

Landesvermessung LV95 : Übersicht und Stand des Projektes

Autor(en): **Signer, T.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **100 (2002)**

Heft 1

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-235865>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Landesvermessung LV95: Übersicht und Stand des Projektes

Über die Zielsetzung der Landesvermessung LV95 und einen Zwischenstand der Arbeiten wurde bereits früher berichtet. Der vorliegende Artikel soll eine Gesamtübersicht über das Projekt geben und den aktuellen Stand der Arbeiten beschreiben.

Le but de la mensuration nationale MN95 ainsi qu'un rapport intermédiaire sur l'avancement des travaux ont déjà été publiés précédemment [1,2]. L'article ci-dessous décrit une vue d'ensemble du projet et reflète l'état actuel d'avancement des travaux.

In passato si sono già pubblicati lo scopo della misurazione nazionale MN95 e il rapporto intermedio sull'avanzamento dei lavori. Quest'articolo intende fornire una visione d'insieme sul progetto e descrivere lo stato attuale dei lavori.

Th. Signer

1. Einleitung

Die neuen Techniken, insbesondere GPS, haben anfang der 80er Jahre zu grundlegenden Neuerungen geführt. Nicht nur in der Schweiz, sondern in praktisch allen europäischen Ländern wurde die Landesvermessung auf eine neue Basis gestellt. Die L+T hat Mitte der 80er Jahre mit dem Aufbau der neuen Landesvermessung LV95 begonnen. Diese umfasst folgende Elemente:

- Systemdefinition (CHTRS95, CH1903+)
- Bezugsrahmen (GPS-Netz LV95 inkl. AGNES, Landeshöhennetz LHN95)
- Geoidmodell CHGE098
- Transformationen (LV03 ↔ LV95, LN02 ↔ LHN95).

Der vorliegende Bericht gibt einen aktualisierten Überblick über die Teilprojekte und den Stand der Arbeiten.

Dieser Artikel ist eine Zusammenfassung eines Vortrages im Rahmen der Weiterbildungstagung «Neue Referenzrahmen und Koordinatentransformationen in der Geomatik» vom 10./11. Oktober 2001. Der Tagungsband (deutsch und französisch) ist erhältlich beim Institut für Geomatik der EPFL.

2. Das Bezugssystem der Landesvermessung LV95

Um sowohl den wissenschaftlichen Bedürfnissen wie auch der Amtlichen Vermessung und deren Benützern gerecht zu werden, wird der Landesvermessung LV95 eine duale Systemwahl zugrunde gelegt [3,4]:

- *global gelagertes System CHTRS95* mit kinematischem Modell; identisch mit ETRS89 (1993.0); Verwendung in der

Wissenschaft und grossen Ingenieurprojekten

- *lokal gelagertes System CH1903+*, abgeleitet von CHTRS95 über eine reguläre Transformation (3 Translationen); Verwendung in der AV und deren Benützern.

Die Systeme CHTRS95 und CH1903+ sind parallel und weisen den gleichen Massstab auf (vgl. Abb. 2).

Unterschied zwischen CH1903 und CH1903+

Wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, ist der Unterschied zwischen dem heutigen und dem neuen Bezugssystem sehr klein. Das Plus-Zeichen soll signalisieren, dass das alte Bezugssystem CH1903 lediglich einer Erneuerung unterzogen wurde:

- Es gelten die gleichen Systemdefinitionen (Ellipsoid, Koordinatennullpunkt), welche aber rechnerisch auf den neuen Fundamentalpunkt (Sternwarte Zimmerwald) umgelegt wurden.
- Im Gegensatz zu CH1903 ist CH1903+ streng von den globalen Bezugssystemen abgeleitet (vgl. Abb. 1).
- Zur klaren Unterscheidung der Koordinaten wurden beim System CH1903+ die Bezeichnungen E (anstatt y) und N (anstatt x) sowie künstliche Koordinatenshifts von 2 Mio (E-Wert) und 1 Mio (N-Wert) eingeführt (vgl. Abb. 3).

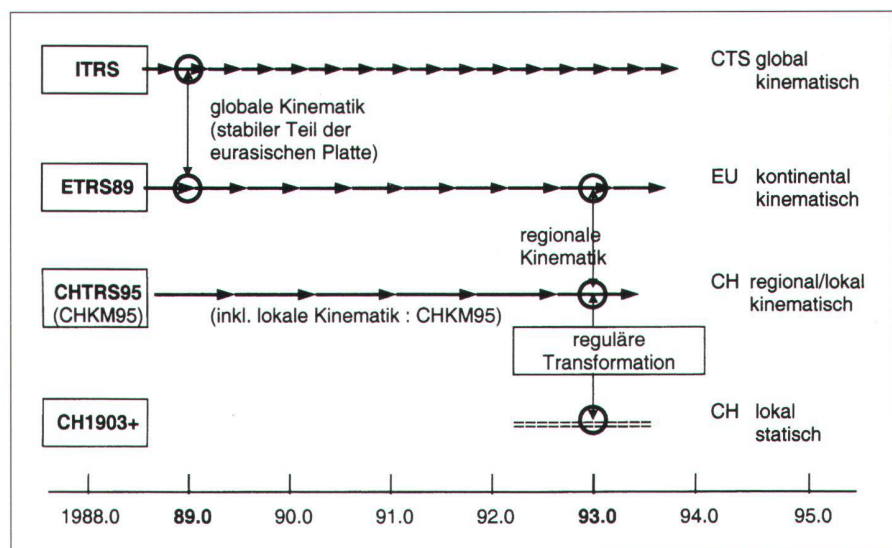


Abb. 1: Dynamische und statische Bezugssysteme.

	CH1903+ → CHTRS95 LV95 CHTRF95	CHTRS95 → CH1903+ CHTRF95 LV95
Geozentrische Koordinaten	DX = + 674.374 m DY = + 15.056 m DZ = + 405.346 m	DX = - 674.374 m DY = - 15.056 m DZ = - 405.346 m

Abb. 2: Transformationsparameter (LV95-Parameter).

Bezeichnungen und Schreibweisen	Bisher	Erneuert
System:	CH1903	CH1903+
Rahmen:	LV03	LV95
Schweiz. Landeskoordinaten (Kartenprojektion): (Beispiel Zimmerwald)	$y = 602\,030.68\text{ m}$ $x = 191\,775.03\text{ m}$	$E = 2\,602\,030.74\text{ m}$ $N = 1\,191\,775.03\text{ m}$

Abb. 3: Bezeichnungen und «Nullpunkte» bei den Bezugssystemen CH1903 und CH1903+.

3. Bezugsrahmen LV95

Die Realisierung eines Bezugssystems über materialisierte Punkte wird als Bezugsrahmen bezeichnet. Bei der LV03 sind dies die Triangulationspunkte 1.–3. Ordnung. Bei der LV95 sind dies das GPS-Netz LV95 und das Automatische GPS-Netz Schweiz (AGNES).

GPS-Netz LV95

Das GPS-Netz LV95 wurde seit 1989 etappenweise aufgebaut und wird Ende 2001 abgeschlossen sein (vgl. Abb. 4):

- 1989–1994: Hauptnetz von 104 Punkten (LV95-HP) mit verschiedenen Messkampagnen
- 1994–2001: Ergänzung des Hauptnetzes mit Verdichtungspunkten (LV95-VP) in verschiedenen Messkampagnen.

Die Verdichtung erfolgte aufgrund der Bedürfnisse und in Berücksichtigung der laufenden technischen Entwicklung (z.B. AGNES), weshalb die Punktverteilung im Gegensatz zu den Hauptpunkten nicht mehr homogen ist.

Automatisches GPS-Netz Schweiz (AGNES)

Das automatische GPS-Netz Schweiz (AGNES) ist eine Ergänzung bzw. Weiterentwicklung des GPS-Netzes LV95. Es dient in erster Linie dazu, den Bezugs-

rahmen LV95 aktiv durch permanent betriebene GPS Stationen zur Verfügung zu stellen. Die Stabilität des AGNES-Netzes wird vom Auswertezentrum der L+T durch tägliche Netzwerklösungen überwacht. Unter Stabilität wird sowohl die materielle Stabilität als auch die Funktionalität verstanden. Für tektonische Untersuchungen werden bei den Stationen soweit möglich zusätzliche lokale Rückversicherungen erstellt.

Die Messdaten können über Internet für post-processing Anwendungen bezogen

werden. In Echtzeit stehen sie über den Positionierungsdienst *swipos* – GIS/GEO zur Verfügung.

4. Landeshöhennetz LHN95

Das Landeshöhennetz LHN95 weist folgende Hauptmerkmale auf:

- Die Fixpunkte und der Linienverlauf sind im Wesentlichen identisch mit dem Landesnivellement (LN). Dies im Gegensatz zum GPS-Netz LV95, wo alle Punkte neu erstellt wurden.
- Der Höhenbezugsrahmen LHN95 weist folgende Eigenschaft [5] auf:
 $H_{\text{orth}}(\text{LHN95}) = h_{\text{ellips.}}(\text{LV95}) + N_{\text{Geoid}}$
- Die Höhen entstehen durch Neuberechnung der seit Beginn des 20. Jahrhunderts im Landesnivellement erhobenen Messungen unter Verwendung der Schweremessungen und Ableitung von orthometrischen Höhen. Die Neuberechnung erfolgt als kinematische Ausgleichung, d.h. unter Berücksichtigung der Alpenhebung.

Auf das Landeshöhennetz LHN95 sowie den Übergang LN02 ↔ LHN95 wird in einem separaten Bericht [6] noch detaillierter eingegangen.

5. Geoidmodell CHGEO98

Mit der GPS-Messmethode hat die Transformation zwischen den geometrischen,

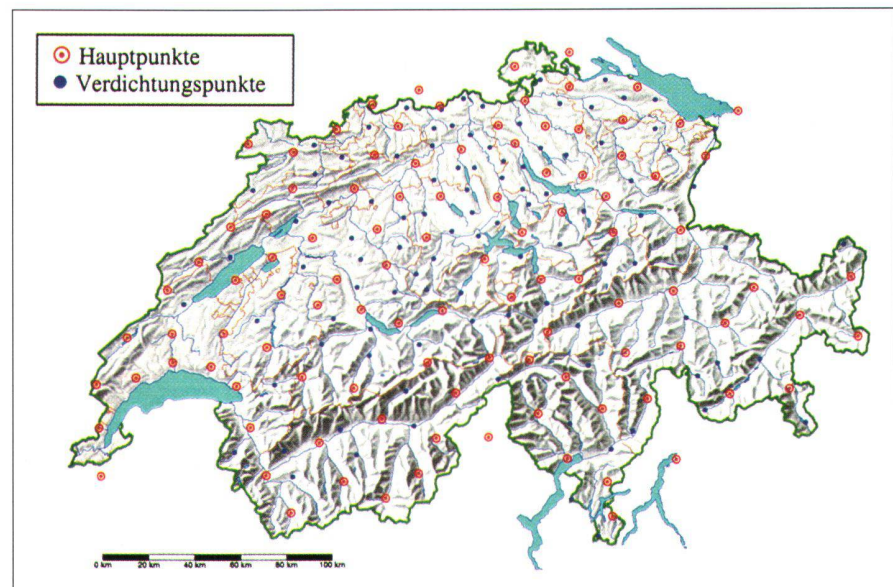


Abb. 4: GPS-Netz LV95 (Haupt- und Verdichtungspunkte), Endzustand 2001.

ellipsoidischen Höhen, wie sie aus GPS erhalten werden, und den orthometrischen Höhen, wie sie mit klassischen Vermessungsmethoden (Nivellement, Höhenwinkel) bestimmt werden, stark an Bedeutung gewonnen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom «magischen Dreieck» der modernen Höhenbestimmung (vgl. Abb. 6).

Das GPS-Netz LV95, die orthometrischen Höhen aus LHN95 und das Geoid CHGEO98 sollen eine «Einheit» sein.

Seit dem 1. Okt. 1998 ist das Geoidmodell CHGEO98 [7] das offizielle Geoid der Schweiz und ersetzt das frühere Geoid von Gurtner. Das Geoidmodell CHGEO98 beruht auf wesentlich mehr Stützpunkten als das Geoid von Gurtner und ist deshalb um einiges genauer. Es wird daher empfohlen, CHGEO98 auch bei Arbeiten in LV03 / LN02 zu verwenden.

Das Geoidmodell ist als Rastermodell in den meisten in der Schweiz verwendeten GPS-Empfängern implementiert. Es kann aber auch als PC-Applikation bei der L+T gekauft werden.

6. Bezug zwischen den Bezugsrahmen LV03 und LV95

Koordinatenunterschiede zwischen LV03 und LV95

Auf Stufe Landesvermessung ist der Bezug zwischen den Bezugsrahmen LV03 und LV95 über die Triangulationspunkte 1. und 2. Ordnung erstellt. Im Rahmen der Diagnoseausgleichung 95 (DIA95) [8] wurden für diese Punkte auch Koordinaten im Bezugsrahmen LV95 bestimmt. Für 125 Punkte wurde der Anschluss ans GPS-Netz LV95 mit neuen Messungen erstellt, während die übrigen 110 Punkte mit den alten Originalmessungen in den neuen Bezugsrahmen eingerechnet wurden. Die Koordinatendifferenzen (nach Abzug der künstlichen Koordinatenshifts [2 Mio/1 Mio] von LV95) sind in Abbildung 7 dargestellt. Entsprechend der Definition der Bezugsrahmen sind die Differenzen in Zimmerwald (Fundamentalpunkt) Null und steigen mit zunehmender Entfernung bis auf max. 1.5 m an (vgl. Abb. 7).

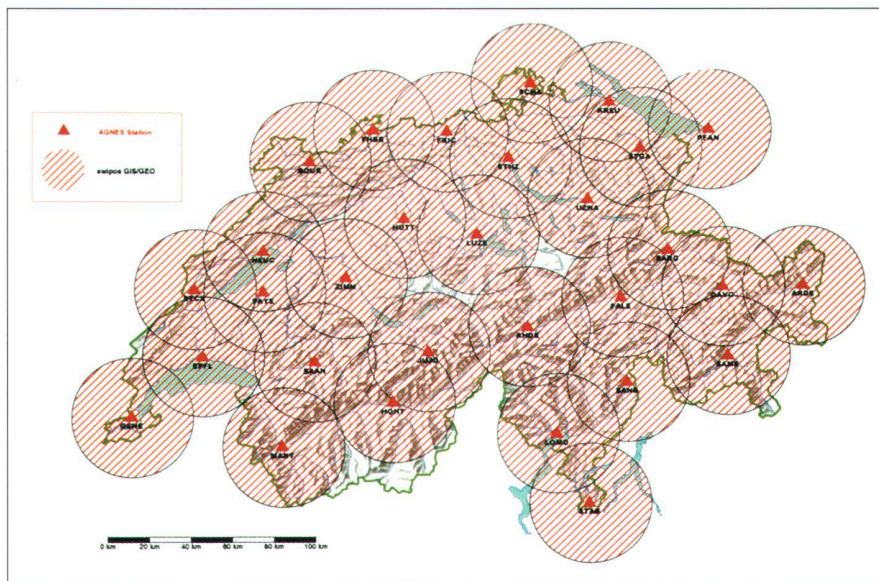


Abb. 5: AGNES, Endausbau 2001.

Sie sind zu einem grossen Teil systematisch (Massstab und Verdrehung), sind aber auch durch lokale Inhomogenitäten überlagert [9].

Die Transformation LV03 ↔ LV95

Die Frage nach dem Vorgehen beim Übergang vom bisherigen Bezugsrahmen LV03 auf den neuen Bezugsrahmen LV95 ist von zentraler Bedeutung. Idealerweise würden alle Koordinaten im neuen Bezugsrahmen über Messungen neu bestimmt. Aus wirtschaftlichen, organisatorischen, aber auch technischen Gründen kann dieses Verfahren nicht in Betracht gezogen werden. Gesucht ist deshalb ein Transformationsverfahren, das die Idealösung approximieren, die organisatorischen Randbedingungen einhalten und dennoch mit möglichst wenig Aufwand berechnet werden kann.

Für die Transformation werden folgende *mathematischen Eigenschaften* gefordert:

- Die Transformation muss stetig sein, d.h. Punkte in unmittelbarer Nachbarschaft müssen gleich transformiert werden.
- Die Berechnung muss umkehrbar sein, d.h. in beiden Richtungen stattfinden können (LV03 ↔ LV95) und immer die gleichen Werte liefern.
- Die Transformationsstützpunkte (TSP)

müssen genau die Sollkoordinaten erhalten.

In Anbetracht der föderalistischen Struktur der Schweiz und der unterschiedlichsten Daten muss die Transformation LV03 ↔ LV95 sowohl räumlich wie auch zeitlich etappiert werden können. Daraus ergeben sich folgende *organisatorischen Anforderungen*:

- Die Bestimmung der Stützpunkte muss gebietsweise stattfinden können, um die Transformation in Etappen zu ermöglichen.
- Punktverdichtungen oder Verbesserungen in einem Gebiet dürfen die Transformation in anderen Gebieten nicht beeinflussen.
- Die Berechnung muss einfach sein und wenig Rechenaufwand verursachen (PC).

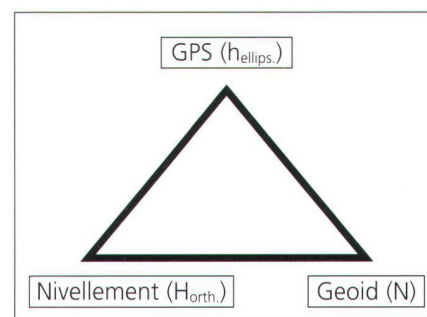


Abb. 6: Magisches Dreieck der Höhenbestimmung.

Die vorher erwähnten Anforderungen werden durch eine affine Transformation mit finiten Elementen erfüllt. Das entsprechende Programm heisst FINELTRA [10] und wurde vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ (IGP) im Auftrag der Landestopographie entwickelt. Die ganze Schweiz wird in Dreiecke eingeteilt. Für alle Eckpunkte (Transformationsstützpunkte) müssen genaue Koordinaten sowohl im Bezugsrahmen LV03 als auch in LV95 vorliegen. Über die drei Eckpunkte wird für jedes Dreieck eine eindeutige Abbildung (Bijektion) definiert, deren Abbildungsgleichungen durch eine lineare Funktion bestimmt sind.

Zur Zeit existiert eine Dreiecksvermaschung basierend auf den Triangulationspunkten 1. und 2. Ordnung. Diese ergibt im Mittelland eine Transformationsgenauigkeit von ca. 1 Dezimeter. Die L+T bietet diese Transformation über das Internet oder als eigenständiges Programm an. Zur Zeit laufen ebenfalls Versuche, diese Transformation on-line über den Positionierungsdienst swipos – GIS/GEO verfügbar zu machen.

Für die erhöhten Genauigkeitsanforderungen der AV und weiterer Benützer muss die Dreiecksvermaschung weiter verdichtet werden. Dies ist eine Aufgabe der Kantone, wird jedoch zentral durch den Bund koordiniert. Diese Arbeit soll bis Ende 2004 abgeschlossen sein [11].

Literatur:

- [1] Div. Autoren: Neue Landesvermessung 1995 LV95: Informationstagung. Tagungsband zu den Informationsveranstaltungen HTL beider Basel in Muttenz, ETH Zürich und EPF Lausanne, L+T, Wabern 1995.

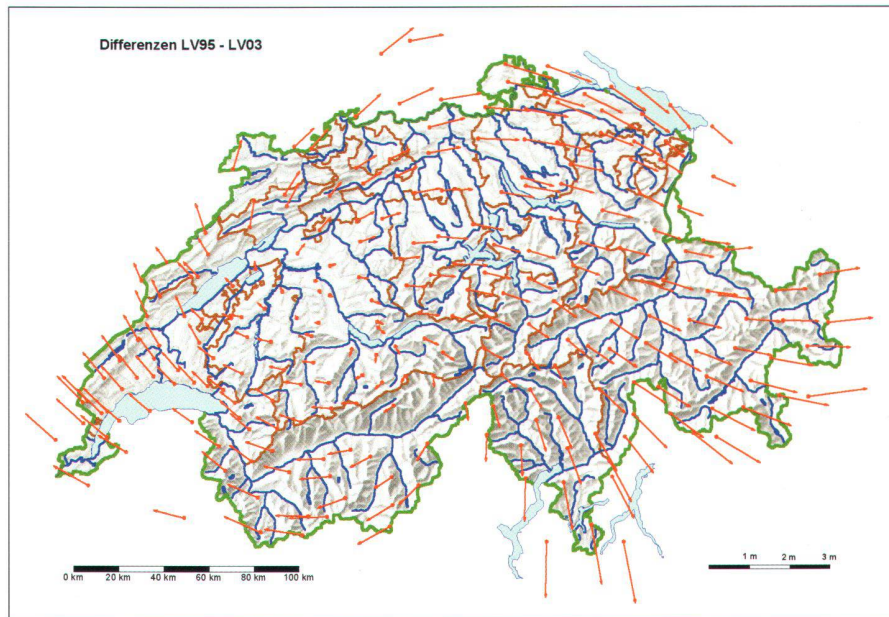


Abb. 7: Koordinatendifferenzen LV95–LV03.

- [2] E. Gubler et al: Die neue Landesvermessung der Schweiz LV95, VPK 2/96, Februar 1996.
- [3] D. Schneider, E. Gubler, U. Marti und W. Gurtner: Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz «LV95», Teil 3, Terrestrische Bezugssysteme und Bezugsrahmen. Berichte aus der L+T Nr. 8, Wabern.
- [4] U. Marti und D. Egger: Bezugssysteme in der Praxis: Geodätische Bezugssysteme und Koordinatentransformationen für den GPS-Anwender. TB 99–20, 1999.
- [5] U. Marti und A. Schlatter: Höhenreferenzsysteme und -rahmen, VPK 1/2002, Januar 2002.
- [6] A. Schlatter und U. Marti: Neues Höhen-netz der Schweiz LHN95, VPK1/2002, Januar 2002
- [7] U. Marti: Geoid der Schweiz 1997. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, 56. Band, Zürich 1997.
- [8] Th. Signer und B. Vogel: Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz «LV95», Teil 8, Gesamtausgleichung des GPS-Landesnetzes mit dem Diagnosenetz der Triangulation 1. und 2. Ordnung «DIA95». Berichte aus der L+T Nr. 14, Wabern.
- [9] Th. Signer und B. Vogel: Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz «LV95», Teil 9, GPS-Landesnetz: Verdichtung und Bezug zur bisherigen Landesvermessung, Transformation «LV95 ↔ LV03». Berichte aus der L+T Nr. 15, Wabern.
- [10] A. Carosio, M. Plazibat: Lineare Transformation mit finiten Elementen, VPK 4/95, April 1995.
- [11] F. Wicki: Landesvermessung LV95: Konsequenzen für die amtliche Vermessung und weitere raumbezogenen Daten, VPK 1/02, Januar 2002.

Thomas Signer
Bundesamt für Landestopographie
Bereich Geodäsie
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
thomas.signer@lt.admin.ch

Wandeln Sie Ihr INTERLIS-Datenmodell in ein UML-Diagramm. Oder umgekehrt. Software herunterladen, testen.

Ihr Datenmodell als Diagramm!



EISENHUT INFORMATIK

Rosenweg 14 • CH-3303 Jegenstorf • Tel 031 762 06 62 • Fax 031 762 06 64 • <http://www.eisenhutinformatik.ch>