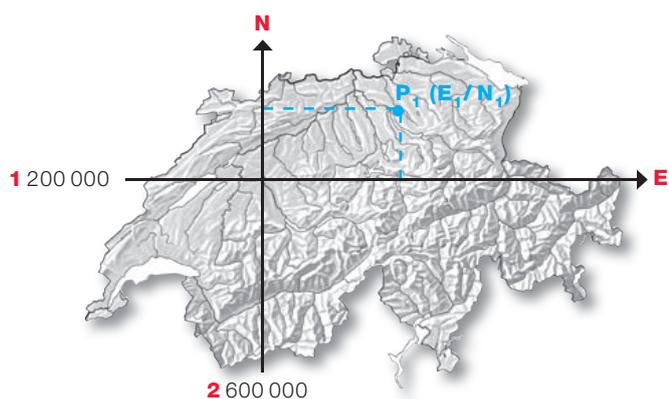




Neue Koordinaten für die Schweiz Der Bezugsrahmen LV95



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Impressum

Herausgeber:
Bundesamt für Landestopografie
Eidgenössische Vermessungsdirektion und
Geodäsie
Wabern

Fotos:
Roland Eggspühler, Luzern (Seite 8)
Fotoarchiv SBB Historic (Seite 14)
Christoph Seiler, GEOLine, Gümligen (Seite 16)

Gestaltung und Druck:
Bundesamt für Landestopografie
Wabern

Vertrieb:
Bundesamt für Landestopografie
Eidgenössische Vermessungsdirektion
Seftigenstrasse 264, Postfach
CH-3084 Wabern
infovd@swisstopo.ch

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo
ist ein Unternehmensbereich der armasuisse.

Die Publikation ist auch in Französisch
und Italienisch erhältlich.

1. Auflage, November 2006

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Was sind Bezugssystem, Projektionssystem und Bezugsrahmen?	4
Satellitengestützte Messmethoden	7
Der heutige Bezugsrahmen LV03	8
Der neue Bezugsrahmen LV95	9
Der Übergang von LV03 zu LV95	11
Wann und wie übertrage ich meine Daten?	13
Die Nutzung der Daten der amtlichen Vermessung	15
Höhen	16
Informationsplattformen	letzte Seite
Abkürzungen	letzte Seite

Vorwort



Jean-Philippe Amstein
Direktor swisstopo

Liebe Leserin, lieber Leser

Seit Urzeiten ist es dem Menschen ein Bedürfnis, sich Klarheit darüber zu verschaffen, an welchem Punkt der Erdoberfläche er sich befindet und wie er in Beziehung steht zu den ihn umgebenden Landschaftselementen wie beispielsweise Bergen, Seen und Flüssen. Die Anfänge dieser Entwicklung reichen bis ins 4. vorchristliche Jahrtausend zurück: bereits die Chaldäer entwickelten eine Frühform des Stadtplans und die alten Ägypter vermessen nach den jährlich wiederkehrenden Überschwemmungen ihre Felder, um den Pächtern jeweils gleichwertige Grundstücke zuweisen zu können. Mit der Entwicklung der Länder übergreifenden Handelsbeziehungen, auch mit den Eroberungstätigkeiten, kam die (Hochsee-)Navigation und die Kartografie zu einer eigentlichen Blüte. Heutzutage stehen uns modernste Hilfsmittel wie Satelliten und Laser für die Lagebestimmung, Orientierung und Wegweisung im Gelände zur Verfügung. Aber auch die Berechnungsmethoden sind dank Computertechnologie effizienter und vor allem einer breiten Allgemeinheit zugänglich geworden. Seit mehr als 10 Jahren wird an der Ablösung unseres altgedienten schweizerischen geografischen Bezugssystems gearbeitet, weil es den heutigen Anforderungen und technischen Möglichkeiten nicht mehr optimal gerecht wird. Dabei sind geodätische Referenzen im Gelände markiert, die Koordination mit anderen europäischen Ländern durch Anschlussmessungen sichergestellt und seit Neuestem ein schweizweit gültiger Berechnungsalgorithmus zur Überführung der amtlichen Vermessung in den neuen Bezugsrahmen dem interessierten Publikum zur Verfügung gestellt worden.

Mit der vorliegenden Broschüre möchten wir Sie als Bürgerin und Bürger, die bzw. der in verschiedenen Lebenslagen immer wieder mit einem geografischen Bezugssystem in unterschiedlicher Weise in Berührung kommt, sei dies durch Benutzung einer Wanderkarte, durch ein Navigationssystem im Auto oder als Grundeigentümerin oder Grundeigentümer direkt ansprechen. Dabei ist es uns ein Anliegen, Sie sprichwörtlich in unsere Karten schauen zu lassen, Begriffe zu erklären und die wesentlichen Elemente der neuen Landesvermessung vorzustellen. In diesem Sinne wünschen wir Ihnen bei der Lektüre viel Vergnügen. Selbstverständlich stehen Ihnen das swisstopo-Team, die kantonalen Vermessungsaufsichten wie auch die schweizerischen Ingenieur-Geometerinnen und -Geometer für weitere Fragen oder aber konkrete Hilfestellung gerne zur Verfügung.

JPhAmstein



Einleitung

Bei der regelmässigen Nachführung der amtlichen Vermessung berücksichtigt die GIS-Operateurin nun den neuen Bezugsrahmen.

Das Aufkommen satellitengestützter Messmethoden in Wissenschaft und Freizeit sowie die zunehmende Wichtigkeit grenzüberschreitender Projekte, wie beispielsweise die Einbindung der europäischen Eisenbahnen in ein übergeordnetes geografisches System, erfordern mittlerweile eine Anpassung der über hundertjährigen Grundlagen unserer Landesvermessung. Die meisten anderen europäischen Länder befinden sich gegenwärtig ebenfalls in einer Phase der Erneuerung ihrer geodätischen Grundlagen und suchen Anschluss an ein gemeinsames Bezugssystem.

Das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) hat auf der Basis modernster Messverfahren via Satelliten und mit Hilfe satellitengestützter Positionierungsdienste zwischen 1989 und 1995 eine neue Landesvermessung durchgeführt (LV95). Die gewonnenen Daten bilden die Grundlage eines neuen, an das europäische System angeschlossenen Bezugsrahmens: Er wird nach einer mehrjährigen Übergangsphase jenen der Landesvermessung von 1903 (LV03) ersetzen. Mit diesem Bezugsrahmenwechsel sind neue Koordinatenbezeichnungen und neue Koordinaten verbunden.

Wie stark Sie persönlich vom neuen Bezugsrahmen betroffen sind, hängt von der Genauigkeit der Daten ab, mit denen Sie im Alltag konfrontiert werden. Verwenden Sie eine Landeskarte, müssen Sie sich lediglich an die neuen Bezeichnungen und erhöhten Koordinatenwerte gewöhnen. Beschäftigen Sie sich jedoch mit der amtlichen Vermessung, dem Leitungskataster, der Raumplanung oder wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich der Vermessung, sind Sie von den Änderungen direkt betroffen. Die wichtigsten Informationen über den neuen Bezugsrahmen und dessen Einführung in der Schweiz erhalten Sie auf den folgenden Seiten.

Was sind Bezugssystem, Projektionssystem und Bezugsrahmen?

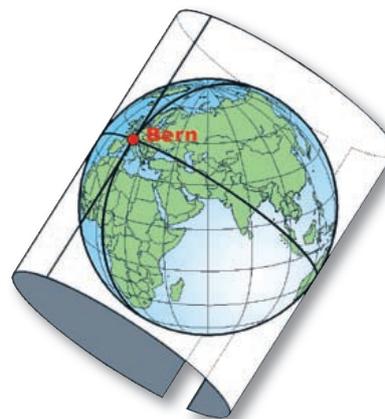
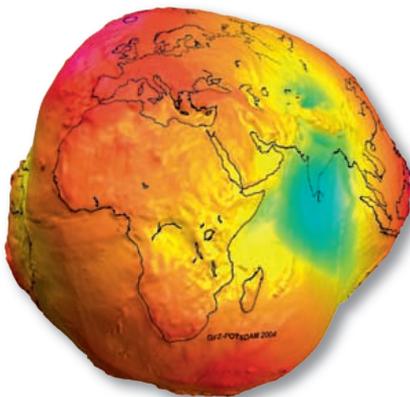
Das Bezugssystem

Die Erde hat eine sehr komplexe Form, die sich nicht als mathematische Bezugsfläche eignet. Sie wird deshalb vereinfacht als Ellipsoid mit einem geografischen Koordinatensystem dargestellt. Dieses enthält Längen, Breiten und Höhen über dem Ellipsoid. Verschiedene Länder verwenden aus praktischen und historischen Gründen unterschiedliche nationale Ellipsoide und Bezugssysteme. Das Bezugssystem definiert die Grösse, Form und Lage eines Ellipsoids. Bezüge dafür sind der Erdmittelpunkt, die Erdachse und der Nullmeridian von Greenwich. Allen Koordinaten liegt ein definiertes Bezugssystem zu Grunde. Moderne satellitengestützte Messverfahren beruhen auf weltweit anwendbaren Bezugssystemen. GPS verwendet zum Beispiel das World Geodetic System 1984 (WGS84). swisstopo hat das lokale schweizerische Bezugssystem CH1903 mit der Erneuerung der Landesvermessung neu definiert und als CH1903+ bezeichnet.

Das Projektionssystem

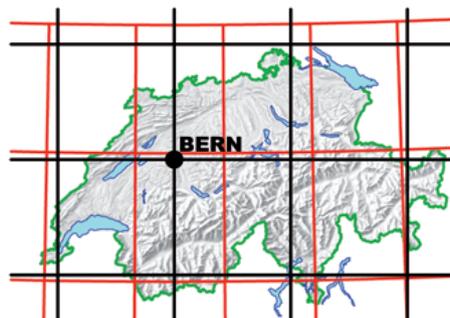
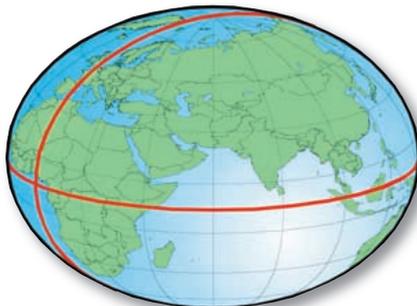
Ein Projektionssystem versucht die Erdoberfläche oder zumindest einen Teil davon auf eine ebene Fläche abzubilden. Aufgrund der Krümmung der Erde in allen Richtungen ist das nur mit Einschränkungen möglich. Eine Orangenschale lässt sich ja auch nicht ohne Weiteres lückenlos und flach auf einem Tisch ausbreiten. Im praktischen Gebrauch verwendet man zweckmässigerweise ebene und rechtwinklige Koordinaten. Längen und Breiten, die «gebogenen» geografischen Koordinaten des Bezugssystems, eignen sich schlecht. Ein rechtwinkliges Koordinatennetz entsteht durch Projektion des Ellipsoides d.h. Abbildung auf einen streng geometrischen Körper wie Kugel, Zylinder, Kegel und Ebene oder eine Kombination davon. Beim offiziellen schweizerischen Projektionssystem überträgt man Punkte auf der Erdoberfläche auf einen Zylinder und erhält so die «schiefsichtige, winkeltreue Zylinderprojektion». Der Berührungspunkt von Zylinder und Kugel entspricht dem Nullpunkt des Koordinatensystems. Er liegt bei der alten Sternwarte in Bern. Durch das gedankliche Abrollen des Zylinders entsteht die gewünschte Abbildung der Erde auf eine Fläche.

Physikalische Form der Erde in stark überhöhter Darstellung (so genanntes Geoid)



Zylinder über der Erdkugel

Ellipsoid (für die Schweiz Bessel 1841)



Das schweizerische Landeskoordinatensystem

- geografisches Bezugssystem
- schweizerisches Projektionssystem

Der Bezugsrahmen

Die theoretische Definition eines Bezugs- und eines Projektionssystems allein reicht für die Durchführung von Vermessungsarbeiten noch nicht aus. Über die ganze Schweiz verteilte Fixpunkte oder permanent betriebene Satellitenmessstationen und deren exakt bestimmte Koordinaten bilden den so genannten Bezugsrahmen. Alle raumbezogenen Daten, beispielsweise Daten aus den Bereichen amtliche Vermessung, Ver- und Entsorgung, Raumplanung, Bauwesen, aber auch Daten eines geografischen Informationssystems werden darin eingepasst und geometrisch in Beziehung gebracht.



Abbildung oben:
Permanente Satelliten-
messstation als Fix-
punkt der neuen
Landesvermessung



Abbildung links:
Markanter Fixpunkt
der heutigen Landes-
vermessung

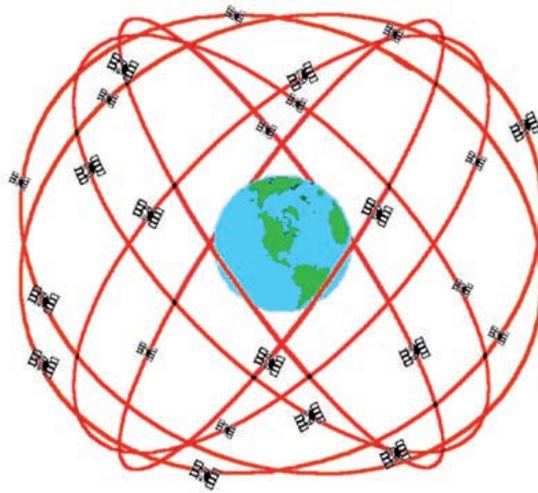


Satellitengestützte Messmethoden

Simone Niggli-Luder, 10-fache OL-Weltmeisterin und unter zahlreichen anderen sportlichen Erfolgen auch Schweizer Sportlerin der Jahre 2003 und 2005 in Aktion. Vom neuen Bezugsrahmen ist sie nicht betroffen. Die Karten für Orientierungsläuferinnen und Orientierungsläufer beruhen auf Daten mit einer höheren Toleranz.

Der Oberbegriff für Positionierungssysteme mittels Satelliten lautet GNSS (Global Navigation Satellite Systems). Folgende Systeme befinden sich derzeit in Betrieb oder sind in Realisierung:

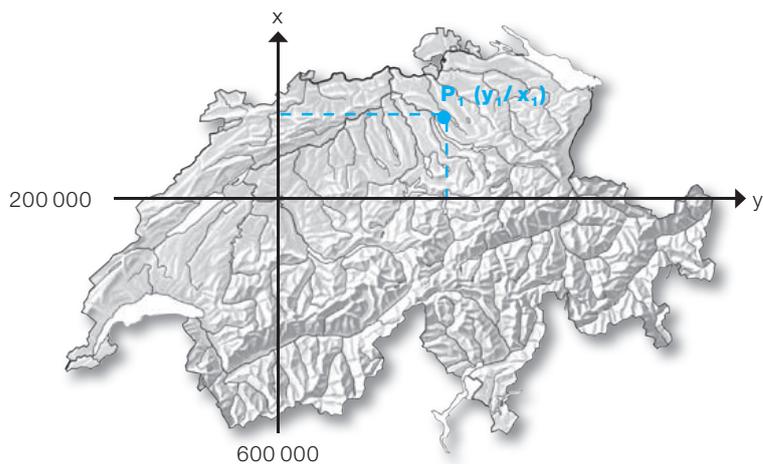
GPS:	Global Positioning System: weltweites, satellitengestütztes Positionierungssystem der USA
GLONASS:	weltweites, satellitengestütztes Positionierungssystem Russlands
GALILEO:	weltweites, satellitengestütztes Positionierungssystem Europas (operativ voraussichtlich ab 2011)



Navigationssatelliten
umkreisen die Erde in
mehr als 20 000 km
Höhe

Satellitengestützte Positionierungsdienste verwenden Positionierungssysteme und übermitteln Korrektursignale an den Satellitenempfänger. Dadurch ermöglichen sie eine Positionsbestimmung mit einer Genauigkeit von 1–2 cm in der Lage und 3–5 cm in der Höhe.

Der heutige Bezugsrahmen LV03

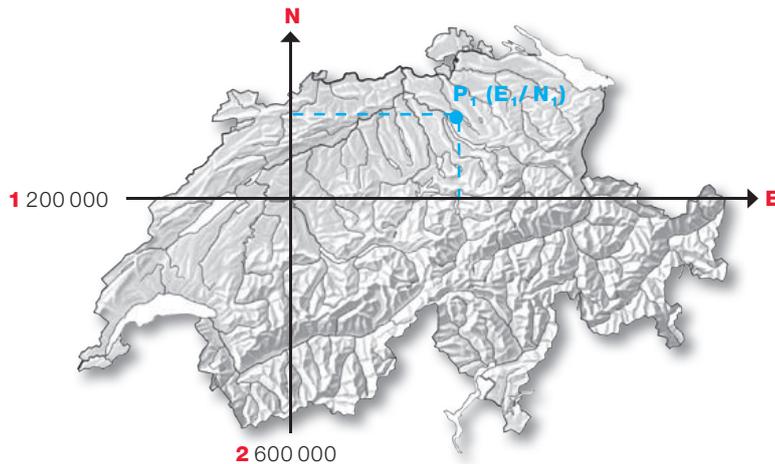


Heutiges Landeskoordinatensystem LV03

Der bisher verwendete Bezugsrahmen stützt sich auf die Fixpunkte (Triangulationspunkte) der Landesvermessung von 1903 (LV03). Der Nullpunkt dieses Koordinatensystems liegt in der alten Sternwarte in Bern. Er entspricht den Werten $y_0 = 600\,000.00\text{ m}$ und $x_0 = 200\,000.00\text{ m}$ und ist die Grundlage für das Landeskoordinatensystem. Die Bezeichnung der Koordinaten, ausgehend von diesen beiden unterschiedlich grossen Zahlen, hat den Vorteil, dass innerhalb der Schweiz keine negativen Koordinatenwerte vorkommen und Verwechslungen zwischen der x- und y-Komponente ausgeschlossen werden können.

Der 1903 entstandene Bezugsrahmen entspricht nicht mehr den technischen Möglichkeiten und Messverfahren von heute. Er enthält schweizweit und lokal kleinere und grössere Widersprüche. Das heisst, die mit dem heutigen Bezugsrahmen bestimmten Koordinaten können von den mit satellitengestützten Messverfahren erhaltenen effektiven beziehungsweise «absoluten» Koordinaten abweichen. Da die neuen, «genauen» Koordinaten jeweils in den heutigen, «ungenauen» Bezugsrahmen LV03 eingepasst werden müssen, verursachen diese Widersprüche Mehraufwand und stellen eine Fehlerquelle dar. Eine Darstellung dieser Widersprüche finden Sie in der Abbildung auf Seite 13.

Der neue Bezugsrahmen LV95



Neues Landeskoordinatensystem LV95

Um die Vorteile der GNSS-Technologie – insbesondere auch der neuen Positionierungsdienste – vollumfänglich nutzen zu können, hat swisstopo beschlossen, den über 100-jährigen Bezugsrahmen der Schweiz zu erneuern und an das europäische Bezugssystem anzuschliessen. Dieser Anschluss wurde vor allem durch die Fundamentalstation in Zimmerwald realisiert. Der neue Rahmen stützt sich auf die Landesvermessung von 1995 und wird mit LV95 bezeichnet. Praktisch alle europäischen Länder sind zurzeit daran, ihre Bezugsrahmen zu erneuern.

Die Fixpunkte des neuen Bezugsrahmens gewährleisten ein satellitengestütztes, hochgenaues und widerspruchsfreies Grundlagennetz. Mit automatisch betriebenen Satellitenmessstationen und den darauf beruhenden Positionierungsdiensten können darüber hinaus genaue Koordinaten und Höhen in Echtzeit bestimmt werden. Grundlagen dafür sind das Automatische GPS-Netz Schweiz (AGNES) mit seinen landesweit 31 permanent betriebenen Stationen und den Positionierungsdiensten swipos-NAV und swipos-GIS/GEO sowie das GNSS-Referenznetz mit ca. 200 über die ganze Schweiz verteilten Fixpunkten. Neben diesen Positionierungsdiensten des Bundes werden auch durch Private ähnliche Dienste angeboten.

Das Bezugssystem und die Kartenprojektion wurden für den neuen Bezugsrahmen beibehalten. Damit sich die Koordinaten des heutigen und des neuen Bezugsrahmens eindeutig unterscheiden, tragen die Koordinatenachsen neu die Bezeichnungen E (East statt y) und N (North statt x). Der Nullpunkt des neuen Landeskoordinatensystems entspricht den Werten $E_0 = 2\,600\,000.000\text{ m}$ und $N_0 = 1\,200\,000.000\text{ m}$, d.h. der Nullpunkt wird unter Beibehaltung der Vorteile des bisherigen Bezugsrahmens gegenüber den bisherigen Werten um 2 resp. 1 Million Meter verschoben.

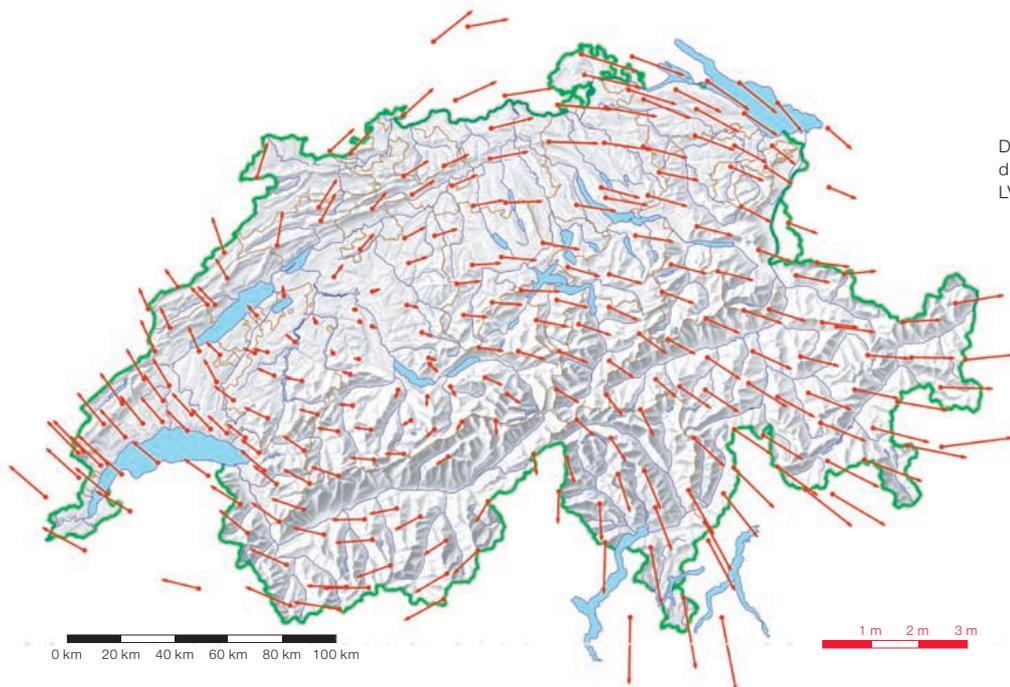


Der Übergang von LV03 zu LV95

In Bern werden neue Leitungen verlegt. Auf Wunsch stellt die amtliche Vermessung den Fachleuten dafür bereits heute schon Daten aus der LV95 zur Verfügung.

Die Differenzen zwischen dem heutigen und neuen Bezugsrahmen variieren schweizweit zwischen null (Bern) und rund eineinhalb Meter (Engadin, Genf).

Damit die Anwender die technischen und wirtschaftlichen Vorteile des neuen Bezugsrahmens nutzen können, müssen die bestehenden, digital vorliegenden Daten in diesen neuen Rahmen übertragen werden.



Differenz zwischen den Bezugsrahmen LV03 und LV95

LV03: x: 87 649.67 m
LV95: N: 1 087 648.190 m



Koordinaten im heutigen und neuen Bezugsrahmen am Beispiel des Monte Generoso

LV03: y: 722 758.81 m
LV95: E: 2 722 759.060 m



Wann und wie übertrage ich meine Daten?

Auf einem Streckenabschnitt der Schweizerischen Bundesbahnen: Geleisegeometrien können in Zukunft über die Landesgrenzen hinaus in einem einheitlichen Bezugssystem ausgetauscht und verwaltet werden.

Für die offizielle Transformation zwischen den beiden Bezugsrahmen LV03 und LV95 wurde ein Transformationsdatensatz erstellt.

Dieser besteht aus einer klar definierten mathematischen Beziehung (Transformationsalgorithmus «FINELTRA» – FINite ELemente TRAnsformation) und aus so genannten Passpunkten, deren Koordinaten in beiden Bezugsrahmen bestimmt wurden. Es ist vorgesehen, diesen Datensatz in bestehende Softwarepakete zu integrieren, eigenständige Transformationsprogramme zu erstellen sowie einen Transformationsdienst über Internet anzubieten. Bei Arbeiten, **deren Genauigkeitsanforderungen unter 50 Zentimeter** liegen (zum Beispiel in der amtlichen Vermessung), ist die Verwendung dieses präzisen Transformationsdatensatzes zwingend.

Für geringere Genauigkeitsansprüche **zwischen 0.5 und 5 Meter** reichen einfachere Transformationsmodule mit einer Annäherung an die exakte Lösung (z.B. GPS-Empfänger eines Bergführers).

Bei Daten mit einer Genauigkeit von schlechter als 5 Metern sind die Differenzen zwischen dem heutigen und dem neuen Bezugsrahmen sozusagen unbedeutend. Hier gilt es jedoch, die neuen Bezeichnungen (E/N) zu berücksichtigen und die bestehenden Koordinatenwerte zu erhöhen (+2 000 000 m / +1 000 000 m).



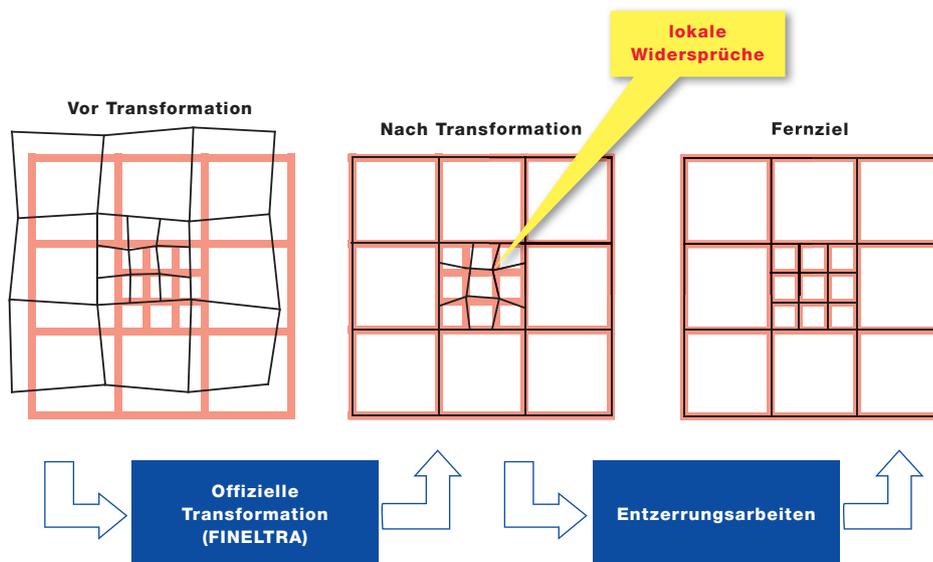
Die Nutzung der Daten der amtlichen Vermessung

Gaukler aus Polen verschaffen sich einen Überblick über die Fussgängerzonen Berns. Vom neuen Bezugsrahmen sind sie nicht betroffen. Stadtpläne aber auch Strassenkarten ändern trotz neuem Bezugsrahmen nicht. Nur die Bezeichnung der Koordinaten wechselt von y und x auf E und N und die Koordinatenwerte werden um 2 000 000 m bzw. 1 000 000 m grösser.

Die Daten der amtlichen Vermessung sind sowohl im heutigen als auch im neuen Bezugsrahmen erhältlich. Kundinnen und Kunden können selber bestimmen, in welchem Bezugsrahmen sie die Daten beziehen möchten. Der rechtsgültige Bezugsrahmen für die amtliche Vermessung bleibt vorerst LV03. In absehbarer Zeit wird die amtliche Vermessung jedoch den Bezugsrahmen LV95 als offiziellen und rechtsgültigen Bezugsrahmen für ihre Daten einführen.

Mittels Satelliten bestimmte Koordinaten weisen eine hohe «absolute» Genauigkeit auf. Die Genauigkeit der Daten der amtlichen Vermessung ist jedoch abhängig vom Gebiet. In Baugebieten liegt die Genauigkeit im Zentimeterbereich, in extensiv genutzten Berggebieten im Dezimeterbereich.

Zurzeit weisen die Daten der amtlichen Vermessung – auch wenn sie im Bezugsrahmen LV95 vorliegen – in der Regel grössere oder kleinere Widersprüche auf. Diese Widersprüche sind abhängig vom Alter und von der Qualität der Vermessung. Längerfristig will die amtliche Vermessung ihre Daten so aufbereiten, dass sie im Bezugsrahmen LV95 vorliegen und weitgehend frei von derartigen Widersprüchen sind. Bis dieses Ziel erreicht wird, muss damit gerechnet werden, dass die Koordinaten der amtlichen Vermessung von den mittels Satelliten bestimmten Koordinaten abweichen. Diese Abweichungen sind lokal sehr unterschiedlich und bewegen sich zwischen Null und wenigen Dezimetern.



Schematische Darstellung für den Übergang von LV03 zu LV95 mit zukünftig vorgesehenen lokalen Entzerrungsarbeiten

Höhen

Mit satellitengestützten Messverfahren lassen sich auch Höhen über dem Ellipsoid bestimmen. Demgegenüber beziehen sich die offiziellen schweizerischen Höhen, die so genannten Gebrauchshöhen, auf die Höhe über dem Meeresspiegel oder anders ausgedrückt näherungsweise über dem Geoid, der physikalischen Erdform.

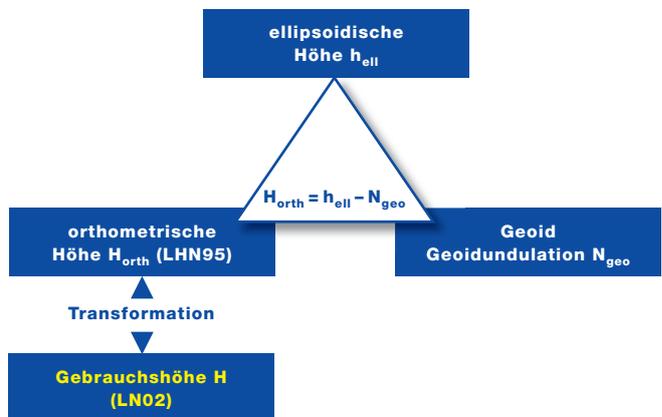
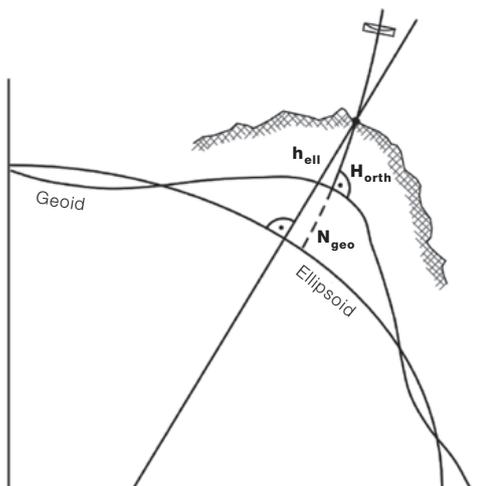
Für wissenschaftliche Zwecke, Spezialaufgaben oder die Landesvermessung steht neben den Gebrauchshöhen ein neues Höhensystem, das Landeshöhennetz 1995 (LHN95) zur Verfügung.

Für die Transformation von mittels Satelliten gemessenen Höhen in Gebrauchshöhen («Meereshöhen») existieren verschiedene Verfahren und Softwarepakete.

Für die praktische Anwendung in der amtlichen Vermessung wird auf die Einführung des neuen Höhensystems LHN95 verzichtet.

Die heutigen Gebrauchshöhen, die sich auf das Landesnivellement von 1902 (LN02) stützen, bleiben auf Grund hoher Verwechslungsgefahr bei einem Systemwechsel unverändert.

Die Höhe über dem Geoid (orthometrische Höhe H_{orth}), dem Ellipsoid («GPS-Höhe» bzw. «ellipsoidische Höhe h_{ell} »), die Differenz zwischen den beiden Höhen (N_{geo}) und die Beziehung zu den Gebrauchshöhen («Meereshöhe» H)



Informationsplattformen

Auf www.swisstopo.ch und www.cadastre.ch finden Sie weitergehende Informationen zum Thema «Übergang vom Bezugsrahmen LV03 auf den Bezugsrahmen LV95» sowie zu verwandten Themen wie «Positionierungsdienste swipos GIS / GEO und swipos / NAV» des Bundesamtes für Landestopografie.

Abkürzungen

AV	amtliche Vermessung
LV	Landesvermessung
CH1903	Bezugssystem des Bezugsrahmens LV03
CH1903+	Bezugssystem des Bezugsrahmens LV95
LV03	Bezugsrahmen der Landesvermessung von 1903 (Triangulation)
LV95	Bezugsrahmen der Landesvermessung von 1995 (GPS)
y / x	Bezeichnung der Koordinatenachsen des Bezugsrahmens LV03
E / N	East / North: Bezeichnung der Koordinatenachsen des Bezugsrahmens LV95
LN02	Landesnivellement von 1902
LHN95	Landeshöhennetz von 1995
h_{ell}	Höhen über dem Ellipsoid (GPS-Höhen)
H_{orth}	orthometrische Höhen des LHN95
H	Gebrauchshöhen («Meereshöhen») des LN02
N_{geo}	Geoidundulation: Differenz zwischen h_{ell} und H_{orth}
AGNES	Automatisches GPS-Netz der Schweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie
Office fédéral de topographie
Ufficio federale di topografia
Uffizi federal da topografia