Bericht 11

1998

Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95'

Teil 5

GPS-Landesnetz: Netzanlage, Kennzeichnung, Dokumentation und Nachführung

W. Santschi, B. Vogel, Th. Signer und D. Gutknecht

Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95'

Teil 5

GPS-Landesnetz: Netzanlage, Kennzeichnung, Dokumentation und Nachführung

© 1998
Bundesamt für Landestopographie
Office fédéral de topographie
Ufficio federale di topografia
Uffizi federal da topografia
Federal Office of Topography

Redaktion: Dr. D. Schneider
W. Santschi
B. Vogel
Ch. Studer
Auflage 500 Exemplare
Druck EDMZ

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung, Übersicht 1

2 Netzanlage 2

2.1 Grundsätze 2
2.1.1 Zuständigkeiten 2
2.1.2 Organisatorische Voraussetzungen 2
2.1.3 Übergeordnete Einflüsse 2
2.1.4 Projektbezogene Kriterien und Zielsetzungen 2
2.1.5 Punktbezogene Anforderungen 3

2.2 Randbedingungen 3

2.3 Bestandteile 3
2.3.1 Fundamentalstation Zimmerwald 3
2.3.2 EUREF-Punkte 4
2.3.3 LV95-Hauptpunkte 5
2.3.4 Verdichtungspunkte 5
2.3.5 Teststrecke Thun 5

2.4 Verteilung und Dichte 5

2.5 Standortwahl 6
2.5.1 Eignung für GPS-Empfang 6
2.5.2 Stabilität und geologische Eignung des Untergrundes 6
2.5.3 Sicherheit und Dauerhaftigkeit 7
2.5.4 Zugänglichkeit 7

2.6 Verbindung zu bestehenden Netzen 7
2.6.1 RETrig 7
2.6.2 LV03 7
2.6.3 LN02 (Nivellemente) 7

3 Rekognoszierung und Netzentwurf 8

3.1 Organisation 8

3.2 Ablauf einer Rekognoszierung 8

3.3 Darstellung der Resultate der Rekognoszierung 9

4 Kennzeichnung der Punkte 11

4.1 Allgemeine Grundsätze für die Kennzeichnung 11

4.2 Typen von verwendeten Kennzeichnungen 11

4.3 LV95-Hauptpunkte 11

4.4 LV95-Verdichtungspunkte 13

4.5 Besondere Kennzeichnungen 14
4.5.1 Referenzstation Zimmerwald 14
4.5.2 Testnetz Thun 14

4.6 Besondere Probleme bei der Kennzeichnung 14

4.7 Übersicht der Kennzeichnung aller EUREF- und LV95-Hauptpunkte 15

5 Durchführung der Kennzeichnung 16

5.1 Erhebung der Eigentümer 16

5.2 Erstellung der Punktanlage 16

5.3 Einmessung der exzentrischen Zeichen 17

5.4 Anschluss an LV03 18

5.5 Anschluss an LN02 18

6 Dokumentation 20

6.1 Feldakten 20
6.1.1 Rekognoszierungs-Protokolle 20
6.1.2 Protokolle der Kennzeichnung 20
6.1.3 Messprotokolle 20
6.2 Berechnungsakten 20
6.3 Verzeichnisse 21
6.4 Karten und Pläne 21
6.5 Punktprotokolle 21
6.6 EDV - Daten 22
6.7 Berichte 22
6.8 Diverse Akten 22
7 Nachführung des GPS-Netzes LV95 23
7.1 Konzept für die Nachführung 23
7.2 Meldewesen 23
7.3 Begehungen 23
7.4 Revisionen 23
7.5 Dokumentation 23

Abkürzungen

Referenzen

Berichte aus der L+T

1 Einleitung, Übersicht

Im vorliegenden 5. Teil über die Landesvermessung der Schweiz 'LV95' sind die Teilbereiche Netzanlage, Kennzeichnung der Punkte, Dokumentation und Nachführung beschrieben. Abgestützt sind die einzelnen Tätigkeiten auf den gesetzlichen Vorgaben (Verordnung vom 10. Mai 1972 über die Obliegenheiten der Eidgenössichen Landestopographie) sowie auf den Grundsätzen, wie sie im L+T-Bericht Nr. 6 (LV95, Teil 1; Vorgeschichte, Konzept, Projektorganisation und Planung) dargelegt sind.

Die Netzanlage, die Kennzeichnung und die Dokumentation der vier Teilnetze 1989, 1990, 1991 und 1992 des Hauptnetzes sowie die Ergänzungs- und LV95-Verdichtungsnetze wurden nach einheitlichen Kriterien erstellt. Die Planung der Anschlussmessungen an Punkte der LV03 oder des LN02 richtete sich nach der hiefür gewünschten Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Der Bericht beschränkt sich auf die Netze bis 1994. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick.

Netz	Anz. NP	Rekognoszierung	Kennzeichnung	Tech. Bericht	Verantwortlicher
NEOTEKTONIK-88	16 HP *, 6 VP *	1986	1987 - 1988	TB 1988	Dr. D. Schneider
LV95-89	27 HP	1987 - 1988	1987 - 1989	TB 95-38	Th. Signer
LV95-90	32 HP	1989	1987 - 1990	TB 95-38	B. Vogel
LV95-91	27 HP	1990	1990 - 1991	TB 95-38	D. Gutknecht
LV95-92	18 HP	1990 – 1991	1991 - 1992	TB 95-38	W. Santschi
LV95-94 Oberarth	1 HP	Keine	-	TB 95-37	W. Santschi
LV95-91A	21 LFP1**	1990	-	TB 95-33	D. Gutknecht
LV95-92A	18 LFP1**	1993	-	TB 95-35	W. Santschi
LV95-94A	27 LFP1**	Keine	-	TB 95-36	D. Gutknecht
BAHN2000	4 VP	1994	1994	TB 94-14	W. Santschi

Tab. 1-1: Übersicht der Kampagnen 1988 bis 1994

Legende: HP: LV95-Hauptpunkt
VP: LV95-Verdichtungspunkt

* Diese Punkte wurden erst nachträglich als HP, resp. als VP in LV95 aufgenommen und entsprechend angepasst

** Triangulationspunkte 1. oder 2. Ordnung, über welche der Bezug zu LV03 hergestellt wurde

TB: Technischer Bericht der L+T

Auf die übergeordneten Kampagnen EUREF-CH-92 und EUREF-D/NL-93 wird nicht weiter eingegangen. Für diese beiden Kampagnen mussten keine Rekognoszierung und keine spezielle Kennzeichnung von Punkten organisiert werden (vgl. TB 96-12).

Auf die Erstellung der LV95-Verdichtungspunkte wird in diesem Bericht nicht abschliessend eingegangen, denn die L+T ist immer noch daran, weitere LV95-Punkte zu erstellen. Die Rekognoszierung und die Kennzeichnung dieser Punkte sowie die Erstellung der Resultatakten erfolgen aber grundsätzlich nach denselben Kriterien wie für die LV95-Hauptpunkte.

2 Netzanlage

Die Existenz des übergeordneten GPS-Netzes EUREF ermöglicht den Aufbau von neuen, europaweit zusammenhängenden GPS-gestützten Landesnetzen. Unter der Projektbezeichnung LV95 (Landesvermessung 95) wurde auch in der Schweiz ein Hauptnetz mit 104 Punkten neu realisiert.

Bei den Netzentwürfen für das GPS-Landesnetz LV95 wurde neben dem optimalen Anschluss an die Fundamentalstation Zimmerwald und die 4 weiteren EUREF-Stationen Chrischona, Pfänder, Monte Generoso und La Givrine auf eine gleichmässige Verteilung und Dichte der Netzpunkte geachtet.

2.1 Grundsätze

2.1.1 Zuständigkeiten

Die Oberaufsicht der Kampagnen wurde vom Projektleiter Adrian Wiget wahrgenommen. Die Wahl der LV95-Punktstandorte, respektive die Auswahl der LFP1 oder HFP1 bei den Anschlusskampagnen und das definitive Messkonzept (Netzplan) wurden für jede Kampagne von einem anderen Ingenieur der L+T vorbereitet und anschliessend von der LV95-Kernarbeitsgruppe begutachtet. Die Leitung der Antennentests in Thun oblag Adrian Wiget.

2.1.2 Organisatorische Voraussetzungen

Der jeweilige Kampagnenleiter hatte folgende Aufgaben zu erledigen:

- Erstellen eines Büroentwurfes für die Rekognoszierung
- Rekognoszieren verschiedener Punktstandorte im Gelände
- Grundeigentümer begrüssen und Einwilligung für Erstellung einholen
- Netzentwurf erarbeiten
- Kennzeichnung veranlassen
- Organisieren der Einmessung der exzentrischen Zeichen
- Organisieren der Anschlussmessungen an LV03, resp. an LN02
- Punktkroki aufnehmen

2.1.3 Übergeordnete Einflüsse

- Die fünf EUREF-Stationen der Schweiz (Chrischona, La Givrine, Monte Generoso, Pfänder [A] und Zimmerwald) sind zugleich LV95-Punkte und waren ebenfalls mit Punkten der Diagnoseausgleichung 1./2. Ordnung verknüpft.
- Über einen guten Anschluss der LV95-Teilnetze an diese EUREF-Stationen wurde einerseits der Bezug zum EUREF-Netz hergestellt und andererseits die Verknüpfung der Teilnetze gewährleistet.
- Die LV95-Punkte sollen auch als Stützpunkte für Transformationen (z.B. LV95 – ETRF/ITRF) dienen.
- Die Erfahrungen aus der Präanalyse [Beutler et al., 1987] sowie aus der GPS-Kampagne Neotektonik 88 *[Wiget et al., 1990]* wirkten ebenfalls auf die Netzgestaltung.

2.1.4 Projektbezogene Kriterien und Zielsetzungen

Grundsätzlich wurden bei der Rekognoszierung folgende Standortkriterien berücksichtigt:

Netzdichte	mittlerer Punktabstand: 15 - 25 km (Mittelland, Jura) 20 - 30 km (Alpen)
Sicherheit und Dauerhaftigkeit der Kennzeichnung	nach Möglichkeit in öffentlichem Grund, ausserhalb von Bauzonen; geforderte Lebensdauer mindestens 50 Jahre
Untergrund (Geologie und Stabilität)	wo möglich im anstehenden, festen Fels oder gut fundiert im Lockergestein
Zugänglichkeit	mit Fahrzeug oder Bergbahn während des ganzen Jahres
Satellitenempfang	freier Horizont ab 15 - 20 ^{gon} Höhenwinkel, keine Störsignale (Sender) und reflektierende Flächen in der näheren Umgebung
Anschluss an LV03 und LN02	ein LV95-Punkt sollte bequem an die bestehenden Vermessungswerke angeschlossen werden können

Tab. 2-1: Kriterien für die Punktstandorte

Die Punktdichte wurde so gewählt, dass mittels GPS flächendeckend über die Schweiz ein Anschluss an LV95 mit vernünftig langen Basislinien realisiert werden kann (z.B. problemloses Lösen der Phasenmehrdeutigkeiten).

LV95-Punkte sollen Aussagen über allfällige tektonische Veränderungen in der Schweiz ermöglichen. Deshalb wurden die Punktstandorte bezüglich ihrer Stabilität durch den Geologen Dr. Peter Heizmann (Landeshydrologie und –geologie) beurteilt. Im allgemeinen geschah dies aufgrund der geologischen Karte im Büro. Bei Bedarf wurde aber auch eine Feldbegehung durchgeführt.

2.1.5 Punktbezogene Anforderungen

LV95-Punkte sollen nur an Standorten erstellt werden, wo der Eigentümer sein Einverständnis gegeben hat. Der Standort soll stabil und sicher sein. Die LV95-Punkte sollen nicht im Bereich von öffentlichen Anlagen liegen (z.B. Leitungen).

Auch die Benutzerfreundlichkeit spielte eine wichtige Rolle. So wurde darauf geachtet, dass die LV95-Punkte mit dem Auto erreichbar sind und nicht zu weit vom Siedlungsgebiet entfernt sind. In der Umgebung sollten keine Störquellen (z.B. Sender) vorliegen.

Die Koordinaten der LV95-Punkte wurden ebenfalls in den Bezugsrahmen LV03 und LN02 berechnet. Damit können diese Punkte bei einer Transformation zwischen LV03 und LV95, bzw. zwischen LN02 und LHN95 als Transformationsstützpunkte verwendet werden.

Gleichzeitig sind sie auch in den bestehenden Bezugsrahmen LV03 und LN02 verwendbar und können für alle weiteren Vermessungen (Parzellarvermessungen, Ingenieurvermessungen) geeignete Fixpunkte sein. Ein Anschluss soll auch klassisch oder mittels Nivellement möglich sein. Sie sollen in den offiziellen Vermessungswerken erscheinen.

2.2 Randbedingungen

Aus Kapazitätsgründen (Personal, GPS-Empfänger) musste das Netz in Teilnetzen bearbeitet werden. Eine Unterteilung in 4 Teile schien dabei auch aus technischen Gründen als geeignet.

2.3 Bestandteile

2.3.1 Fundamentalstation Zimmerwald

Die Fundamentalstation Zimmerwald war die Referenzstation für alle Teilnetze. Sie ist gekennzeichnet mit einem Beobachtungsturm (mit GPS-Antenne) und darunterliegendem Kappenbolzen im Betonfundament des Turmes. Daneben existiert der RETrig-Punkt Zimmerwald (CH-99), der als Lochbolzen in einem Betonfundament im Flurweg, bodeneben, gekennzeichnet ist und auch in Beziehung zur Fundamentalstation steht *[Danuser et al., 1993].*

Man beachte hiezu auch den L+T-Bericht Nr. 7 (LV95, Teil 2: Geostation Zimmerwald: Satellite Laser Ranging [SLR] und GPS-Permanentbetrieb).

Abb. 2-1: Fundamentalstation Zimmerwald

2.3.2 EUREF-Punkte

Für das übergeordnete europäische GPS Netz EUREF wurden von der Schweiz die Punkte Chrischona, La Givrine, Monte Generoso, Pfänder (A) und Zimmerwald erstellt und vermessen. Dies waren die ersten Punkte, die entsprechend dem LV95-Standard erstellt wurden.

Die Punkte Chrischona, La Givrine und Pfänder sind je mit einem Kappenbolzen in Betonfundament erstellt. Auf den Betonfundamenten sind zudem Flanschen für die Montage von Stahlpfeilern angebracht. Der Punkt Chrischona liegt in einem Flurweg, ca. 5 cm unter Boden. Die Punkte La Givrine und Pfänder liegen im Weidegebiet. Beim Punkt Pfänder ist ein exzentrisches Zeichen in einer Flügelmauer eines Reservoires eingelassen, wo ein Stromanschluss besteht. Der Punkt Monte Generoso besteht aus einem Kappenbolzen im Fels. Auch dort sind Flanschen für die Pfeilermontage angebracht.

Alle Punkte sind auch an die RETrig-Punkte angeschlossen. Die Fundamentalstation Zimmerwald und Monte Generoso weisen klassisch gemessene Beziehungen zu den nah gelegenen RETrig-Punkten auf. Die übrigen Anschlüsse erfolgten mit GPS-Messungen.

2.3.3 LV95-Hauptpunkte

Das GPS-Netz LV95 umfasst 104 Hauptpunkte, welche zwischen 1988 und 1992 erstellt worden sind.

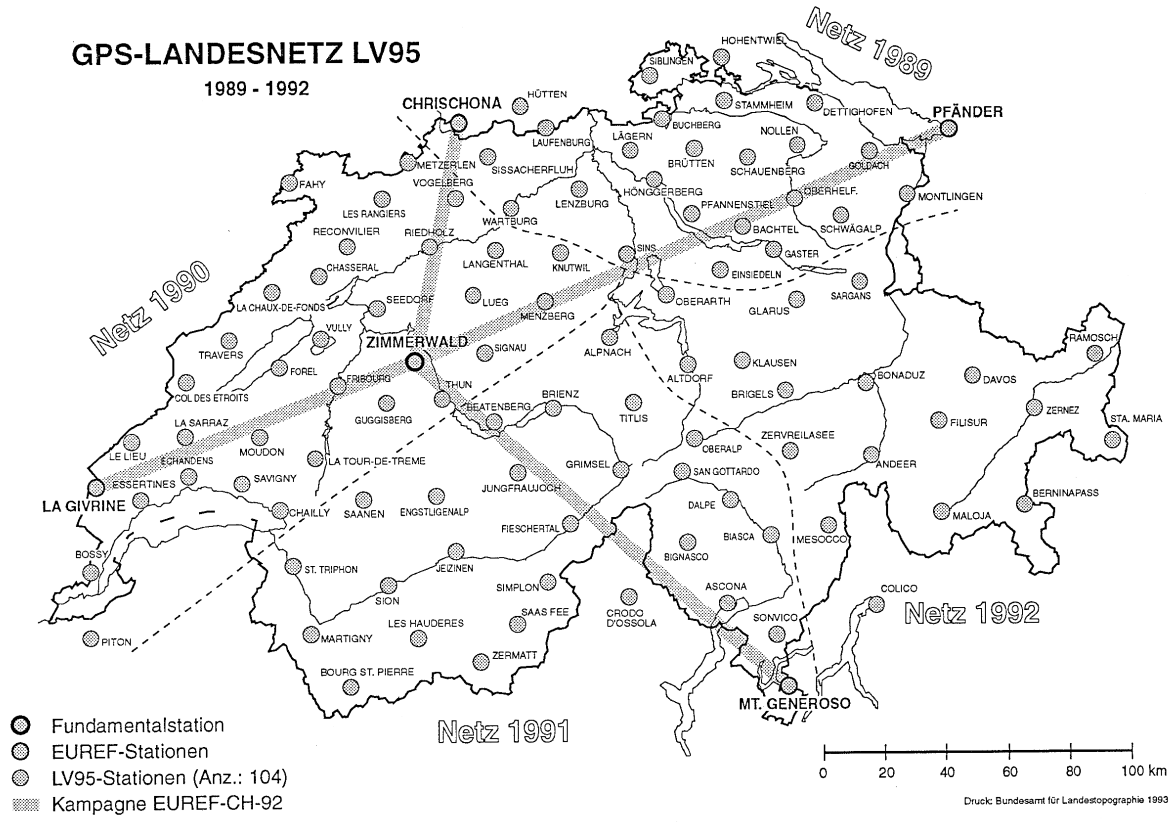


Abb. 2-2: Hauptpunkte des GPS-Landesnetzes LV95

2.3.4 Verdichtungspunkte

Ab 1994 wurde das GPS-Netz LV95 mit Verdichtungspunkten ergänzt, welche zwischen die Hauptpunkte eingeschaltet wurden. Die Realisierung erfolgt aufgrund der ausgewiesenen Bedürfnisse, in Absprache mit den kantonalen Vermessungsämtern und ist momentan immer noch im Gang.

2.3.5 Teststrecke Thun

Damit die Offsets der GPS-Antennen vor jeder grösseren Kampagne zuverlässig und genau bestimmt werden können, wurde auf der Allmend in Thun eine Basis- oder Eichstrecke erstellt. Sie besteht aus 11 identischen Punkten, bodeneben, gekennzeichnet durch Betonsockel mit eingelassenem Kappenbolzen und Flanschen für die Montage von Stahlpfeilern.

Ein Punkt dieser Teststrecke wurde sodann als LV95-Hauptpunkt aufgenommen. Die Teststrecke ist auf dem Areal des Waffenplatzes Thun installiert. Dadurch ist die Sicherheit der ganzen Anlage gewährleistet. Das Gelände ist in keiner Bauzone und zudem recht offen, so dass die GPS-Bedingungen bei allen Punkten dieselben sind.

2.4 Verteilung und Dichte

Die EUREF-Punkte wurden in Absprache mit den Nachbarländern in der gewünschten Dichte erstellt. Bei den LV95-Hauptpunkten wurde je nach Gebiet ein mittlerer Punktabstand von 15-30 km angestrebt (vgl. Kap. 2.1.4).

Mit den Verdichtungspunkten wird das GPS-Netz LV95 soweit verdichtet, dass von einem beliebigen Standort aus ein Anschluss mit einer maximalen Basislinienlänge von 10 km möglich ist. Diese Distanz erlaubt einerseits den Einsatz der in der Praxis verbreiteten technischen Mittel (Produktionssoftware,

Broadcast-Bahnen, usw.) und berücksichtigt andererseits auch die wirtschaftlichen Anforderungen (kurze Anfahrtswege).

2.5 Standortwahl

2.5.1 Eignung für GPS-Empfang

Der Horizont sollte bei LV95-Punkten ab 15-20 ^{gon} frei sein. Es wurde auch darauf geachtet, dass keine Störsignale (Sender, ev. Leitungen) und keine reflektierenden Flächen den GPS-Empfang behinderten. Allfällige Sender sollten mindestens 200 m vom LV95-Punkt entfernt sein.

2.5.2 Stabilität und geologische Eignung des Untergrundes

Primär sollte ein LV95-Punkt im Fels errichtet werden. Im Mittelland oder dort, wo kein Fels gefunden werden konnte, wurden Betonsockel (1m x 1m x 1m) vorgesehen. Diese sollen wenn möglich im Fels verankert oder im Lockergestein (Moränehügel, Kiesbänke, etc.) erstellt sein. Es wurden auch Punkte auf massiven Bauwerken (z.B. Reservoirs, historische Ruinen) erstellt. Wenn möglich wurden die exzentrischen Zeichen im Fels, resp. an ähnlich stabilen Orten eingelassen.

Abb. 2-3: LV95-Punkt auf Gebäude

2.5.3 Sicherheit und Dauerhaftigkeit

Die meisten LV95-Punkte wurden im öffentlichen Grund errichtet. Dies bietet die beste Gewähr, dass das Meldewesen funktioniert. Es wurde darauf geachtet, dass die Punktstandorte nicht im Bereich von Leitungen waren. Baugebiete wurden ebenfalls gemieden.

Die Eigentümer wurden vor der Errichtung eines Punktes begrüsst. Ein Punkt wurde erst dann erstellt, wenn das schriftliche Einverständnis des Eigentümers vorlag. Damit versuchte man beim Eigentümer das Interesse am Erhalt des Punktes zu wecken. Als weitere Schutzmassnahme übertrug die L+T dem entsprechenden Kanton den Auftrag, die LV95-Punkte im Grundbuch anmerken zu lassen.

2.5.4 Zugänglichkeit

Die LV95-Punkte sollten ganzjährig stationierbar sein. Sie sollen wenn möglich bequem mit dem Fahrzeug oder allenfalls mit einer Bergbahn erreichbar sein. In Ausnahmefällen wurden Fussmärsche bis zu einer Viertelstunde akzeptiert. Es wurde zudem darauf geachtet, dass der Zugang auch bei Nacht unproblematisch ist (Nachtmessungen).

2.6 Verbindung zu bestehenden Netzen

2.6.1 RETrig

Die EUREF-Punkte sowie die LV95-Punkte Chasseral, Hohentwiel, Hütten, Lägern, Nollen, Schauenberg, Titlis und Vogelberg sind direkt an RETrig-Punkten angeschlossen.

2.6.2 LV03

Ausgewählte bestehende Triangulationspunkte 1. und 2. Ordnung wurden in den Netzen 1989 und 1990 gleichzeitig mit den Messungen im Hauptnetz angeschlossen. Bei den Netzen 1991 und 1992 erfolgten diese Anschlussmessungen in separaten Kampagnen (LV95-91A, LV95-92A, LV95-94A).

Dabei wurde der grösste Teil der Punkte vorgängig besucht und die bestehenden Kennzeichen kontrolliert, respektive in Ordnung gestellt. Bei den übrigen Punkten wurde der aktuelle Zustand der Kennzeichen anlässlich der Messung aufgenommen und allenfalls später revidiert.

2.6.3 LN02 (Nivellemente)

LV95-Punkte in den Talgebieten und/oder in der Nähe von NF-Linien wurden nach Möglichkeit nivelliert. Die LV95-Punkte wurden dabei primär ans Landesnivellement angeschlossen. Vereinzelt sind Punkte auch an kantonale Nivellemente angeschlossen worden. Nur 22% der Punkte sind nicht mit dem LN02 verbunden.

Die Anschlüsse erfolgten mittels Nivellement, trigonometrischem Nivellement oder mittels GPS. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Basislinien möglichst kurz waren. Man beachte hiezu auch den L+T-Bericht Nr. 12 (LV95, Teil 6; GPS-Landesnetz: GPS-Messungen 1988-94).

3 Rekognoszierung und Netzentwurf

3.1 Organisation

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Rekognoszierung in den LV95-Haupt-, Ergänzungs- und Verdichtungsnetzen sowie in den LV03-Anschlussnetzen.

Netz	Einsatzleiter	Rekognos-zierung	Zeit	Begangene Punkte	Ausgewählte Neupunkte
NEOTEKTONIK-88	Dr. D. Schneider	Dr. D. Schneider	Herbst 1986	23	22
LV95-89	Th. Signer	Dr. D. Schneider D. Gutknecht	1987 29. 3.- 6. 4. 88	28	27
LV95-90	B. Vogel	T. Signer D. Gutknecht H. Chablais	24.-28. 4./16.-18.10. 89 1.- 3. 5./ 9.-14.10. 89 31. 7-15. 8. 89	49	32
LV95-91	D. Gutknecht	T. Signer D. Gutknecht B. Vogel	31. 7.- 9. 8. 90 13. 8.-17. 8. 90 3. 9.- 5. 9. 90	73	27
LV95-92	W. Santschi	B. Vogel W. Santschi W. Santschi	15. 8. 90 13.-24. 5./17.-21. 6. 91 1.- 4. 7./ 2.- 3. 9. 91	37	18
LV95-91A	D. Gutknecht	D. Gutknecht	27. 8.-7. 9.90	18	21
LV95-92A	W. Santschi	H. Gilgen	5.- 9. 7. 93	4	18
LV95-94A	D. Gutknecht	Keine			33
BAHN2000	A. Wiget	W. Santschi	13.-16. 7.94	7	4

Tab. 3-1: Organisation der Rekognoszierung der LV95-Punkte

3.2 Ablauf einer Rekognoszierung

Zuerst erfolgte jeweils eine Büroplanung. Unter Berücksichtigung übergeordneter Netze (EUREF, NEOTEKTONIK, GRANIT), gestützt auf die vorgesehene Punktdichte und aufgrund allfälliger Kenntnisse der Topographie, der Beurteilung des Zugangs sowie einer ersten Beurteilung der Standorte mit dem Geologen, Dr. Peter Heitzmann, wurde ein erster Büroentwurf erstellt.

Entsprechend diesem Entwurf wurde anschliessend eine Feldbegehung durchgeführt. Für jeden möglichen Standort wurde abgeklärt, ob die GPS-Abdeckung, die Stabilität, die Sicherheit, der Zugang und die Eigentumsverhältnisse den Anforderungen entsprachen.

Der Untergrund der Punkte wurde auf seine Eignung geprüft. Mit einer Rammsonde konnten im Humus bis in eine Tiefe von 1.2 m Fels oder Felsblöcke gesucht werden. Mit dem sogenannten Pavoni-Meter ermittelte man die Stabilität von Fels oder Bauwerken. Insbesondere konnte damit zwischen anstehendem Fels und Felsblöcken unterschieden werden. Der Pavoni-Meter ist ein Messgerät (Sonde), mit welchem man mittels eines Geophons Beschleunigungen messen kann. Diese werden auf demselben Objekt im Abstand von einem Meter mittels rhythmischem Treten auf einem Stock erzeugt, der mit einer starken Feder ausgestatteten ist.

Im weiteren wurde abgeklärt, wo die exzentrischen Zeichen angebracht werden könnten. Zum Schluss wurde eine vollständige Skizze erhoben, basierend auf einem Grundbuchplanauszug, der in der Gemeindeverwaltung oder beim örtlichen Geometer eingeholt wurde.

Gestützt auf die Ergebnisse der Feldrekognoszierung wurden verschiedene Varianten diskutiert. Bei geologischen Unsicherheiten folgte eine zusätzliche Feldbegehung mit Dr. Peter Heitzmann. Nach der Wahl des definitiven Punktstandortes wurde bei den jeweiligen Eigentümern das schriftliche Einverständnis zum Bau des Punktes eingeholt und darauf hin die Kennzeichnung veranlasst.

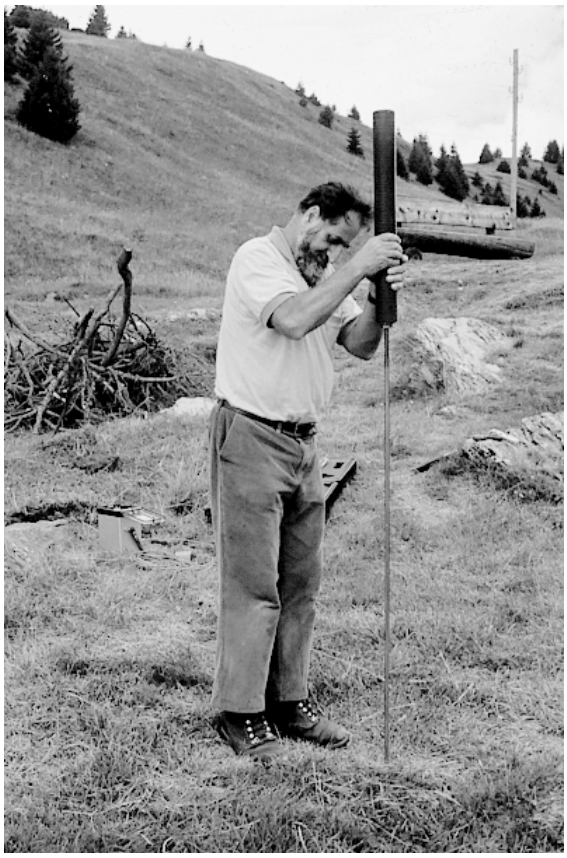


Abb. 3-1: Suchen von Fels mit Rammsonde

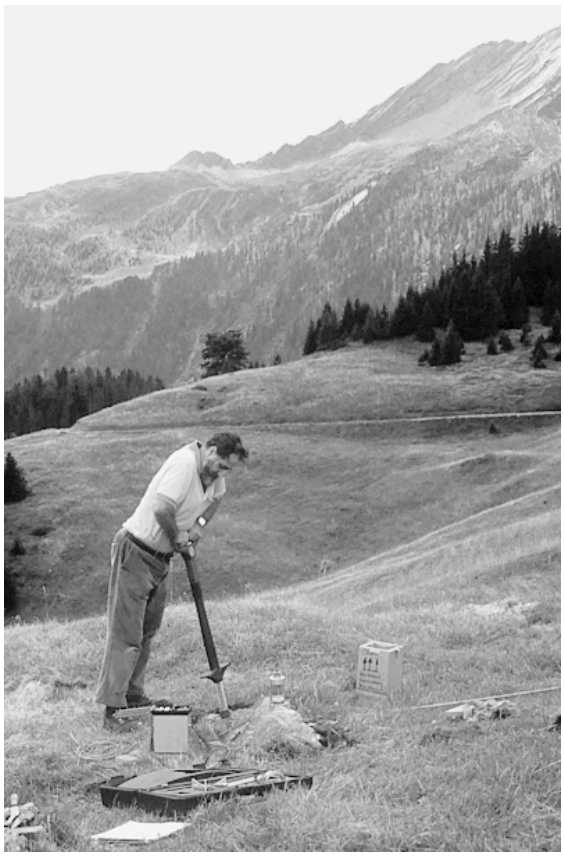


Abb. 3-2: Messen der Stabilität von Fels mit dem `Pavoni-Meter´

3.3 Darstellung der Resultate der Rekognoszierung

Die Ergebnisse der Rekognoszierung wurden protokolliert, in der Regel in speziellen Punktprotokollen. Diese Protokolle bildeten die Grundlage bei der Festlegung der definitiven Punktstandorte. Sie beinhalten:

- Eigentümer
- Profil der GPS-Sichten (mit Sitometer erhoben)
- Beschreibung des Untergrundes (Resultate der Sondierungen mit der Stange, Resultate der Messungen mit dem Pavoni-Meter)
- Aussagen betreffend der exzentrischen Zeichen
- Beschreibung des Zugangs (z.B. Ort, wo der Schlüssel für die Öffnung einer Türe abgeholt werden kann, etc.)
- Visuren, resp. Anschlussmöglichkeiten zu Lage- oder Höhenfixpunkten der Amtlichen Vermessung
- Bemerkungen

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

Seftigenstrasse 264, Postfach
CH-3084 Wabern
Telefon 031 963 21 11
Telefax 031 963 24 59

LV 95 Punkt: Zernez

Kampagne 1992 LK: 1218

Kanton: GR Gemeinde: Zernez

Rekognoszierung eines neuen Punktes

Auszuführende Arbeiten:

- Studium der Karte 1:25'000 (Suchen von Felsregionen); Fels (ja) nein
- Beurteilung des Standortes eines vorgesehenen Punktes im Raum von 1 bis 5 km
- Provisorischer Eintrag des Standortes in der LK 1:25'000 (ja) nein
- Suchen von Fels mit Sonde: Fels (ja) nein

Wenn ja: Eintrag der Felsorte in Detailskizze: Ausschlag (Pavoni-Meter) mit Angabe von Tiefe unter Boden, Abstand und Azimut von Zentrum ausgeführt: (ja) nein

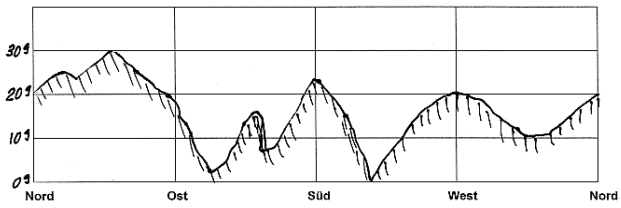
- Beurteilung des Standortes auf Grund folgender Kriterien:
  - Stabilität (Skala 0 bis 9) Wert: 8
  - Sicherheit (Leitung, Baugebiet, ...) Ausserhalb Bauzone (übriges gem. gebiet) Keine Leitungen Keine Dienstbarkeiten

1

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

Seftigenstrasse 264, Postfach
CH-3084 Wabern
Telefon 031 963 21 11
Telefax 031 963 24 59

- GPS-Sicht:



- Zufahrt: Guter kleiner Weg bis ca. 15 m an GPS-Punkt heran

- Exzentrische Rückversicherung: TP 30 kann als Exz verwendet werden (ca. 14.3 m in Az. 197°), exz. können 3-4 Bolzen auf "gutem" Fels eingelassen werden

- Anschlüsse an Triangulationspunkte: gut möglich (z.B. ô Zernez)

- Anschlüsse an Nivellementspunkte: nicht direkt möglich (exz. mittels GPS)

2

Abb. 3-3: Beispiel eines Rekognoszierungsprotokolles

4 Kennzeichnung der Punkte

4.1 Allgemeine Grundsätze für die Kennzeichnung

Unter dem Begriff Kennzeichnung versteht man die materielle Sichtbarmachung eines Punktes im Gelände. Die Kennzeichnung eines Punktes erfolgte mittels zentrischen und exzentrischen Zeichen. Die zentrischen Kennzeichen repräsentieren den eigentlichen Punktstandort. Die exzentrischen Zeichen dienen dazu, im Falle eines Verlustes des zentrischen Kennzeichens dieses ausgehend von den exzentrischen Zeichen auf den Millimeter genau in Lage und Höhe wiederherstellen zu können.

Es ist sehr wichtig, dass die Kennzeichnung der LV95-Punkte einwandfrei ist. Denn nur mit stabil und dauerhaft angebrachten Zeichen ist es möglich, tatsächliche Verschiebungen über viele Jahre hinweg zu beurteilen.

Das Erscheinungsbild der LV95-Punkte soll einheitlich sein. Dies wurde erreicht, indem alle Punkte mit demselben, speziellen LV95-Kappenbolzen gekennzeichnet sind. Der Bolzen ist mit einer aufschraubbaren Kappe geschützt. Die Kappe lässt sich wie eine Schraubenmutter drehen, benötigt wird dazu aber ein Spezialschlüssel. Oben auf der Kappe befindet sich ein halbkugelförmiger Aufbau mit zentrischem 5 mm-Loch. Für die amtliche Vermessung kann ein LV95-Punkt problemlos auch mit aufgesetzter Kappe benützt werden.

4.2 Typen von verwendeten Kennzeichnungen

Verankerung des LV95-Kappenbolzen	Verankerung der exzentrischen Zeichen
Bolzen direkt im Fels	Bolzen direkt im Fels (Zentrumsloch: ∅ = 5 mm)
Bolzen in Sockel, der im Fels verankert ist	Bolzen in Bauten (Zentrumsloch: ∅ = 5 mm oder Zielbolzen)
Bolzen in massivem Felsblock	Bolzen (Zentrumsloch: ∅ = 5 mm) in unterirdischen Bodenplatten (Tiefe: mind. 1 m)
Bolzen in massiven Bauten	
Bolzen in Sockel im Lockergestein	

Tab. 4-1: Arten der Kennzeichnung der LV95-Punkte

4.3 LV95-Hauptpunkte

Die Hauptpunkte weisen nebst der zentrischen noch eine exzentrische Kennzeichnung auf, welche normalerweise aus 3 bis 4 Zeichen besteht.

In einem detaillierten Protokoll sind alle notwendigen Angaben enthalten:

- Datum sowie Name desjenigen, der den Punkt erstellt hat
- Skizze oder Beschreibung der Kennzeichnung
- definitive Skizze zum Auffinden des Punktes und der exzentrischen Zeichen.

Bei Punkten im Fels wurden in der Regel kleine Löcher für die Plazierung der Stativspitzen in den Fels gehauen und daneben Metallösen eingelassen, damit die Stativbeine beim Messen festgebunden werden können.

Die folgenden Bilder geben einen Eindruck über die Kennzeichnung der LV95-Punkte:

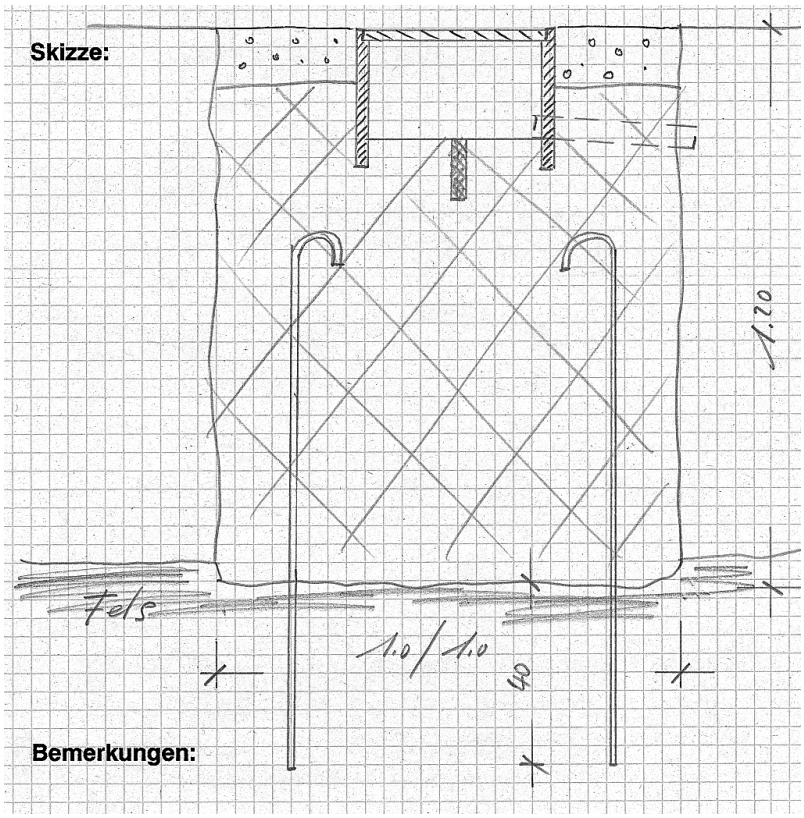


Abb. 4-1: Zeichnung (Schnitt) des Betonsockels des LV95-Punktes Filisur

Abb. 4-2: LV95-Punkt in Fels (Maloja)

Abb. 4-3: LV95-Bolzen in Fels, mit aufgesetzter Nivellierkugel

Abb. 4-4: LV95-Bolzen in Betonsockel unter Schacht

Abb. 4-5: Bolzen mit 5 mm-Loch als exzentrisches Zeichen

Abb. 4-6: Bodenplatte mit Bolzen mit 5 mm-Loch als exzentrisches Zeichen

4.4 LV95-Verdichtungspunkte

Die LV95-Verdichtungspunkte sind zentrisch gleich gekennzeichnet wie die LV95-Hauptpunkte, hingegen wurde hier auf exzentrische Zeichen verzichtet. Dies einerseits aus Kostengründen bei der Erstellung und andererseits aus der Überzeugung, dass eine allfällige Neubestimmung eines gefährdeten oder verschwundenen LV95-Verdichtungspunktes billiger kommt als die Erstellung und der aufwendige Unterhalt von einwandfreien exzentrischen Zeichen. Eine allfällige Rekonstruktion des Zentrumspunktes ab den benachbarten LV95-Punkten sollte heute einer Einmessung auf die Sekundärzeichen gleichwertig sein.

4.5 Besondere Kennzeichnungen

4.5.1 Referenzstation Zimmerwald

Die Referenzstation Zimmerwald ist ihrer zentralen Bedeutung wegen umfangreicher gekennzeichnet. Dort wird über eine Antenne, welche auf einem ca. 9 m hohen Metallmast plaziert ist, permanent gemessen. Neben dieser Antenne existieren zwei Kappenbolzen und ein Lochbolzen, sowie 2 exzentrische Zeichen und 2 Nivellementsbolzen. Zudem wurde die Beziehung zum Laser-Teleskop hergestellt (siehe auch Kap.2.3.1).

4.5.2 Testnetz Thun

Die 11 Punkte des Testnetzes auf der Allmend in Thun sind in einer Linie mit Abständen von 10 m gesetzt und dienen der Eichung von GPS-Antennen. Die Stabilität der Punkte wurde über mehrere Jahre mit einer Genauigkeit (1 σ) von 0.2 mm nachgewiesen (siehe auch Kap.2.3.5).

Abb. 4-7: Antennen-Teststrecke Thun mit montierten Pfeilern

4.6 Besondere Probleme bei der Kennzeichnung

Còlico: Dieser Punkt, unweit vom Ende des Lago di Como gelegen, wurde zentrisch und exzentrisch in gutem Fels gekennzeichnet. Einige Zeichen sind wenige Zentimeter unter Boden. Leider konnte der Eigentümer der Parzelle nicht eruiert und informiert werden (laut Auskünfte der Gemeinde und eines Nachbarn). Der Schutz dieses Punktes ist somit nicht optimal gewährleistet.

Hönggerberg: Dieser Punkt wurde 1988 durch die L+T erstellt. Exzentrisch wurden dabei keine speziellen Zeichen erstellt und eingemessen. Der Punkt ist Bestandteil des Testnetzes der ETHZ. Die weiteren Netzpunkte können als exzentrische Zeichen betrachtet werden.

Thun: Dieser LV95-Punkt ist einer der Sockel der Teststrecke von Thun. Als Exzentren können die übrigen Bolzen der Teststrecke betrachtet werden, welche aber im Punktprotokoll nicht explizit dargestellt sind.

Titlis: Dieser im Juni 1987 erstellte Punkt wurde bereits 1993 infolge Vergrösserung des Parkplatzes für Pistenfahrzeuge weggesprengt. Als Ersatz wurde 1994 der Punkt Engelberg neu erstellt und bestimmt.

4.7 Übersicht der Kennzeichnung aller EUREF- und LV95-Hauptpunkte

Kampagne	Zentrische Kennzeichnung					Exz. Kennzeichnung		
	Bolzen in Fels	Bolzen in Sockel (verankert in Fels)	Bolzen in Felsblock	Bolzen auf Objekt (z.B. Reservoir)	Bolzen in Betonsockel im Erdreich	Punkte mit exzentrischen Bolzen	Punkte mit exz. Bodenplatten und Bolzen	Punkte mit 2 exzentrischen Bodenplatten
LV95-89		10	1	9	7	17	8	1
LV95-90	7	5		4	16	13	11	7
LV95-91	20	3		1	3	24		3
LV95-92	6	4	3		5	15	2	1
Total	**34**	**22**	**3**	**14**	**31**	**69**	**21**	**12**

Tab. 4-2: Tabellarische Zusammenstellung der Kennzeichnungen der LV95-Hauptpunkte

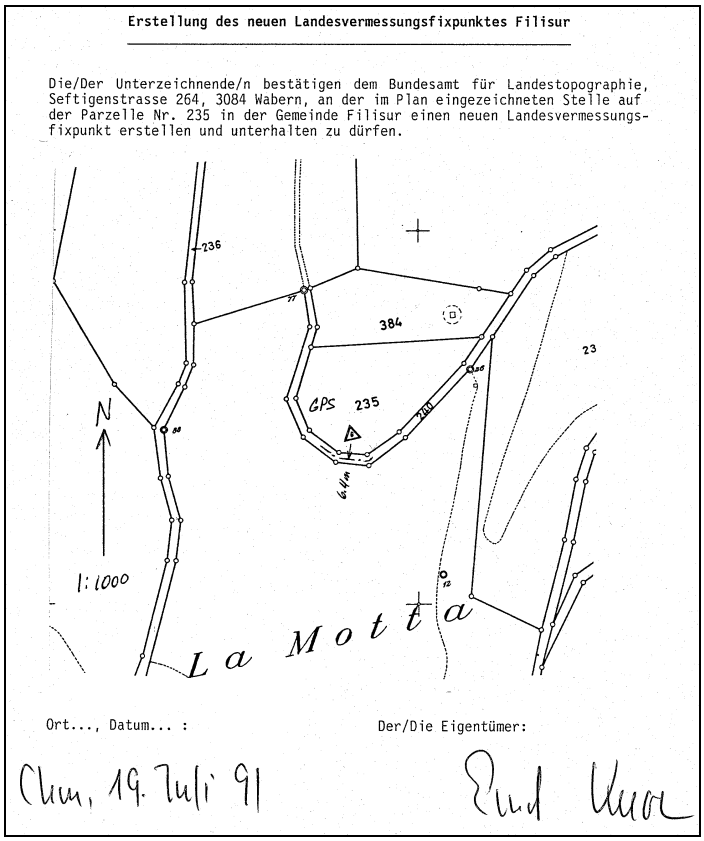
Abb. 4-8: Grafische Darstellung der Kennzeichnungen der LV95-Punkte

5 Durchführung der Kennzeichnung

Die Mitarbeiter der L+T erledigten den grössten Teil aller anfallenden Arbeiten selbst. Bei der Kampagnenplanung wurde darauf geachtet, dass die Bolzen und vor allem die Betonsockel mindestens einen Monat vor Messbeginn erstellt waren. Wenn möglich wurden die Betonfundamente bereits im Vorjahr unter der Aufsicht der L+T erstellt. Die Bolzen wurden meistens durch die Mitarbeiter der L+T selbst einbetoniert. In den übrigen Fällen wurde das Versetzen zumindest überwacht.

5.1 Erhebung der Eigentümer

Vorgängig der Kennzeichnung der LV95-Fixpunkte wurden die Eigentümer um ihr Verständnis zur Errichtung eines LV95-Punktes auf ihrem Grundstück nachgesucht und über alle weiteren Arbeiten an LV95-Punkten informiert. Als kleine Anerkennung schenkte ihnen die L+T einen Gutschein für den Bezug einer Landeskarte. Nach Abschluss der Arbeiten wurde ihnen schliesslich eine vollständige Punktdokumentation zugestellt.


Erstellung des neuen Landesvermessungsfixpunktes Filisur

Die/Der Unterzeichnende/n bestätigen dem Bundesamt für Landestopographie, Seftigenstrasse 264, 3084 Wabern, an der im Plan eingezeichneten Stelle auf der Parzelle Nr. 235 in der Gemeinde Filisur einen neuen Landesvermessungsfixpunkt erstellen und unterhalten zu dürfen.

Ort..., Datum... :

Der/Die Eigentümer:

Chur, 19. Juli 91

Abb. 5-1: Beispiel einer Bewilligung zur Duldung eines LV95-Punktes

5.2 Erstellung der Punktanlage

Die Details betreffend der Kennzeichnung der LV95-Punkte können den jeweiligen technischen Berichten der L+T, insbesondere TB 95-38, entnommen werden. Darin sind alle rekognoszierten Punktstandorte enthalten, also auch diejenigen, die nicht ausgewählt wurden.

Die Kappenbolzen wurden in der Regel durch Hans Gilgen versetzt. Im selben Arbeitsgang wurden ebenfalls die exzentrischen Zeichen gesetzt und eine Skizze der Fixpunktanlage erstellt.

Die Betonblöcke erstellte in der Regel das Privatunternehmen, Baugeschäft H.J. Küng AG, Entlebuch im Auftrag der L+T.

In vielen Fällen wurden die exzentrischen Zeichen (Bolzen oder Bodenplatten) erst nachträglich erstellt. Dies erledigten die Herren Hans Gilgen, Christian Müller, Thomas Signer, Daniel Gutknecht und Werner Santschi der L+T, meist anlässlich der Einmessung der exzentrischen Zeichen.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen detaillierten Überblick über die Erstellung der Punktanlagen:

Kampagne	Neupunkte	Kategorie	Erstellung	Erstellt durch	Bemerkung
NEOTEKTONIK *	1 VP	A	Juni 88	Gil	
	5 HP, 2 VP	C	Juli 87 – Juni 88	Gil, Küng	
	10 HP, 3 VP	D	Mai 87 – Aug. 94	Gil, Küng	3 EUREF
	1 HP	E	Mai 87	Gil	
LV95-89	10 HP	B	Mai 87 - April 89	Gil, Küng	
	9 HP	C	Mai 87 - Juni 89	Gil, Egg, Küng	
	7 HP	D	Juni 88 - Juni 89	Küng, Gil	3 EUREF
	1 HP	E	Mai 87	Gil	
LV95-90	7 HP	A	Juni 87 – Sept. 90	Gil, Küng	
	5 HP	B	April 89 - Juni 90	Gil, Küng	
	4 HP	C	Okt. 89 - Juni 90	Gil, Küng	1 EUREF
	16 HP	D	Dez. 87 - Juni 90	Küng, Gil	
LV95-91	20 HP	A	1985 – Juli 91	Gil, Egg, Müller	1 EUREF
	3 HP	B	April 91 - Mai 91	Küng	
	1 HP	C	Juni 91	Gil	
	3 HP	D	Juni 90 – April 91	Küng	
LV95-92	6 HP	A	Juni 91 – Okt. 91	Gil	
	4 HP	B	Okt. 91 – Nov. 91	Gil, Küng	
	5 HP	D	Okt. 91 – Nov. 91	Küng	
	3 HP	E	Juni 92	Gil	
BAHN2000	4 VP	D	Aug. 94 – Sept. 94	Küng, Gil	

Legende:

HP LV95-Hauptpunkt
VP LV95-Verdichtungspunkt
EUREF davon Punkt des EUREF
Egg Francis Eggenberg (L+T)
Gil Hans Gilgen (L+T)
Küng Hans-Jörg Küng AG, Entlebuch
Müller Christian Müller, Grossaffoltern

* Alle EUREF und LV95-Punkte dieses Netzes wurden in den LV95-Kampagnen nicht mehr neu erstellt, höchstens ihre Kennzeichnung ergänzt
A Kappenbolzen im Fels
B Betonsockel, eingelassen in felsigem Untergrund
C Kappenbolzen in massivem Bauwerk
D Betonsockel in Humus oder Kiesbett mit zentrisch eingelassenem Kappenbolzen
E Kappenbolzen in Felsblock

Tab. 5-1: Übersicht der Kennzeichnung der LV95-Punkte

5.3 Einmessung der exzentrischen Zeichen

Die klassische Einmessung der exzentrischen Zeichen erfolgte mit Richtungs-, Distanz- und Höhenwinkelmessung, resp. Nivellement. Es wurde zwangszentriert gemessen, wobei die Zentrierung mit Hilfe von Zentrierschlitten auf ca. 0.2 mm genau erfolgte. Die jeweilige Höhe eines LV95-Punktes wurde wenn möglich nivelliert.

Als Instrumente wurden verwendet: Leica T3000K, TC2002, Kern E2, Mekometer 5000, Leica DI2002, Leica NA3003 und Leica NA2.

Die exzentrischen Zeichen wurden nur in Ausnahmefällen mittels GPS eingemessen (z.B. Punkt Sta. Maria GR), da diese Messmethode im Nahbereich der klassischen, trigonometrischen Methode immer noch unterlegen ist.

Abb. 5-2: Einmessen von exzentrischen Kennzeichen

5.4 Anschluss an LV03

Allgemeine Grundsätze

Alle LV95-Punkte wurden auch im Bezugsrahmen LV03 bestimmt. Dies geschah, indem sie an die benachbarten LFP1/2 angeschlossen und entsprechend bestimmt wurden. In den weitaus meisten Fällen erledigte die L+T diese Aufgabe selber. Einzelne Punkte wurden von den jeweiligen kantonalen Vermessungsämtern oder von Privatbüros bestimmt.

Die Bestimmung erfolgte mit der üblichen Qualität der örtlichen Parzellarvermessung (auf wenige cm genau).

Rekognoszierung

Ausgehend von einem vorgezogenen Büroentwurf entstand das definitive Messkonzept erst unmittelbar vor der Messung an Ort.

Messung

Die Bestimmung der LV95-Punkte im Bezugsrahmen LV03 geschah vor allem klassisch oder mittels GPS, wenn die Sichten zu Nachbarpunkten fehlten. Wenn in unmittelbarer Umgebung des LV95-Punktes ein LFP1/2 lag, so wurden die Koordinaten mittels einer Verlegung direkt von diesem abgeleitet. Wichtig war dabei, dass der Anschluss-LFP1/2 einwandfreie LV03-Koordinaten aufwies und der Punktzustand dieser AP in Ordnung war.

Berechnung

Die definitiven Berechnungen wurden mittels LTOP im Bezugsrahmen LV03 ausgeführt. Die Akten sind im Punkt-Kuvert abgelegt.

Dokumentation

In den meisten Fällen wurde eine ausführliche Dokumentation über die Bestimmung der LV95-Punkte erstellt (z.T. ein technischer Bericht, Mess- und Berechnungsakten, Pläne, etc.) und im jeweiligen Punkt-Kuvert abgelegt.

5.5 Anschluss an LN02

Allgemeine Grundsätze

Wenn möglich wurden die LV95-Punkte ans Landesnivellement angeschlossen. Einzelne LV95-Punkte wurden auch an kantonale oder städtische Nivellemente angeschlossen. Dabei war zu beachten, dass die Anschlussmessungen kontrolliert erfolgten (mindestens an zwei NF angeschlossen).

In die Punktprotokolle wurden alle nivellierten Höhen aufgenommen. Ins Verzeichnis des Landesnivellementes wurden aber nur diejenigen LV95-Punkte aufgenommen, die ausgehend von Landesnivellementspunkten bestimmt wurden.

Rekognoszierung

Die Rekognoszierung beschränkte sich auf die Beurteilung des Zustandes der NF-Anschlusspunkte. Die Messlinien brauchten nicht speziell vorbereitet zu werden (in der Regel kein Setzen von Nieten).

Messung

Die Messungen hatten entsprechend dem Standard der Nachführung im Landesnivellement zu erfolgen. Es wurde also mit einer Mire gemessen. Die Zuverlässigkeit der Bestimmung musste erfüllt sein (Hin- und Rückmessung).

Berechnung

Die definitiven Berechnungen erfolgten im Bezugsrahmen LN02 z.T. mit dem Programm LNAUS. Diese Akten wurden meistens bei den Akten des Landesnivellementes abgelegt, z.T. aber auch im jeweiligen Punkt-Kuvert.

Dokumentation

In vielen Fällen erstellte der Ausführende einen kleinen Bericht über Messung und Berechnung der einzelnen LV95-Punkte. In einigen Fällen wurden die LV95-Punkte auch anlässlich von Nivellementskampagnen bestimmt, so dass die Akten bei der jeweiligen LN-Kampagne abgelegt sind. Alle am Landesnivellement nivellitisch angeschlossenen Punkte wurden als NF-Punkte in die LN-Akten aufgenommen.

Man beachte hiezu auch den L+T-Bericht Nr.12 (LV95, Teil 6: GPS-Landesnetz: GPS-Messungen 1988-94).

6 Dokumentation

Die Dokumentation der LV95 besteht aus folgenden Aktenstücken:

Akten	Inhalt	Ablage
Feldakten	Rekognoszierung, Kennzeichnung, Messung	Punkt-Kuvert Nachführungsbüro, Archiv Geodäsie
Berechnungsakten	Einmessung exz. Kennzeichen, Bestimmung in LV03, resp. LN02, Hilfsberechnungen	Punkt-Kuvert Nachführungsbüro
Verzeichnisse	Koordinaten- und Punktverzeichnisse	Punkt-Kuvert Nachführungsbüro, Datenbank, Archiv Geodäsie
Karten und Pläne	Punktkarten, Netzpläne, Vektorpläne, Übersichten	Archiv Geodäsie
Punkt-Protokolle	Punktinformationen für Dritte	Punkt-Kuvert Nachführungsbüro, Archiv Geodäsie
EDV-Daten	Messdaten (GPS), Berechnungen, Analysen, Resultate, Datenbank	Datenbank, Archiv Geodäsie, Spezialschrank im Luftschutzkeller
Berichte	Technische Berichte pro Kampagne, Arbeitsberichte	Schrank Geodäsie, Archiv Geodäsie
Diverse Akten	Vereinbarungen mit den Eigentümern, Fotos und Dias, Informationsschriften	Punkt-Kuvert Nachführungsbüro, Archiv Geodäsie

Tab. 6-1: Übersicht der Akten der LV95

Einzelne LV95-Punkte wurden im Rahmen von speziellen Kampagnen erstellt (z.B. NEOTEKTONIK, AlpTransit). Darüber wurden vollständige Dossiers erstellt und im Archiv Geodäsie abgelegt. Man beachte hiezu die jeweiligen technischen Berichte.

6.1 Feldakten

6.1.1 Rekognoszierungs-Protokolle

Die Resultate der Rekognoszierung sind in Protokollen (Listen oder Protokolle pro Punkt) festgehalten. Diese Protokolle sind pro Kampagne (in den entsprechenden technischen Berichten) oder punktweise in den Kuverts abgelegt.

6.1.2 Protokolle der Kennzeichnung

Die LV95-Punkte wurden nach einheitlichen Kriterien erstellt, so dass nicht von jedem Punkt ein spezielles Protokoll erstellt wurde. Die vorhandenen Protokolle der Kennzeichnung und/oder der Einmessung (Skizze) der Kennzeichen sind punktweise in den Kuverts abgelegt.

6.1.3 Messprotokolle

Die Messprotokolle von klassischen Bestimmungen (Einmessung der exzentrischen Zeichen, Bestimmung in LV03, respektive in LN02, Diverses) sind punktweise in den Kuverts abgelegt.
Die Stationsprotokolle der GPS-Messungen sind kampagnenweise in Ordnern abgelegt.

6.2 Berechnungsakten

Einmessung der exz. Zeichen, Anschluss an LV03, Anschluss an LN02

Die Dokumentation besteht aus kurzen technischen Berichten und Plänen, aus ausgewerteten Beobachtungen (GPS-Messungen, Richtungs-, Höhenwinkel- und Distanzmessungen, etc.), aus Transformationen (WGS84 in LV03) und aus Ausgleichungen (Bestimmungen mit LTOP, respektive mit LNAUS [Nivellement]).

Die Berechnungsakten all dieser Teile wurden punktweise in den Kuverts abgelegt.

6.3 Verzeichnisse

Verzeichnis	Inhalt	Ablage
Koordinatenverzeichnisse	1) ETRF-Koordinaten 2) LV95-Koordinaten 3) LV03-Koordinaten	EDV-Verzeichnisse EDV-Verzeichnisse und in Punktordner EDV-Verzeichnisse und in Punktordner Nachführungsbüro
Referenzlisten	1) Punktname / LK-Nummer 2) Kampagnennummer / LV95-Punktnummer	Punktordner Nachführungsbüro Punktordner Nachführungsbüro
Anschlüsse an LV03, resp. an LN02	1) Beziehung LV95-Hilfspkt./LFP1 2) Beziehung LV95-Hilfspkt./HFP1	TB 95-39 TB 95-39
Arbeitsübersicht	Übersicht der Arbeiten an LV95-Punkten	Liste in Ordner (Archiv)
Aktenverzeichnis	Liste welche alle Akten pro Punkt aufzeigt	Punkt-Kuvert Nachführungsbüro

Tab. 6-2: Übersicht der LV95-Verzeichnisse

6.4 Karten und Pläne

Die Übersicht des Gesamtnetzes (Punktkarte der Hauptpunkte) ist in verschiedenen Berichten enthalten. Übersichtspläne (z.B. Darstellung der LV95-Punkte, die nivelliert wurden) und Netzpläne der einzelnen Kampagnen sind im L+T-Bericht 12 (LV95, Teil 6: GPS-Landesnetz: GPS-Messungen 1988-94) enthalten.
Vektorpläne werden in den L+T-Berichten 14 (LV95, Teil 8: Gesamtausgleichung des GPS-Landesnetzes mit dem Diagnosenetz der Triangulation 1. und 2. Ordnung 'DIA95') und 15 (LV95, Teil 9: GPS-Landesnetz: Verdichtung und Bezug zur bisherigen Landesvermessung. Transformation 'LV95<-> LV03') dokumentiert.
Die Originale aller Karten und Pläne sind im Archiv (LV95-Dokumentation) abgelegt.

6.5 Punktprotokolle

Die definitiven Protokolle der LV95-Punkte (Haupt- und Verdichtungspunkte) enthalten alle Angaben des jeweiligen Punktes. Sie werden laufend nachgeführt. Das nachstehende Beispiel eines Punktprotokolles zeigt den Inhalt.

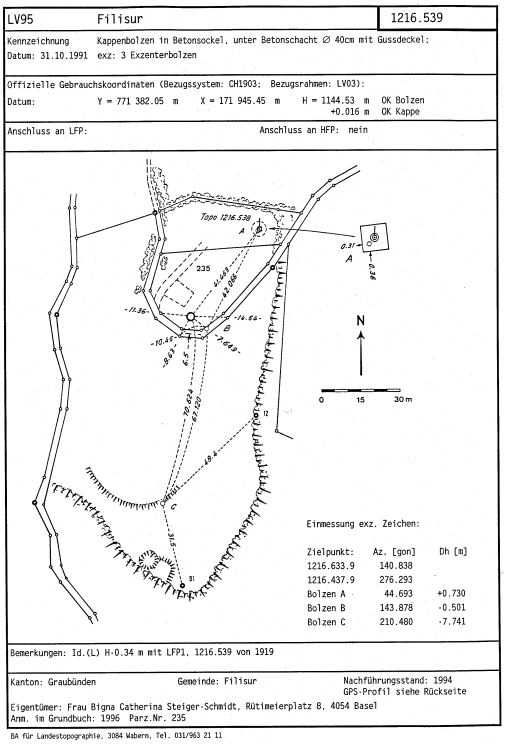


Abb. 6-1: Beispiel eines LV95-Punktprotokolls

Ohne Einschränkungen können nur die offiziellen Gebrauchskoordinaten eingesehen werden. Die Abgabe aller anderen Koordinaten unterstehen separaten Weisungen der L+T.

Die Protokolle sind in Ordnern und in Hängeregistern im Nachführungsbüro abgelegt, Kopien der ursprünglichen Protokolle befinden sich im Archiv.

6.6 EDV - Daten

Die Mess- (GPS) und Berechnungsdaten sind in elektronischer Form unter den entsprechenden Verzeichnissen abgelegt, ebenso Analysen, Resultate und Grafiken. Eine Liste, welche die Zuordnung aller Daten zeigt, ist in einem Ordner im Archiv abgelegt.

Alle Originaldaten sind zudem auf den ursprünglichen Datenträgern (Disketten, Disks, Bänder) in einem Spezialschrank im Keller abgelegt. Solange es möglich ist, kann darauf zurückgegriffen werden. Man ist aber stets bemüht, diese jeweils wieder auf aktuelle Datenträger zu kopieren (zur Zeit CD-Roms).

Die punktbezogenen Informationen werden in die Datenbank der L+T aufgenommen und dort verwaltet.

6.7 Berichte

Alle relevanten Berichte (Publikationen der L+T, der ETHZ und der EPFL, anderer Institute), Publikationen in Fachzeitschriften, Papiere von Tagungen und Vorträgen sowie weitere Informationen über LV95 sind klassiert und im Archiv abgelegt.

Verschiedene Publikationen sind käuflich und können bei der L+T bezogen werden. Die Liste im Anhang gibt Auskunft über den aktuellen Stand.

6.8 Diverse Akten

Aktenstücke	Inhalt	Ablage
Eigentümerakten	Bewilligung zum Bau von Punkten	Punkt-Kuvert (Nachführungsbüro), zusätzlich: Anmerkung im Grundbuch
Fotos und Dias	Dokumentationen der Arbeit	Ordner und Kisten, (Verzeichnis im Büro 201b)
Informationsschriften	Verschiedene Themen	Schrank Geodäsie im Archiv der L+T

Tab. 6-3: Übersicht diverser Aktenstücke

7 Nachführung des GPS-Netzes LV95

7.1 Konzept für die Nachführung

Die Nachführung der LV95-Punkte ist im Rahmen eines Konzeptes für die Behandlung der LV95-Punkte und der LFP1 geregelt, welches von der Geschäftsleitung der L+T am 5.11.1996 genehmigt wurde.

Dabei ist die L+T vollumfänglich zuständig für die Erstellung und den Unterhalt der LV95-Punkte.

Dieses Konzept stützt sich auf:

- gesetzliche Grundlagen (Verordnung vom 10. Mai 1972 über die Obliegenheiten der Eidgenössischen Landestopographie)
- laufende Bedürfnisse, die an die LV95-Punkte gerichtet werden

Details des Konzeptes:

- Neue LV95-Punkte (LV95-Verdichtungspunkte) werden nur bei ausgewiesenem Bedarf erstellt
- Der Unterhalt sowie Wiederholungsmessungen werden weiterhin durch die L+T durchgeführt
- Fremdkosten infolge von Arbeiten an LV95-Punkten werden von der L+T nur bezahlt, wenn sie in ihrem Auftrag erfolgten
- Eigentümer, Kantone und Gemeinden wurden angehalten, laufend Meldung zu erstatten, wenn Mutationen bevorstehen
- Die Resultate von LV95 sind öffentlich, soweit dies im Referenzrahmen LV03, resp. LN02 ist. Spezielle Resultate können mit entsprechenden Auflagen erworben werden.

7.2 Meldewesen

Die Kantonalen Vermessungsämter, die Gemeinden und die Eigentümer von Parzellen, auf welchen LV95-Punkte installiert sind, wurden informiert. Man erhofft sich dadurch, dass vorgesehene bauliche Massnahmen im Bereich von LV95-Punkten sofort gemeldet werden.

7.3 Begehungen

Die L+T wird die LV95-Punkte in Abständen von 5 Jahren regelmässig begehen. Dabei festgestellte Schäden sollen umgehend behoben werden. Anlässlich dieser Begehungen werden die betroffenen Instanzen erneut informiert.

Die exzentrischen Zeichen werden nur bei Bedarf, im Falle von Ergänzungen oder im Zweifelsfalle erneut eingemessen.

7.4 Revisionen

Revisionen an LV95-Punkten werden nur bei Bedarf angeordnet. Es ist aber vorgesehen, dass das LV95-Netz in Abständen von ca. 7 Jahren periodisch nachgemessen wird. Dies wirkt sich auch auf die Arbeiten in den Bereichen Kennzeichnung und Nachführung aus.

7.5 Dokumentation

Die bestehende Dokumentation der LV95 erlaubt, darin Nachführungen festzuhalten. Die aktuellen Dokumente befinden sich im Nachführungsbüro, die überholten Dokumente werden im Archiv aufbewahrt.

Die Registrierung ist punktweise organisiert. Ein Nachführungsregister im Nachführungsbüro erlaubt, gezielt Informationen über Mutationen zu suchen.

Abkürzungen

AV	Amtliche Vermessung
AP	Anschlusspunkt
CH1903	Schweiz. geodätisches Datum, festgelegt 1903 (Bezugssystem der Landesvermessung)
DIAyy	Diagnoseausgleichung der Triangulation 1. und 2. Ordnung (Version yy)
ETRFyy	European Terrestrial Reference Frame (Version yy)
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
EUREF	Europäisches GPS-Referenznetz 1989
EUREF-CH92	schweiz. GPS-Messkampagne im EUREF-Teilnetz 1992
EUREF-D/NL93	GPS-Messkampagne im EUREF-Teilnetz D/NL1993
GPS	Global Positioning System
HFP1	Punkte des Landesnivellementes
IERS	International Earth Rotation Service
ITRFyy	IERS Terrestrial Reference Frame (Version yy)
ITRS	IERS Terrestrial Reference System
LHN95	Landeshöhennetz 1995
LN02	Landeshöhennetz 1902
LV	Landesvermessung
LV03	Bezugsrahmen der Landesvermessung 1903
LV95	Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995
L+T	Bundesamt für Landestopographie
LFP1	Lagefixpunkte höherer Ordnung im Bezugsrahmen LV03
LFP2	Lagefixpunkte der amtlichen Vermessung im Bezugsrahmen LV03
LTOP	Ausgleichungsprogramm der L+T (Lage und Höhe)
LNAUS	Ausgleichungsprogramm für Nivellemente der L+T
NAGRA	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NF	Punkte des Landesnivellementes
RETrig	Réseau Européen de Triangulation
RPN	Repère Pierre du Niton: Höhen-Referenzpunkt des Bezugssystems CH1903
SLR	Satellite Laser Ranging
V+D	Eidg. Vermessungsdirektion
WGS84	World Geodetic System 1984 (GPS-Bezugssystem)

Referenzen

Beutler G. und W. Gurtner (1987) Das NAGRA GPS-Netz 1988 -- Eine Präanalyse. Astronomisches Institut der Universität Bern.

Danuser G. und A. Wiget (1993): EUREF-Stationen der Schweiz. Lokale Beziehungen zwischen RETrig/DIA und EUREF/LV95.

Schneider D. (1998): Aufbau von GPS-Netzen in der Schweiz*. Beitrag zum 22. DVW-Seminar: Moderne Verfahren der Landesvermessung. Universität der Bundeswehr, München, 12.-14.4.1998.*

Schneider D., E. Gubler und A. Wiget (1996): Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95': Teil 1: Vorgeschichte, Entstehung des Projekts, Konzept und Planung. *Berichte aus det L+T Nr.6*, Wabern

Vogel B., D. Gutknecht, W. Santschi, T. Signer und A. Wiget (1997): Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95': Teil 6: GPS-Landesnetz: GPS-Messungen 1988-94. *Berichte aus der L+T Nr.12*, Wabern.

Vogel B. (1997) Neue Landesvermessung LV95: Zusammenstellung der Anschlüsse an die LV03 und das LN02. *Technischer Bericht 95-39*, Wabern.

Wiget A. und D. Schneider (1990): GPS-Netz Neotektonik" 1988. *Technischer Bericht, 1990*, Wabern.

Wiget A., E. Gubler, D. Schneider (1991a): GPS-Präzisionsnetz zur Bestimmung von rezenten Krustenbewegungen in der Nordschweiz. *VPK 8/91, pp415-426.*

Wiget A., Th. Signer, D. Schneider (1991b): A National High-Precision GPS Reference Network for Switzerland. *Paper presented at the XXth General Assembly of the IUGG in Vienna, Austria, 11-24 August, 1991*.

Wiget A. (1996) EUREF-CH '92 / 93: Swiss GPS Campaigns for the densification of EUREF and the establishment of the new national network 'LV95'. *Technischer Bericht 96-12*, Wabern.

Wild U. und W. Gurtner (1995): Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95': Teil 2: Geostation Zimmerwald: Satellite Laser Ranging (SLR) und GPS-Permanentbetrieb. *Berichte aus der L+T Nr.7*, Wabern.

Liste der Berichte aus der L+T

Nr.	**Titel** (Autoren)	Ausgabe	Preis
1	Jahresbericht / Rapport annuel 1993	1994	
2	Publikationen 1980–93 Publications 1980–93	1994	CHF 8.-
3	Die neue Strassenkarte 1:200'000 (H.U. Feldmann und M. Oehrli) Die neue Landeskarte 1:1'000'000 (H.U. Feldmann)	1995	CHF 10.-
4	Jahresbericht / Rapport annuel 1994	1995	
5	Jahresbericht / Rapport annuel 1995	1996	
6	Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95': Teil 1: Vorgeschichte, Entstehung des Projekts, Konzept und Planung (D. Schneider, E. Gubler und A. Wiget)	1996	CHF 8.-
7	Teil 2: Geostation Zimmerwald: Satellite Laser Ranging (SLR) und GPS-Permanentbetrieb (U. Wild und W. Gurtner)	1995	CHF 8.-
8	Teil 3: Terrestrische Bezugssysteme und Bezugsrahmen (D. Schneider, E. Gubler, U. Marti und W. Gurtner)	in prep.	
9	Teil 4: Diagnoseausgleichung der Triangulation 1. und 2. Ordnung 'DIA93' (H. Chablais, Th. Signer und B. Vogel)	1995	CHF 8.-
10	Jahresbericht / Rapport annuel 1996	1997	
11	Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95': Teil 5: GPS-Landesnetz: Netzanlage, Materialisierung, Dokumentation und Nachführung (W. Santschi, B. Vogel, Th. Signer und D. Gutknecht)	1998	CHF 8.-
12	Teil 6: GPS-Landesnetz: GPS-Messungen 1988-94 (B. Vogel, D. Gutknecht, W. Santschi, T. Signer und A. Wiget)	1997	CHF 8.-
13	Teil 7: GPS-Landesnetz: Auswertung der GPS-Messungen 1988-94; Bezugsrahmen 'CHTRF95' und 'LV95' (A. Wiget, U. Wild, T. Signer und B. Vogel)	in prep.	
14	Teil 8: Gesamtausgleichungen des GPS-Landesnetzes mit dem Diagnosenetz der Triangulation 1. und 2. Ordnung 'DIA95' (D. Schneider, T. Signer, B. Vogel und A. Wiget)	in prep.	
15	Teil 9: GPS-Landesnetz: Verdichtung und Bezug zur bisherigen Landesvermessung. Transformation 'LV95 <-> LV03' (T. Signer und B. Vogel)	in prep.	