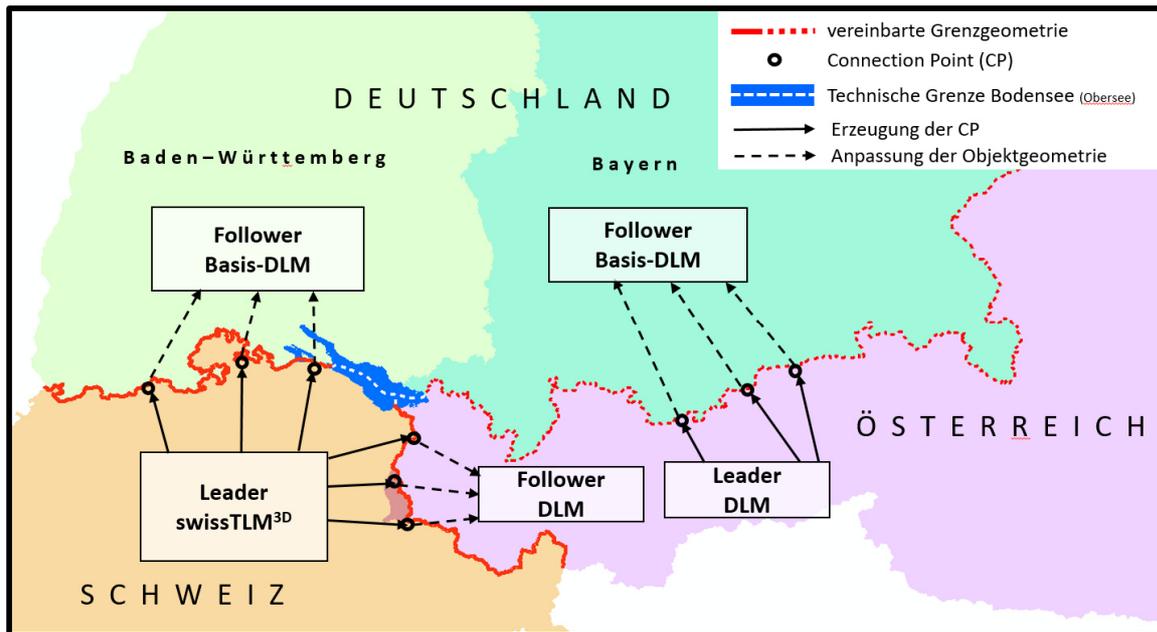
Die Partner haben sich zum Ablauf der Harmonisierungsarbeiten abgestimmt und folgende Regelung vereinbart:

Die Harmonisierung der Geodaten erfolgt hierarchisch nach dem Prinzip "Leader / Follower", d.h. die Objekte des Leader-Datensatzes geben die Verknüpfungsgeometrie vor und die Objekte im Follower-Datensatz werden geometrisch angepasst. Dazu werden alle grenzüberschreitenden Objekte des Leader-Datensatzes mit der vereinbarten Grenzgeometrie verschnitten und die entstehenden Schnittpunkte (Connection Points) dem Follower-Partnerland zur Verfügung gestellt. Eine Harmonisierung erfolgt dann mittels einer der o.g. Lösungsvarianten.

### 4.1 Organisatorische Vorgehensweise

Für die Bearbeitung wird bilateral eine Leader- / Follower-Hierarchie festgelegt.

In Deutschland und Österreich werden die Ergebnis der geometrischen Harmonisierung direkt in die originären Landschaftsdaten übernommen. In der Schweiz ist dieses nicht vorgesehen.



**Grenze Baden-Württemberg – Schweiz bzw. Österreich – Schweiz/Liechtenstein**

Hier wurde das schweizerische Landschaftsmodell swissTLM<sup>3D</sup> als «Leader»-Datensatz definiert, das deutsche Basis-DLM sowie das österreichische DLM sind die «Follower».

Dabei spielten die folgenden Eigenschaften des Datensatzes sowie Rahmenbedingungen eine Rolle:

- swissTLM<sup>3D</sup> hat die höchsten geometrischen Genauigkeitsvorgaben.
- swissTLM<sup>3D</sup> reicht 25 m über die Landesgrenze. Die Generierung eines Schnittpunktes zwischen seinen Geometrien und der vereinbarten Landesgrenze ist daher garantiert.

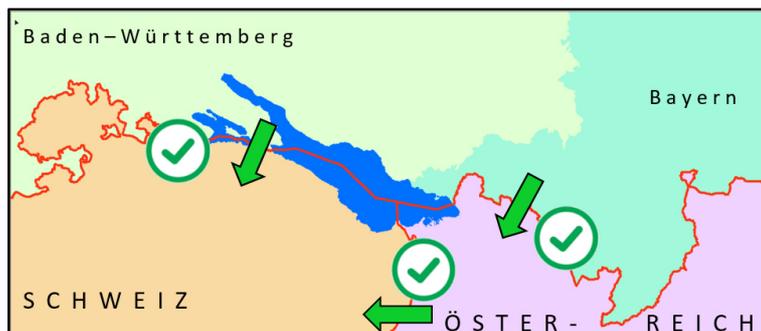
**Grenze Bayern – Österreich**

Das österreichische Landschaftsmodell DLM wurde als Leader-Datensatz definiert, das deutsche Basis-DLM ist «Follower».

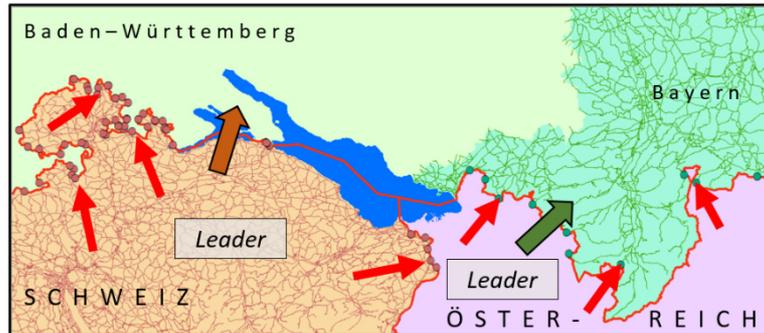
Es erwies sich als ausgesprochen günstig, dass der DLM-Datenbestand im Allgemeinen nicht unmittelbar an der Grenze endet, wodurch eine Verschneidung der österreichischen Daten mit dem Grenzverlauf aus dem ATKIS möglich wurde. In einigen wenigen Fällen musste der österr. Datenbestand bis zur ATKIS-Grenzlinie erfasst werden.

**4.2 Technische Vorgehensweise**

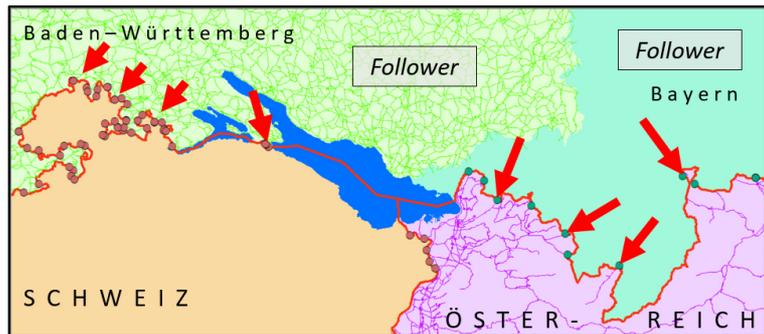
- ① Vereinbarung ✓ und Bereitstellung der Grenzgeometrie →



- ② Berechnung und Bereitstellung  
  
 der Connection Points durch den Leader



- ③ Anpassung der Objektgeometrie durch den Follower an die Connection Points  

Geometrische Grundlage für die Harmonisierungsarbeiten sind die Connection Points (CP). In der Tabelle ist die Gesamtzahl der CP für die ausgewählten Themen zusammengestellt

Statistik der Connection Points

|                 | Grenzabschnitte  |                |        |
|-----------------|------------------|----------------|--------|
|                 | CH – A           | CH – BW        | BY – A |
| RoadLink        | 579* (193,365)** | 939* (25,30)** | 2272   |
| RailwayLink     | 4 (-,-)**        | 30 (1,-)**     | 8      |
| WaterwayLink    | -                | 7 (-,-)**      | -      |
| WatercourseLink | 405* (-,280)**   | 495* (4,22)**  | 4630   |
| StandingWater   | 69 (-,-)**       | 5 (-,-)        | 10     |
| Summe           | 1057             | 1476           | 6920   |

\*Die Zahlen beziehen sich auf 2023 und beinhalten auch die rein technisch bedingten Connection Points im Verlauf der über die Grenze tretenden oszillierenden Objekte (siehe Abschnitt 5).

\*\*Anzahl der Connection Points mit Änderungsdatum im laufenden Jahr: erster Wert der Klammer 2022, zweiter Wert 2023 (2022,2023). Je nachdem, ob der Grenzbereich im swissTLM<sup>SD</sup> im Perimeter der vollständigen Aktualisierung liegt (vgl. unter „Aktualisierung in Abschnitt 1.1.3), kann die Anzahl hoch ausfallen. Zum Beispiel lag der Kanton Graubünden (Grenzabschnitt Schweiz-Österreich) 2023 in diesem Perimeter, was sich in der großen Anzahl von potentiell zu bearbeitenden Connection Points widerspiegelt.

Die Berechnung und Bereitstellung der Connection Points erfolgt durch den Leader und wird dem Follower digital zur Verfügung gestellt:

Für jeden CP werden folgende Informationen geführt (zeilenweise):

- Eine eindeutige Connection Point ID, gebildet aus der Objektnummer (TLM\_UUID) des TLM-Objektes, das die Grenze schneidet durch anhängen einer Ziffer (.1). Schneidet dieselbe Geometrie die Grenze mehrfach entsteht jeweils ein neuer CP. Dabei erhöht sich die angehängte Ziffer jeweils um eins (siehe Zeile 3 und 4)

- Eine Kurzbeschreibung des Objektes
- Die Koordinaten (ETRS89UTM) auf mm
- Ein Änderungsdatum, das angibt, wann ein Objekt letztmals editiert wurde

Beispieltabelle für CH–BW:

| Zeile | Connection Point ID                      | TLM_UUID                               | Objekt     | EAST       | NORTH       | DATE       |
|-------|--|--|------------|------------|-------------|------------|
| 1     | {5D424C25-AC49-4EB1-B2EF-ADE571606C8A}.1 | {5D424C25-AC49-4EB1-B2EF-ADE571606C8A} | 3m Strasse | 394966,350 | 5271196,248 | 30.07.2018 |
| 2     | {749992B1-F217-419F-8AC0-5A7F2C08BB5F}.1 | {749992B1-F217-419F-8AC0-5A7F2C08BB5F} | 3m Strasse | 394985,022 | 5271184,034 | 31.01.2020 |
| 3     | {29D044E5-4E8F-45DB-A5E3-61219CC13311}.1 | {29D044E5-4E8F-45DB-A5E3-61219CC13311} | 4m Strasse | 395044,539 | 5271145,104 | 13.09.2022 |
| 4     | {29D044E5-4E8F-45DB-A5E3-61219CC13311}.2 | {29D044E5-4E8F-45DB-A5E3-61219CC13311} | 4m Strasse | 395061,498 | 5271134,011 | 13.09.2022 |

### Grenze Baden-Württemberg – Schweiz

Die CP werden als Excel-Tabelle bzw. ESRI-Geodatabase von der Schweiz bereitgestellt und die Harmonisierung in Baden-Württemberg bearbeitet.

### Grenze Österreich – Schweiz/Liechtenstein

Aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern wurde die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein nicht wiederaufgenommen.

### Grenze Bayern – Österreich

Die CP werden als ESRI-Geodatabase bereitgestellt.

Folgende Informationen werden geführt:

- Die eindeutige Global-ID
- Essenzielle Attribute des betroffenen DLM-Objektes

## 4.3 Bearbeitete Inhalte

Folgende Arbeiten wurden an grenzüberschreitenden Objekten für die Themen Transport Networks und Hydrography durchgeführt.

### 4.3.1 Grenze Baden-Württemberg – Schweiz

Durchgeführte Harmonisierungsarbeiten in Baden-Württemberg:

Eine Erstharmosierung wurde in Baden-Württemberg im Jahr 2018 durchgeführt, eine Fortführung erfolgte im Jahr 2022. Dabei hat sich gezeigt, dass durch die Fortführung auch viele bereits harmonisierte Objekte an der Grenze in ihrer Lage im cm bzw. dm-Bereich verändert wurden (z.B. Lageanpassung von Gewässerläufen, Uferlinien oder Korrekturen im Rahmen der Erfassungstoleranz, Transformationsabweichung). Ursache ist, dass in der Schweiz im Jahr 2020 ein Großteil der Landesgrenze zu Baden-Württemberg topographisch fortgeführt wurde: Dabei haben technische und zyklische Veränderungen (Orthofotoberechnung, Wasserstandsänderungen) zu Verschiebungen von Objektgeometrien geführt, obwohl es sich dabei um keine neuen Objekte handelt. Die originäre topographische Erfassung in der Schweiz hat keinen exakten Grenzbezug, d.h. Objekte enden nicht an der Landesgrenze, sondern werden in der Regel deutlich über die Landesgrenze hinausdigitalisiert. Dies führt zu vielen kleinen Lageverschiebungen bei der Neuberechnung der CP.

Vorschlag: Eine geometrische Fortführung soll erst erfolgen, wenn eine festgelegte Fortführungstoleranz (z.B. < 0,5 m) in der Veränderung der Lage eines CP überschritten wird. Eine Harmonisierung mit dem Anspruch einer absoluten Punktidentität (mm) führt sonst bei jeder zyklischen Fortführung des Leader-Datensatzes (swissTLM<sup>3D</sup> – geplant alle 3 Jahre) zu einer Vielzahl an Nacharbeiten im Zuge der Harmonisierung im Follower-Datensatz (Basis-DLM).

#### Durchgeführte Harmonisierungsarbeiten in der Schweiz:

Als Leader stellt die Schweiz CP-Listen für die Harmonisierung in Österreich und Baden-Württemberg regelmäßig zur Verfügung. Um den Aufwand für zukünftige Harmonisierungsarbeiten zu reduzieren, wird ein zusätzliches Attribut (Datumseintrag) geführt, welches über die letzte Änderung eines grenzüberschneidenden Objektes Auskunft gibt. Somit können effizient Differenzanalysen durchgeführt und die tatsächliche Veränderungsmenge detektiert werden.

#### Fertigstellung der Fortführung im Grenzabschnitt Baden-Württemberg – Schweiz

Das LGL hat auf Grundlage der gelieferten Connection Points von swisstopo die grenzüberschreitenden Objekte des Basis-DLM für folgende INSPIRE-Themen harmonisiert:

##### Transport Networks

- RoadLink (siehe Anlage Bilder 1-3)
- RailwayLink (siehe Anlage Bilder 7-9)
- WaterwayLink (siehe Anlage Bilder 11 +12)

##### Hydrography

- StandingWater (siehe Anlage Bild 15)
- WatercourseLink (siehe Anlage Bilder 13 +14)  
(nur Anpassung topographischer Objekte – nicht der Grenzgeometrie)

### **4.3.2 Grenze Bayern – Österreich**

Die Vorbereitungen für die Harmonisierung starteten im Herbst 2021, eine vorläufige Einigung bezüglich des verwendeten Grenzverlaufs konnte im Juni 2022 hergestellt werden. Zu Beginn erfolgte in beiden Ländern in Grenznähe eine Lageverbesserung unter Verwendung von DOP und ALS, sodass in weiterer Folge falsche Zuordnungen (z.B. bei begleitendem Fußweg neben Bundesstraße ein Offset entlang der Grenze) weitestgehend vermieden werden konnten. Zur leichteren Zuordnung hat sich bei RoadLink eine jeweils auf bayrischer und österreichischer Seite eingeführte Gliederung in über-, untergeordnete Straßen und Fußwege als sehr hilfreich erwiesen.

Im Gebirgsbereich stellte sich die Harmonisierung, speziell bei den Fußwegen, als ausgesprochen mühsam und umfangreich dar.

#### Durchgeführte Harmonisierungsarbeiten in Österreich:

Die Bearbeitung des DLM erfolgt im originären Datenbestand. Die grenzüberschreitenden Objekte des DLM wurden für folgende INSPIRE-Themen entlang der gesamten Grenze (817 km) harmonisiert:

##### Transport Networks

- RoadLink (siehe Anlage Bilder 4-6)
- RailwayLink
- WaterwayLink (ist im Datensatz nicht vorhanden)

#### Hydrography

- StandingWater und Watercourse sind ebenfalls fast entlang der gesamten Grenze harmonisiert.

Der Vorschlag (siehe Abschnitt 4.3.1) die Lage eines Objektes im Zuge einer Fortführung erst ab Überschreiten einer definierten Toleranzdistanz (z.B. 0,5 m) geometrisch zu harmonisieren wird ausdrücklich unterstützt. Das Ziel einer absoluten Punktidentität (mm) bleibt davon unberührt.

#### Durchgeführte Harmonisierungsarbeiten in Bayern:

Die Behördenverlagerung in Bayern bindet in Verbindung mit dem Aufbau eines neuen und jungen Personals vehement Kräfte. In Folge dessen konnten nur ausgewählte Objekte bearbeitet werden:

#### Transport Networks

- RoadLink, RailwayLink mit Einschränkungen

#### Hydrography

- StandingWater und Watercourse: befinden sich noch in einer konzeptionellen Phase

### **4.3.3 Grenze Schweiz/Liechtenstein – Österreich**

Aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern wurde die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein nicht wiederaufgenommen.

## **4.4 Nicht bearbeitete Inhalte**

Folgende Objekte wurden nicht harmonisiert:

#### Buildings

- Bauwerke im Gewässerbereich (siehe Anlage Bilder 16-35) die semantische Modellierungen im OK Basis-DLM bzw. swissTLM<sup>3D</sup> sind unterschiedlich
- Grenzüberschreitende Gebäude des Liegenschaftskatasters (siehe Anlage Bilder 36-47)

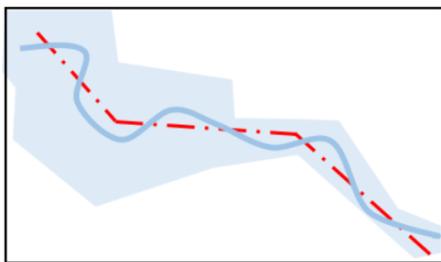
## 5 Ausgewählte Problematiken und Lösungen

### 5.1 Gewässernetz

Für eine Harmonisierung stellt das Gewässernetz die komplexesten Herausforderungen an die Bearbeitung, da Grenzen häufig entlang von oder in Gewässern (Bach, Fluss, See) verlaufen, oder diese rechtlich die Grenze definieren. Die topographische Erfassung der Gewässer erfolgt jedoch nach tatsächlichen Gegebenheiten. Rechtliche Änderungen (Überflutung und Verlandung) werden dabei nicht berücksichtigt. Daher kann es vorkommen, dass hier bzgl. der Geometrien die rechtliche und tatsächliche Situation nicht übereinstimmen.

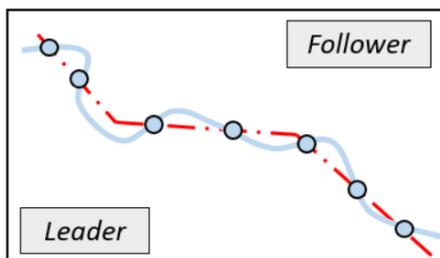
Folgende drei Fälle können identifiziert und unterschieden werden:

**Fall 1:** In flächenhaft modellierten Gewässern (Flüsse und Seen) wird zum Erhalt der hydrologischen Topologie in den Landschaftsmodellen eine fiktive Gewässerachse erfasst.



Lösung: Die Geometrie der Gewässerachsen wird auf die Grenzgeometrie harmonisiert.

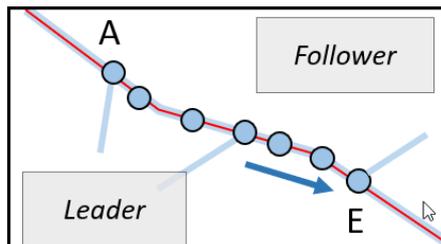
**Fall 2.** Der Verlauf des Gewässers definiert die Grenze (Grenzgewässer). Der aktuelle Verlauf des Gewässers ist aber nicht mehr identisch mit dem Zustand zum Zeitpunkt der Definition des Grenzverlaufs (Talweg, Gewässerlinie).



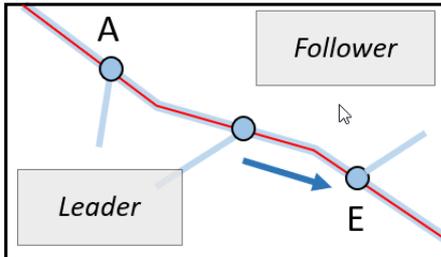
Lösung: Eine Harmonisierung der Gewässergeometrie ohne gleichzeitige Anpassung des Grenzverlaufes würde zu einer Inkonsistenz führen. Eine Verschiebung der Landesgrenze kann bei der Bearbeitung der Landschaftsdaten nicht erfolgen. Diese rechtliche Bewertung (Überflutung / Verlandung) liegt in der Zuständigkeit entsprechender Gremien (Grenzkommissionen).

Im Rahmen der Erfassungsgenauigkeit werden Anpassungen an der Gewässergeometrie durchgeführt. Bei größeren Abweichungen werden diese nur dokumentiert und es erfolgt keine Bearbeitung (siehe Abschnitt 6.3).

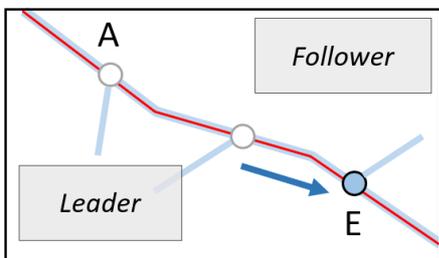
## Zu den Fällen 1 und 2:



In Bezug auf den im Abschnitt 3.1, Fall 5 «Lineare Objekte», gezeigten Sachverhalt, fällt die hohe Anzahl der berechneten Connection Points auf (wegen der unabhängig von der Grenze erfassten Gewässerachse). A und E legen den Bereich fest, in dem die Gewässergeometrie jener der Grenze entspricht respektive entsprechen sollte.

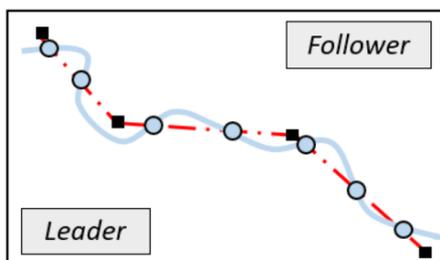


Handelt es sich um Fließgewässer (blauer Pfeil = Fließrichtung), können überzählige Connection Points (die Schnittpunkte des Grenzgewässers selbst mit der Grenze) aus swissTLM<sup>3D</sup> automatisiert entfernt werden, in dem pro Gewässerobjekt neben den durch die einmündenden Gewässer generierten nur der oberste (A) und unterste Connection Point (E) geliefert werden.

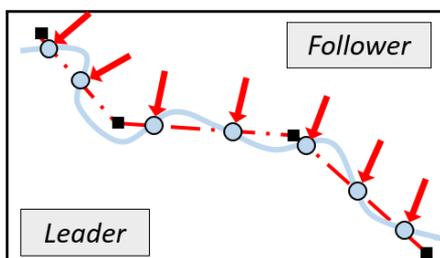


Connection Points, die durch Einmündungen auf Seite des Leader-Datensatzes entstehen, kann der Follower ignorieren (Fall 1 in 3.1.1 „Lineare Objekte“), da es von seiner Seite kein korrespondierendes Objekt gibt.

**Fall 3.** Das Gewässer mäandriert über die Grenze. Die Grenze ist fest vermarktet und zwischen den Grenzzeichen als «geradlinig» definiert.



Lösung: Das Gewässer wird abschnittsweise (je von CP zu CP) auf der entsprechenden Grenzseite geführt, respektive auf der anderen Seite der Grenze gelöscht. Ein Gesamtverlauf entsteht dann durch Kombination aus zwei an der Grenze geklippten Geodatensätzen (Leader und Follower). Anpassung der Gewässergeometrie auf die CP auf Follower-Seite (rote Pfeile).



### **Grenze Baden-Württemberg – Schweiz**

Entsprechend der gelieferten CP wurden mäandrierende Gewässer (Fall 3) seitens Baden-Württemberg im Basis-DLM bearbeitet (siehe Anlage Bild 13 und 14). Grenzgewässer (Fall 2) wurden belassen, d.h. die Gewässerachse entspricht nicht mehr der topographischen Realität. Die Überflutung bzw. Verlandung ist dokumentiert (siehe Abschnitt 6.3).

### **Grenze Österreich – Schweiz/Liechtenstein**

Bisher wurde aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein nicht wiederaufgenommen.

### **Grenze Bayern – Österreich**

Nach einer konzeptionellen Einigung wurden auf österreichischer Seite die angeführten Bearbeitungen durchgeführt.

Im Fall 1 wurde die Gewässerachse dem Grenzverlauf innerhalb des Flussbettes angepasst.

Im Fall 2 wurde die Gewässerachse auf die geometrische Lage der Grenze korrigiert, sofern sich die Grenzlinie innerhalb des Flussbettes befindet. Bei größeren Abweichungen waren für Lagekorrekturen Orthofoto- bzw. Laserscan-Daten maßgeblich, die dadurch unvermeidlichen Grenzquerungen sind von bayrischer Seite noch zu berücksichtigen. Die abweichenden Gewässerabschnitte (derzeit 211 Fälle) wurden darüber hinaus in einer Übersicht erfasst, um in späterer Folge einer Lösung zugeführt zu werden (Grenzkommision).

## **5.2 Verkehrsnetz**

### **5.2.1 Straßen und Eisenbahnen**

Straßen und Eisenbahnen verlaufen in der Regel eindeutig in Land A oder in Land B. Für den Fall, dass modellierungsbedingt eine unterschiedliche Anzahl an Objekten an der Grenze aufeinandertreffen, werden die vom Leader generierten Connection Points angehalten und der Follower verschiebt (bzw. ergänzt zusätzliche, fiktive Geometrielemente) seine Objekte dahingehend, dass die Teilobjekte beidseits der Grenze sich semantisch korrekt entsprechen. Diese Vorgehensweise wird bei n:n Beziehungen (Modellierung von Straßen) und n:m Beziehungen (Eisenbahn) angewandt (siehe Anlage Bild 48).

#### Straßen

Die geometrische Modellierung der Trassenachse unterscheidet sich in den Datenmodellen. Die Achse wird im swissTLM<sup>3D</sup> am linken Fahrbahnrand, in den Datenmodellen DLM/Basis-DLM auf der Mittelachse erfasst. Die Harmonisierung erfolgt dabei nach Abschnitt 3.2 „Lineare Objekte - Fall 2“.

#### Eisenbahnen

Bei der semantischen Modellierung der Eisenbahnen werden im swissTLM3D die einzelnen Gleisachsen erfasst, aber keine Streckenachse. Das Basis-DLM dagegen modelliert die Streckenachse als ein Objekt AX\_Bahnstrecke (unabhängig von der Anzahl der Gleise). Bei zwei- und mehrgleisigen müssen daher Lösungen gemäß Abschnitt 3.2 „Lineare Objekte. Fall 4“ angewendet werden (siehe Anlage Bild 48).

### **Grenzabschnitt Baden-Württemberg – Schweiz**

Entsprechend der gelieferten CP wurden die Geometrien seitens Baden-Württemberg im Basis-DLM bearbeitet (siehe Abschnitt 3.2):

- Straßen entsprechend Fall 2 (siehe Anlage Bild 1 bis 3)
- Eisenbahnen entsprechend Fall 4 (siehe Anlage Bild 7 bis 9)

### **Grenzabschnitt Österreich – Schweiz/Liechtenstein**

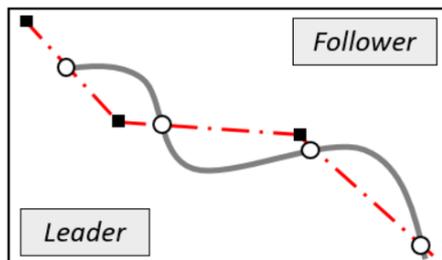
Bisher wurde aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein nicht wiederaufgenommen.

### **Grenzabschnitt Bayern – Österreich**

Der Harmonisierungsprozess ist in Bayern innerhalb des Projektgebietes, in Österreich entlang des gesamten Grenzverlaufs abgeschlossen. Die wenigen Fälle grenzüberschreitender Bahnlinien (Erfassung der Streckenachse) waren problemlos zu lösen.

#### **5.2.2 Wege**

Eine ähnliche Problemstellung wie bei mäandrierenden Gewässern findet sich auch bei Wegen (siehe Anlage Bild 10). Das typische Beispiel ist ein Bergweg entlang eines Grates, auf dem auch die Grenze verläuft. Während letztere dann z.B. als „Grat“ oder „Wasserscheide“ festgelegt ist, wird der Weg topographisch bewertet und erfasst. Er wird im Gegensatz zur Grenze meist auch nicht exakt dem Grat folgen. Das bedeutet, dass auch in diesem Fall alle CP zu bearbeiten sind. Dies entspricht Fall 3 unter dem Abschnitt 5.3. „Gewässernetz“.



### **Grenzabschnitt Baden-Württemberg – Schweiz**

Entsprechend der gelieferten CP wurden grenzüberschreitende Wege seitens Baden-Württemberg im Basis-DLM wie mäandrierende Gewässer bearbeitet.

### **Grenzabschnitt Österreich – Schweiz/Liechtenstein**

Bisher wurde aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein nicht wiederaufgenommen.

### **Grenzabschnitt Bayern – Österreich**

Von Österreich wurden die Wege entlang des gesamten Grenzverlaufs bearbeitet. Auf bayerischer Seite wurden die Wege im Projektgebiet Bodensee-Geodatenpool bearbeitet.

## 6 Ergebnisse und Ausblick

### 6.1 Einrichtung eines Wirkbetriebs

Ein Wirkbetrieb muss aufgrund der individuellen Rahmenbedingungen bilateral für jeden einzelnen Grenzabschnitt festgelegt werden.

#### Grenzabschnitt Baden-Württemberg – Schweiz

Für die Themen RoadLink, RailwayLink, WaterwayLink, WatercourseLink und StandingWater wurde prototypisch eine Erstbearbeitung und eine Fortführung für die Datensätze swissTLM<sup>3D</sup> und Basis-DLM bearbeitet. Der Wirkbetrieb soll folgendermaßen aussehen:

Zu einem festgelegten Datum liefert der Leader die Liste der Connection Points bei der Erstbearbeitung vollständig, bei späteren Fortführungen nur noch die Connection Points, deren Lage sich seit der letzten Berechnung verändert haben (siehe Vorschlag unter 4.3.1). Danach passt der Follower die Geometrie seiner Objekte seines Landschaftsmodells an die Connection Points des Leaders an. Strittige Fälle werden bilateral geklärt und die Vorgehensweise abgestimmt. Nach Abschluss der Fortführungsarbeiten durch den Follower stellt der Leader einen grenzscharfen Datenbestand zur Verfügung.

#### Grenzabschnitt Österreich – Schweiz/Liechtenstein

Aufgrund des noch laufenden Harmonisierungsprozesses mit Bayern wurde die vorerst gestoppte Harmonisierung mit Schweiz/Liechtenstein noch nicht wiederaufgenommen.

#### Grenzabschnitt Bayern – Österreich

Da ein Ende der Erstharmoisierung derzeit noch nicht absehbar ist, zu manchen INSPIRE-Themen auf bayrischer Seite die Harmonisierung noch nicht einmal begonnen wurde, ist derzeit keine Aussage über die Einrichtung eines Wirkbetriebs möglich.

### 6.2 Datenbereitstellung

Für die grenzüberschreitende Nutzung der Daten durch Dritte muss die Bereitstellung grenzscharf erfolgen, um Redundanzen und Überlagerungen von Objekten zu vermeiden. In nationalen Datenhaltung werden aus verschiedenen Gründen Daten auch über die Landesgrenze hinausgeführt, um z.B. topologische Netze zu erhalten (siehe Beispiel Gewässernetz der Schweiz), oder die Daten werden zur Vollständigkeit von Objekten (z.B. Rhein, Brücken, Wehre) bereits national in einem Grenzsäum über die Landesgrenze hinweg geführt. Diese müssen an der Landesgrenze gekappt werden.

#### 6.2.1 Landschaftsmodelle

Vorgesehen ist folgende Bereitstellung / Verfügbarkeit harmonisierter Landschaftsmodelle

- **Österreich:** als grenzscharfer originären Datenbestand (DLM) und als INSPIRE-Daten
- **Baden-Württemberg:** als grenzscharfer originären Datenbestand (Basis-DLM) und als INSPIRE-Daten
- **Bayern:** als grenzscharfer originären Datenbestand (Basis-DLM) und als INSPIRE-Daten
- **Schweiz:** Der originäre Datenbestand (swissTLM<sup>3D</sup>) wird nicht grenzscharf beschnitten. Daher muss für die Nutzung der harmonisierten Geodaten ein Sekundärdatenbestand (grenzscharfes Shape) bereitgestellt werden. Dieser ist per Link

auf einen Downloadbereich bei swisstopo auf der Homepage des Bodensee-Geodatenpools verfügbar.

### 6.2.2 Verknüpfungstabellen (Network Connection Table, NCT)

Ergänzend zur Verknüpfung grenzüberschreitender Objekte durch eine exakte geometrische Harmonisierung (mm) wird in einer NCT dokumentiert, welche Objekte (ID) an welchem CP miteinander verknüpft sind. Dadurch sind auch semantische Mehrfach-Verbindungen an den CP identifizierbar und dokumentiert.

Eine NCT hat weiterhin den Vorteil, dass die geometrisch exakte Harmonisierung der Objekte nicht zeitnah oder nur im Rahmen einer Toleranz erfolgen kann. wenn sich z.B. die Koordinaten eines CP seit der letzten Berechnung zwar geändert haben, diese Abweichung aber unter einer erfassungsabhängigen Eingriffsschwelle liegt, müssen die Geometrien der Grenzobjekte nicht mit hohem (interaktivem) Aufwand zusammengeführt werden. Die NCT ermöglicht die Verbindung der betroffenen Objekte im GIS auch ohne geometriescharfe Identität mittels einer objektgesteuerten ID-Verknüpfung. Damit stehen für GIS Anwendungen Referenztabelle zur Automation (Topologische Beziehung, Snapping) zur Verfügung. Die NCT werden auf Grundlage der vorhandenen CP-Listen erstellt, indem der Follower seine Objekt-ID in der Tabelle einträgt.

Für jedes (harmonisierte) INSPIRE-Thema wird auf der HOMEPAGE [www.bodensee-geodatenpool.net](http://www.bodensee-geodatenpool.net) eine NCT-Tabelle zum Download bereitgestellt.

#### Beispiel für eine NCT:

Thema: Verkehr, „RoadLink“ hier: CP: {941F8BB0-A38C-47CD-A798-79276718487D}.1  
 Jedem Geometrieknoten (Connection PointID) sind die zugehörigen Objekte aus dem Land 1 (hier TLM-ID) und dem Land 2 (hier Basis-DLM\_ID) tabellarisch zugeordnet (gelb markiert)

| 1   | Connection Point ID                      | EAST_ETRS83 | NORTH_ETRS83 | tlm_ico | TLM_Objekt ID (Schweiz)                | Basis-DLM ID - 1. Objekt |
|-----|--|-------------|--------------|---------|--|--------------------------|
| 664 | {F2B2EEA6-5426-4F31-859C-12D3B882040B}.1 | 455782,815  | 5279528,102  | CH#DE   | {F2B2EEA6-5426-4F31-859C-12D3B882040B} | DEBWB0010001dpPM         |
| 665 | {6085AFBA-FFBB-46B8-AA9A-45C304464669}.1 | 455505,005  | 5280598,696  | CH#DE   | {6085AFBA-FFBB-46B8-AA9A-45C304464669} | DEBWB0010001hmOz         |
| 666 | {1B48118D-DAFC-4EDC-BA88-DB99EE620A5A}.1 | 455416,048  | 5280387,056  | CH#DE   | {1B48118D-DAFC-4EDC-BA88-DB99EE620A5A} | DEBWB0010000NJK          |
| 667 | {F9D89B06-5008-4A2D-9CA2-7ABA79347267}.1 | 455571,211  | 5280709,222  | CH#DE   | {F9D89B06-5008-4A2D-9CA2-7ABA79347267} | DEBWB0010001dpPX         |
| 668 | {07ACABA3-79FD-443F-99CD-03F3E0950055}.1 | 512729,198  | 5278098,232  | CH#DE   | {07ACABA3-79FD-443F-99CD-03F3E0950055} | DEBWB0010000t4AX         |
| 669 | {BF255418-41EA-4A07-918F-5D491B8D9FD3}.1 | 512113,066  | 5278728,844  | CH#DE   | {BF255418-41EA-4A07-918F-5D491B8D9FD3} | DEBWB0010000Tcnv         |
| 670 | {2648AB7D-EE11-4C22-A6FF-AEAC9AE9944F}.1 | 512139,682  | 5278704,878  | CH#DE   | {2648AB7D-EE11-4C22-A6FF-AEAC9AE9944F} | DEBWB0010001h47j         |
| 671 | {73972F76-1FD5-4333-B87F-F710ADF680CB}.1 | 512159,196  | 5278684,400  | CH#DE   | {73972F76-1FD5-4333-B87F-F710ADF680CB} | DEBWB0010001d5GV         |
| 672 | {734B1ACC-71F9-432D-BF93-1B80224E5454}.1 | 512116,954  | 5278725,343  | CH#DE   | {734B1ACC-71F9-432D-BF93-1B80224E5454} | DEBWB00100005CIZ         |
| 673 | {CE1EF66E-A355-4AD8-B765-32FF60658C1E}.1 | 513387,742  | 5277966,851  | CH#DE   | {CE1EF66E-A355-4AD8-B765-32FF60658C1E} | DEBWB00100010smv         |
| 674 | {1B0C0BF1-4250-413E-AEB3-AE0EEDD82AD9}.1 | 513172,232  | 5278055,282  | CH#DE   | {1B0C0BF1-4250-413E-AEB3-AE0EEDD82AD9} | DEBWB00100015D0V         |
| 675 | {941F8BB0-A38C-47CD-A798-79276718487D}.1 | 513319,303  | 5277961,519  | CH#DE   | {941F8BB0-A38C-47CD-A798-79276718487D} | DEBWB0010000i51S         |
| 676 | {87F5D453-4C85-40F7-8185-93BBBCE81946}.1 | 513178,984  | 5278049,593  | CH#DE   | {87F5D453-4C85-40F7-8185-93BBBCE81946} | DEBWB00100015D14         |
| 677 | {067B9087-6BF2-4657-8CC5-61C389E0FD4C}.1 | 513646,670  | 5278075,922  | CH#DE   | {067B9087-6BF2-4657-8CC5-61C389E0FD4C} | DEBWB0010001d5GI         |
| 678 | {4A9A3BDF-9956-4A24-8914-D05D8D3DBAFC}.1 | 490696,416  | 5278603,452  | CH#DE   | {4A9A3BDF-9956-4A24-8914-D05D8D3DBAFC} | DEBWB0010001djdO         |
| 679 | {56B5CC70-A0AD-40A0-99F4-D69DB558093F}.1 | 474427,141  | 5293370,880  | CH#DE   | {56B5CC70-A0AD-40A0-99F4-D69DB558093F} | DEBWB00100017acV         |
| 680 | {46B826D5-551B-4508-8AFC-35D6D63C1342}.1 | 473757,092  | 5291882,506  | CH#DE   | {46B826D5-551B-4508-8AFC-35D6D63C1342} | DEBWB0010000KfIE         |
| 681 | {E6836CF1-E004-42EA-9F46-374BA0D0C0D6}.1 | 473641,181  | 5291328,792  | CH#DE   | {E6836CF1-E004-42EA-9F46-374BA0D0C0D6} | DEBWB0010001hdOz         |
| 682 | {A26E17C2-8898-4200-9FD5-506340C74AE5}.1 | 473703,556  | 5293573,715  | CH#DE   | {A26E17C2-8898-4200-9FD5-506340C74AE5} | DEBWB0010000GBOV         |
| 683 | {C059CB7C-A7DF-47AE-92FA-2C61A966BC64}.1 | 473777,705  | 5290900,783  | CH#DE   | {C059CB7C-A7DF-47AE-92FA-2C61A966BC64} | DEBWB0010001doRz         |
| 684 | {D114A6E6-5E67-42CB-9009-C698C54FC844}.1 | 478041,468  | 5290074,897  | CH#DE   | {D114A6E6-5E67-42CB-9009-C698C54FC844} | DEBWB0010001cgLY         |
| 685 | {241EE649-8A38-40D7-8753-04DDDF75204C}.1 | 473452,751  | 5292853,079  | CH#DE   | {241EE649-8A38-40D7-8753-04DDDF75204C} | DEBWB0010001doSa         |
| 686 | {2991E3B0-3D8E-44B0-B4DA-72CA64B171F2}.1 | 473532,864  | 5293367,169  | CH#DE   | {2991E3B0-3D8E-44B0-B4DA-72CA64B171F2} | DEBWB0010000GRHG         |

### 6.3 Information an originär datenhaltende Stellen

Die Vermessungsverwaltungen stellen ihre Erkenntnisse aus diesem Projekt den originär zuständigen Organisationen (Grenzkommissionen, katasterführende Stellen) zur weiteren Klärung / Entscheidung zur Verfügung.

Beispiele für Gebäude (siehe Anlage Bilder 36 bis 47).

Beispiele für Grenzgewässer (siehe Anlage Bilder 49+50)