

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 88 (1990)

**Heft:** 12: Vermessung und Eisenbahn = Mensuration et chemin de fer = Misurazione e ferrovia

**Artikel:** Die Zukunft der Bahn = L'avenir du rail = Il futuro della ferrovia

**Autor:** Ebnetter, F.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-234370>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Vermessung und Eisenbahn Mensuration et chemin de fer Misurazione et ferrovia

F. Ebnetter

Seit den Anfängen des Schienenverkehrs – 1847 verband die erste schweizerische Eisenbahn Zürich mit Baden – haben Generationen von Vermessungsfachleuten ihr Wissen und Können in den Dienst der Eisenbahn gestellt. Aus den besonderen Bedürfnissen der Eisenbahn haben sich spezielle Lösungsmethoden entwickelt, so dass heute die Eisenbahnvermessung als Spezialgebiet der Ingenieurvermessung angesehen werden kann. Dieses Wissen ist heute leider nur einem kleinen Kreis von Vermessungsfachleuten bekannt. Mit der Zunahme der Bautätigkeit rund um die Eisenbahn werden immer mehr Vermesser mit eisenbahnspezifischen Aufgaben konfrontiert. Dies ist mit ein Grund für den Vermessungsdienst der Schweizerischen Bundesbahnen, Aufgaben und Methoden der Eisenbahnvermessung einem breiten Fachpublikum vorzustellen.

*Depuis les débuts du transport par rail – en 1847 le premier chemin de fer suisse reliait Zurich et Baden – des générations de spécialistes de la mensuration ont mis leur savoir au service du rail. Les besoins spécifiques du chemin de fer ont donné naissance à des solutions spécifiques, si bien que la mensuration appliquée au chemin de fer peut être considérée comme un domaine particulier de la mensuration d'ingénieur. Malheureusement ce savoir n'est réservé actuellement qu'à un cercle restreint de spécialistes de la profession. Avec l'accroissement des constructions ferroviaires, un nombre toujours plus grand de géomètres sont confrontés avec les tâches particulières du chemin de fer. C'est là une des raisons, pour le service des géomètres des chemins de fer fédéraux, de présenter à un public spécialisé plus large les tâches et les méthodes de la mensuration au chemin de fer.*

Già dall'inizio del traffico su rotaia – nel 1847 la prima ferrovia svizzera collegava Zurigo con Baden – generazioni di esperti in misurazioni hanno messo al servizio della ferrovia le loro conoscenze e la loro capacità. A causa delle speciali necessità della ferrovia si sono sviluppati metodi particolari, grazie ai quali oggi la misurazione ferroviaria può essere considerata un compito complementare della misurazione ufficiale.

Purtroppo queste conoscenze sono oggi patrimonio solo di una piccola cerchia di persone specializzate nella misurazione. Queste, si trovano sempre più confrontate con compiti particolari causati dall'aumento dell'attività costruttiva della ferrovia. Per il servizio misurazioni delle FFS, questa è un'occasione per presentare ad un ampio pubblico di esperti i compiti della misurazione ferroviaria.

## Die Zukunft der Bahn

Die Bahn erlebt derzeit im Personen- wie im Güterverkehr eine wahre Renaissance. Wo bei uns Verkehrsprobleme auftreten, setzen Planer und Politiker wieder auf die Schiene: in den Städten, im Nah- und Fernverkehr und im Transit. Diese Entwicklung löste bei den SBB verschiedene Projekte aus, die bereits realisiert sind und die jetzt bearbeitet werden.

### *S-Bahn Zürich:*

Im Mai 1990 wurde über ein Schienennetz von 380 km ein regionales Schnellbahnnetz in Betrieb genommen. Neben dem Ausbau der bestehenden Anlagen umfasste das Projekt auch 11,5 km meist unterirdische Neubaustrecken.

### *Bahn 2000:*

Im Dezember 1987 hat das Schweizervolk dem Projekt Bahn 2000 zugestimmt, ei-

## L'avenir du rail

Le chemin de fer vit actuellement une véritable renaissance dans le domaine du transport de personnes aussi bien que de marchandises. Les planificateurs et les politiciens misent à nouveau sur le rail pour résoudre des problèmes de transport dans les agglomérations, ainsi qu'en trafic à courte et longue distance ou de transit. Le développement a donné lieu aux CFF à plusieurs projets importants, déjà réalisés ou en cours d'élaboration.

### *S-Bahn Zurich:*

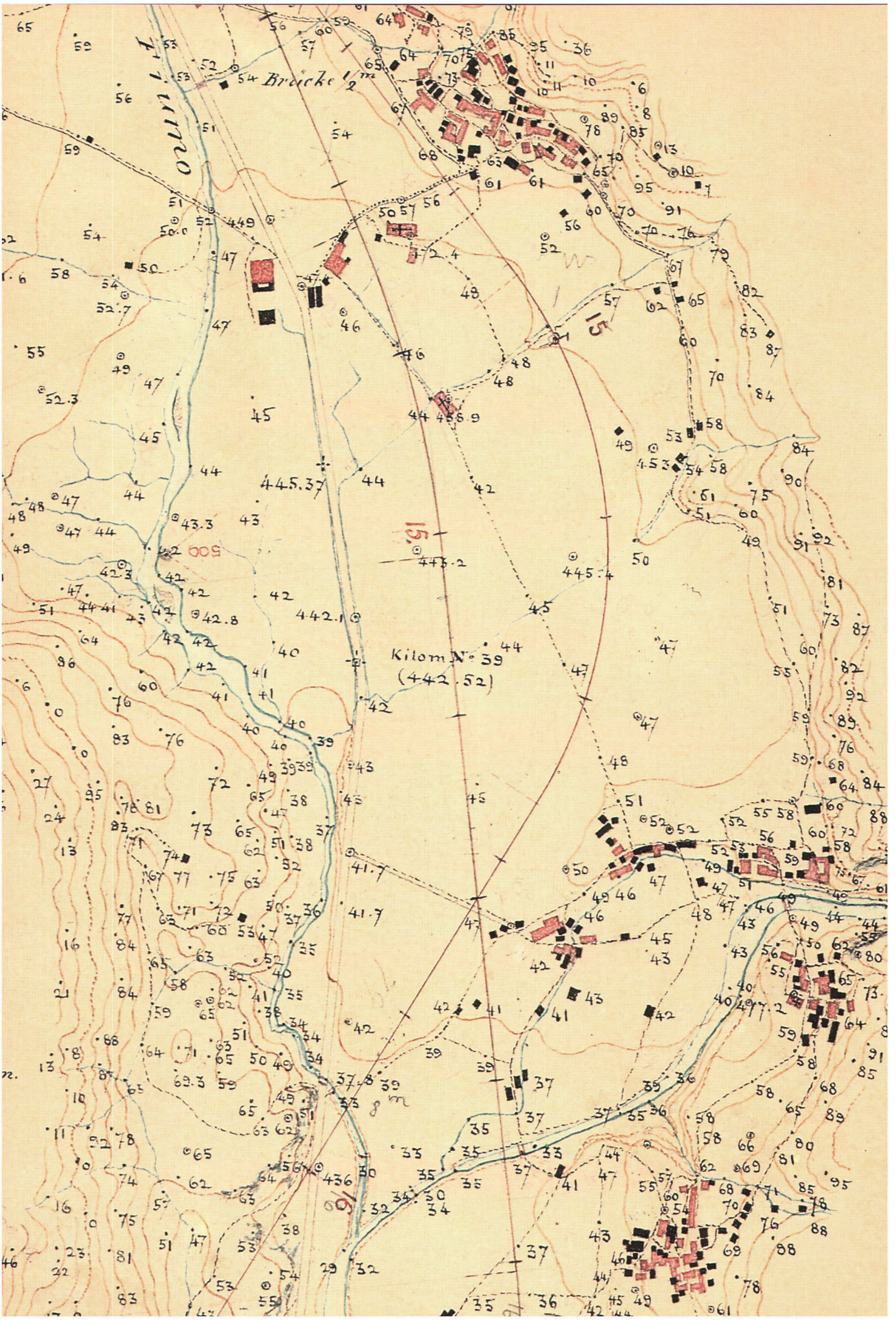
En mai 1990 le réseau express régional zurichois a été mis en service sur 380 km. Outre l'extension des installations existantes cette réalisation compte 11,5 km de lignes nouvelles en grande partie souterraines.

## Il futuro della ferrovia

Attualmente la ferrovia vive una vera rinascita nel trasporto di passeggeri e delle merci. Dove ci sono problemi di traffico, progettisti e politici ripropongono la rotaia come soluzione: nel traffico urbano, locale, interurbano e in quello di transito. Questo sviluppo ha avuto come conseguenza per le FFS lo studio di vari progetti in parte realizzati, in parte in fase di rielaborazione.

### *S-Bahn Zürich (Rete celere zurighese):*

Nel mese di maggio 1990 è stata messa in esercizio la ferrovia rapida regionale per un totale di 380 km di binari. Oltre all'ammodernamento della rete esistente il progetto comprendeva anche 11,5 km di nuove linee, per la maggior parte in galleria.



nem Konzept, das den öffentlichen Verkehr landesweit stärkt. Mit Neubaustrecken von zusammen 130 km Länge und Ausbauten im bestehenden Netz soll das Ziel von häufigeren, rascheren und bequemer Verbindungen erreicht werden. Tempo 200 wird dabei auch in der Schweiz auf Schienen Realität.

## AlpTransit:

Die Schweiz als Transitland im Herzen Europas soll auch ihren Beitrag zur umweltfreundlichen Lösung der europäischen Verkehrsbedürfnisse leisten. Dazu müssen die Kapazitätsprobleme am Gotthard und Lötschberg mit neuen tieferliegenden Basistunnels gelöst werden. Die SBB und BLS beschäftigen sich heute mit der Planung dieser Alp Transit Projekte. Die verbindlichen Entscheide werden durch die eidgenössischen Räte und das Schweizer Volk in den nächsten Jahren getroffen.

Neben diesen Grossprojekten wird bei den SBB aber auch laufend das bestehende Schienennetz modernisiert. Mit einem enormen Aufwand müssen dauernd die bestehenden Anlagen unterhalten werden, damit die Eisenbahn als sicheres Transportmittel bestehen kann.

## Der Vermessungsdienst der SBB

Die SBB nehmen die Herausforderung zur zukünftigen Lösung unserer Verkehrsprobleme wahr. Mit den verschiedenen spezialisierten Fachdiensten, die eng miteinander zusammenarbeiten, werden optimale Lösungen gefunden. Einer dieser Fachdienste ist der Vermessungsdienst. Er tritt zwar nach aussen recht wenig in Erscheinung, hat aber für die Planung, die Projektierung, den Bau und den Unterhalt aller technischen Anlagen eine enorme Bedeutung.

Die hauptsächlichlichen Aufgaben des Vermessungsdienstes sind:

- Beschaffung von Planungs- und Projektierungsgrundlagen
- geometrische Planung und Projektierung von Bahnanlagen
- Übertragung der Projekte ins Gelände
- Mitarbeit bei der Erstellung der Anlagendokumentation

## Rail 2000:

En décembre 1987 le peuple suisse approuvait le projet Rail 2000: un concept renforçant les transports publics à l'échelle nationale. Avec des lignes nouvelles totalisant 230 km et des extensions du réseau actuel, on vise à obtenir des liaisons plus fréquentes, plus rapides et plus agréables. La vitesse de 200 km/h deviendra à cette occasion une réalité également sur le réseau suisse.

## AlpTransit:

La Suisse, région de transit au cœur de l'Europe, se doit d'apporter sa contribution à la solution écologique des besoins européens de transport. Pour cela, des problèmes de capacité doivent être résolus au Gotthard et au Lötschberg avec des tunnels de base. Les CFF et le BLS travaillent actuellement à la conception de ces projets AlpTransit. Les décisions formelles vont être prises par les chambres fédérales et le peuple suisse au cours des années à venir.

Parallèlement à ces projets d'importance les CFF modernisent continuellement le réseau actuel. Des montants importants sont consacrés à l'entretien et au renouvellement des installations existantes afin de maintenir le chemin de fer comme moyen de transport fiable.

## Le service des géomètres des CFF

Les CFF relèvent le défi de résoudre les problèmes posés par l'avenir des transports. Les différents services spécialisés, par leur étroite collaboration, y contribuent avec le développement de solutions optimales. Bien qu'apparaissant très peu vis-à-vis de l'extérieur, les géomètres CFF – ils représentent un de ces services – ont une grande importance pour la planification, l'élaboration de projets ainsi que la construction et l'entretien des installations techniques.

Leurs principales tâches sont:

- l'acquisition des données de base pour la planification et l'élaboration des projets
- la conception géométrique et l'élaboration de projets d'installations de voies
- l'implantation des constructions

## Ferrovia 2000:

Con la votazione del dicembre 1987 il popolo svizzero ha accettato il progetto Ferrovia 2000, un programma che rafforza il traffico viaggiatori su tutto il territorio nazionale. Nuove linee per un totale di 130 km ed il rinnovamento della rete esistente sono le mete che dovrebbero essere raggiunte per disporre di collegamenti più frequenti, rapidi e comodi. La velocità di 200 km/h su rotaia diventerà così una realtà anche per la rete ferroviaria svizzera.

## Transito alpino:

La Svizzera, deve come paese di transito al centro dell'Europa, anche dare il suo contributo per una soluzione favorevole all'ambiente dei problemi posti dal traffico continentale. Devono perciò essere risolti i problemi della capacità di trasporto sul Gottardo e sul Lötschberg con nuove gallerie di base.

Le FFS e la BLS si occupano oggi del progetto di queste trasversali alpine. La soluzione definitiva verrà approvata dalle camere federali e dal popolo svizzero.

Oltre a questi progetti le FFS modernizzano periodicamente la rete esistente. Con enormi spese devono continuamente provvedere alla manutenzione degli impianti esistenti, affinché la ferrovia resti un mezzo di trasporto sicuro.

## Servizio misurazioni delle FFS

Le FFS affrontano seriamente la sfida rappresentata dalla ricerca di soluzioni per risolvere i nostri problemi di traffico. Grazie alla buona collaborazione dei diversi servizi tecnici vengono trovate ottime soluzioni. Uno di questi è il servizio misurazioni. Questo servizio, poco conosciuto, ha un'enorme importanza per la programmazione, la progettazione, la costruzione e la manutenzione di tutti gli impianti tecnici.

I compiti più importanti del servizio misurazioni sono:

- la ricerca e la messa a disposizione delle documentazioni pianificatorie e di progetto
- la pianificazione geometrica e la progettazione
- il riporto dei progetti sul terreno
- la collaborazione nell'esecuzione di documentazioni relative agli impianti

**Abb. 1: Ausschnitt aus dem Originalmesstischblatt: 1 : 10 000 der Gotthard-Bahn aus der Gegend Bironico-Camignolo, erstellt 1861, mit eingetragenen Linienführungsvarianten (Vergrösserung: 1 : 5000).**

**Extrait de la minute de la planchette au 1 : 10 000 du chemin de fer du Gotthard, région Bironico-Camignolo, établie en 1861, avec report de variantes du tracé (agrandissement au 1 : 5000).**

**Estratto dal piano originale 1 : 10 000 della ferrovia del Gottardo, zona Bironico-Camignolo, pubblicato nel 1861 con varianti per un tracciato ferroviario (ingrandimento 1 : 5000).**

# Partie rédactionnelle

- geodätische Überwachung der Bauten und des umgebenden Geländes
- Mitarbeit beim Landerwerb.

Damit diese Aufgaben wahrgenommen werden können, braucht es

- personelle Kapazitäten  
SBB-intern  
Zusammenarbeit mit privaten Ingenieur- und Vermessungsbüros
- Infrastruktur (Werkzeuge)  
Vermessungsinstrumentarium  
EDV Hard- und Softwaremittel
- adaptierte vermessungstechnische Verfahren
- neben dem vermessungstechnischen Wissen fundierte Kenntnisse der Eisenbahntechnik.

Das Ziel dieses Heftes ist es, anhand von ausgewählten Beispielen einen Einblick in die Aufgaben und Methoden des Vermessungsdienstes der SBB zu geben. Es würde den Rahmen dieses Heftes sprengen, alle Aufgaben darzustellen.

## Historisches zur Eisenbahnvermessung

Als Anfang des 19. Jahrhunderts von England her die stürmische Entwicklung des Schiennetzes auch in der Schweiz einsetzte, standen für Planungs-, Projektierungs- und Bauarbeiten nur rudimentäre Vermessungsgrundlagen zur Verfügung. Die uns heute so selbstverständlichen Unterlagen wie Triangulationsnetz, Kartenwerk, Übersichts- oder Katasterpläne mussten in mühsamer Kleinarbeit mit den damals verfügbaren Vermessungswerkzeugen für die einzelnen Projekte erarbeitet werden. Diese Aufgaben haben nicht zuletzt auch für den Instrumentenbau wesentliche Impulse gegeben.

Noch heute sind die Arbeiten von Ingenieur Wetli berühmt, der 1861/1862 im Auftrage des Gotthardkomitees zwischen Erstfeld und Lugano topographische Pläne im Massstab 1:10 000 mit 10 m Höhenkurven erstellte. Diese Pläne waren eine Glanzleistung bezüglich Präzision und aufgewendeter Zeit. Ohne die Grundlage einer Triangulation erstellt, erlaubten sie das Trassestudium und sogar eine erste Bestimmung der Tunnelachse des Gotthards in Lage und Höhe. Die Tunnellänge stimmte auf 100 m. Die Höhenlage der Portale Göschenen und Airolo ergab lediglich Abweichungen von einigen Metern.

Neben diesen Übersichtsplänen erstellten die einzelnen Bahngesellschaften über ihre Anlagen Situationspläne in den Massstäben 1:1000 und 1:500. Neben den Eigentumsgrenzen enthalten diese sorgfältig kolorierten Pläne detaillierte Informationen zu den Bahnanlagen und zur Um-

- la participation à l'établissement de la documentation relative aux installations
- la surveillance géodésique des terrains et des ouvrages
- la collaboration aux opérations d'acquisition d'immeubles.

Pour la réalisation de ces tâches il faut:

- un potentiel de personnes interne aux CFF extérieur avec la collaboration des bureaux privés d'ingénieurs et de géomètres
- une infrastructure sous forme d'équipements de mensuration de matériel informatique et de logiciel
- des techniques géométriques adaptées
- à côté des connaissances professionnelles propres au géomètre un savoir ferroviaire confirmé.

Le but de ce numéro spécial est de présenter, sans prétention d'exhaustivité, mais à l'aide d'exemples choisis, un aperçu des tâches et des méthodes de travail des géomètres CFF.

## Un peu d'histoire

Lorsque, au début du 19e siècle, le développement fulgurant du chemin de fer, parti d'Angleterre, atteint la Suisse, il n'existait que des rudiments de bases géodésiques pour la conception des projets et leur réalisation. Ce dont il nous paraît normal aujourd'hui de disposer – réseaux de triangulation, cartes topographiques, plans d'ensemble et cadastraux – dû être établi, pour chaque projet, avec peine à l'aide du matériel de l'époque. Et ce n'est pas sans donner des impulsions importantes pour le développement des instruments que ces tâches ont été réalisées.

Les travaux de l'ingénieur Wetli sont célèbres encore de nos jours. En 1861/1862, sur mandat du comité du Gotthard, il établit, entre Erstfeld et Lugano, des plans topographiques à l'échelle du 1:10 000 avec des courbes tous les 10 m. Ce fut une performance tant du point de vue de la précision que de la rapidité. Malgré l'absence d'une base de triangulation, ils permirent l'étude de tracé et même une première détermination de l'axe du tunnel du Gotthard en plan et en élévation. La différence avec la réalité fut inférieure à 100 m en longueur et de quelques mètres en altitude.

En plus de ces plans d'ensemble les compagnies ferroviaires établirent des plans de situation aux échelles du 1:1000 et du 1:500. Ces documents coloriés avec soin montrent les limites de propriété et fournissent des informations détaillées sur les installations ferroviaires et les environs du domaine du chemin de fer. La qualité de

- il controllo geodetico dei manufatti e del terreno circostante
- la collaborazione nell'espropriazione dei terreni.

Affinché questi compiti possano essere realizzati occorrono:

- del personale istruito delle FFS stesse di uffici privati di ingegneria e del catasto che collaborano con le FFS
- delle infrastrutture strumenti di misurazione mezzi EED, Hardware e Software
- dei procedimenti adatti nella tecnica di misurazione
- delle conoscenze approfondite della tecnica ferroviaria, parallelamente alle cognizioni tecniche di misurazione.

L'obiettivo di queste pagine, sulla scorta di esempi selezionati, è quello di dare uno sguardo ai compiti ed ai metodi del servizio di misurazione delle FFS. Sarebbe però impossibile presentare in queste poche pagine tutti i compiti del servizio misurazioni.

## Storia delle misurazioni ferroviarie

All'inizio del 19. secolo il rapido sviluppo della rete ferroviaria in Inghilterra si impose anche in Svizzera.

Per la pianificazione, la progettazione ed i lavori di costruzione usufruivano unicamente di sistemi ed attrezzature rudimentali. I documenti e le attrezzature di cui oggi disponiamo in maniera del tutto naturale, come la rete trigonometrica, le carte topografiche, le carte corografiche e i piani catastali, allora, per i singoli progetti, richiesero un'elaborazione minuziosa e faticosa con i pochi mezzi a disposizione. Quei compiti hanno, non da ultimo, dato un sostanziale impulso alla costruzione di strumenti per la misurazione. Ancora oggi sono famosi i lavori eseguiti dall'ingegnere Wetli nel 1861/1862 tra Erstfeld e Lugano per incarico della Ferrovia del Gottardo per l'allestimento di piani topografici in scala 1:10 000 con curve di livello di 10 m. Questi piani furono un capolavoro per quanto riguarda la precisione e il tempo impiegato. Senza la base di una triangolazione questi piani permisero lo studio del tracciato e persino una prima definizione dell'asse della Galleria del Gottardo nella sua direzione e altitudine. La galleria, in lunghezza, fu costruita con un errore di 100 m. Le quote dei portali di Göschenen e Airolo differirono solamente di alcuni metri.

Le singole compagnie ferroviarie elaborarono per i loro impianti, oltre ai piani corografici, anche piani di situazione in scala 1:1000 e 1:500. Questi piani, meticolosa-

gebung des Bahngebietes. Diese Pläne waren von einer derart hervorragenden Qualität, dass sie teilweise noch während 100 Jahren nachgeführt wurden und als Bahnpläne ihre Verwendung fanden. Erst mit der Einführung der eidgenössischen Grundbuchvermessung wurden die letzten dieser Pläne in den vergangenen Jahren aus dem Verkehr gezogen. Die auf diese Pläne bauenden detaillierten Grenzbeschreibungen haben vielen Grundbuchvermessungen als zuverlässige Quelle gedient. Die Bedeutung und Qualität der Eisenbahnvermessung hat zusammen mit der Grundstücksdokumentation der Eisenbahngesellschaften sicher auch mitgeholfen, dass bei der Einführung des schweizerischen Zivilgesetzbuches ein separates Eisenbahngrundbuch vorgesehen wurde.

Die Eisenbahn hat aber auch wesentlich zur Entwicklung der Ingenieurvermessung beigetragen. Die Bestimmung der Achse des Gotthardtunnels 1869–1880 durch O. Gelpke und C. Koppe hat klassischen Charakter (vgl. F. Kobold, VPK 3/82). Klassischen Charakter hat seines Verfassers wegen auch die 1872 veröffentlichte Schrift «Die Übergangscurven für Eisenbahn-Geleise» von F. R. Helmert, dem damaligen ordentlichen Lehrer der Geodäsie an der polytechnischen Schule zu Aachen. Bei Helmert finden sich auch schon die Grundgleichungen der Klothoide in Parameterdarstellung von  $x$  und  $y$  als Funktion der Bogenlänge, sowie die Behandlung der biquadratischen Parabel als Mittel, linear ansteigende Rampen in ihren Endprodukten auszurunden. Hier sieht man die Bedeutung, die in der Eisenbahnvermessung schon früh der numerischen Berechnung von Linienführungen beigegeben wurde.

Neben der exakten, numerischen Berechnung wurden auch Methoden entwickelt, die es erlauben, mit allereinfachsten Rechenhilfsmitteln komplexe Geometrien zu rechnen und im Gelände abzustecken bzw. für Unterhaltsarbeiten rückzuversichern. Dazu sei das Winkelbildverfahren der Nalenz-Höfer erwähnt. Ein weiteres Beispiel ist das Hallade-Verfahren der SBB, das in einem nächsten Kapitel vorgestellt wird.

## Eisenbahnvermessung heute

In der Zwischenzeit hat eine enorme Entwicklung in der Vermessungstechnik stattgefunden. Die Wünsche und Bedürfnisse des Eisenbahnbaues an die Vermessung sind gestiegen. Die neuen Methoden haben aber auch das Betätigungsfeld des Eisenbahn-Vermessers wesentlich erweitert. So stehen heute beim Vermessungsdienst der SBB die verschiedensten Methoden im Einsatz:

ces plans était telle que certains d'entre eux furent mis à jour durant un siècle et utilisés comme plans de la documentation ferroviaire. Ce n'est que lors de l'introduction du cadastre fédéral qu'ils furent retirés, il y a relativement peu d'années. La description détaillée des limites figurant sur ces plans a servi de référence fiable à bien des mensurations cadastrales. C'est vraisemblablement aussi à cause de l'importance et de la qualité de la mensuration ferroviaire et de la documentation foncière des compagnies que, lors de l'introduction du code civil suisse, un registre foncier CFF séparé a été envisagé.

Le rail a également contribué de manière importante à l'essor de la géodésie d'ingénieur. La détermination de l'axe du tunnel du Gotthard, entre 1869 et 1880, par O. Gelpke et C. Koppe reste classique (voir F. Kobold, MPG 3/82). Également très connu à cause de son auteur F. L. Helmert, à l'époque professeur ordinaire de géodésie à l'école polytechnique d'Aachen, le travail publié en 1872 sur les courbes de raccordement pour la voie ferrée. Helmert définit déjà l'équation de base de la clothoïde sous forme paramétrique en  $X$  et  $Y$  comme fonction de sa longueur, ainsi que l'utilisation de la parabole «biquadratique» pour rendre linéaires les variations du dévers. On voit ici l'importance attachée très tôt par la mensuration ferroviaire au calcul numérique de tracé.

Outre ces procédés numériques exacts ou développe aussi des méthodes permettant, avec des moyens simples, le calcul de géométries compliquées, leur implantation dans le terrain et leur repérage en vue des travaux d'entretien. Mentionnons à ce sujet le procédé Nalenz-Höfer représentant les courbes selon un diagramme de courbure. Un autre exemple est l'application aux CFF de la méthode Hallade, présentée dans un prochain chapitre.

## La mensuration ferroviaire aujourd'hui

Depuis, la mensuration ferroviaire a considérablement évolué. Le cadre des mandats que lui confie la construction ferroviaire s'est élargi et les méthodes modernes ont augmenté le champ d'activité des géomètres CFF. C'est ainsi que ce service utilise toute une série de méthodes et de moyens:

### Photogrammétrie

- Acquisition de données de base et modèle digital du terrain
- Wagon de mesure de profils en tunnel

### GPS

- Détermination de points de base et de réseaux géodésiques de tunnels

mente colorati, oltre ai confini di proprietà, davano dettagliate informazioni sugli impianti ferroviari e sulle immediate vicinanze. Questi piani erano di una qualità eccellente, tale da permettere in parte il loro aggiornamento e l'utilizzazione come piani originali per un periodo di 100 anni. Gli ultimi piani aggiornati vennero sostituiti solo dopo l'introduzione del Registro Fondiario Federale. La precisione dei confini parcellari su questi piani, servì per molte misurazioni catastali come fonte di sicuro affidamento. L'importanza e la qualità della misurazione ferroviaria, unitamente alla documentazione parcellare delle compagnie ferroviarie, ha certamente contribuito all'introduzione, nel Codice Civile Svizzero, di una legge federale sulle ferrovie separate.

La ferrovia ha pure contribuito notevolmente allo sviluppo della misurazione ufficiale. La definizione dell'asse della galleria ferroviaria del Gottardo nel 1869–1880 da parte di O. Gelpke e di C. Koppe ha carattere classico. (Vedi F. Kobold, MPG 3/82). L'opuscolo di F.R. Helmert, allora insegnante in geodesia al politecnico di Aachen, «Le curve di raccordo per i binari ferroviari», apparso nel 1872, ha pure un carattere classico, questo per merito dell'autore. Con Helmert troviamo già le equazioni di base della clothoide rappresentata con i parametri  $x$  e  $y$  in funzione delle lunghezze dell'arco, così come l'impiego della parabola biquadratica come mezzo per arrotondare nei punti finali le rampe di crescita lineari. Qui si nota l'importanza dell'elaborazione numerica del tracciato adoperata già all'inizio per i tracciati ferroviari.

Parallelamente all'esatto calcolo numerico furono anche sviluppati metodi che permisero di calcolare complesse geometrie con mezzi semplici e la picchettazione sul terreno per lavori di manutenzione. Oltre a ciò va citato il metodo dei prismi di Nalenz-Höfer.

Un altro esempio è il metodo Hallade delle FFS che verrà presentato in un prossimo capitolo.

## Misurazione ferroviaria oggi

Nel frattempo la tecnica della misurazione ha subito un'enorme sviluppo. Nel campo della misurazione sono aumentati i desideri e le necessità per le costruzioni ferroviari. I nuovi metodi hanno pure notevolmente allargato il campo d'attività del geometra della ferrovia. Presso il servizio misurazioni delle FFS vengono attualmente impiegati i metodi seguenti:

### Fotogrammetria

- Raccolta di elementi con DTM
- Carro misuratore per profili nelle gallerie

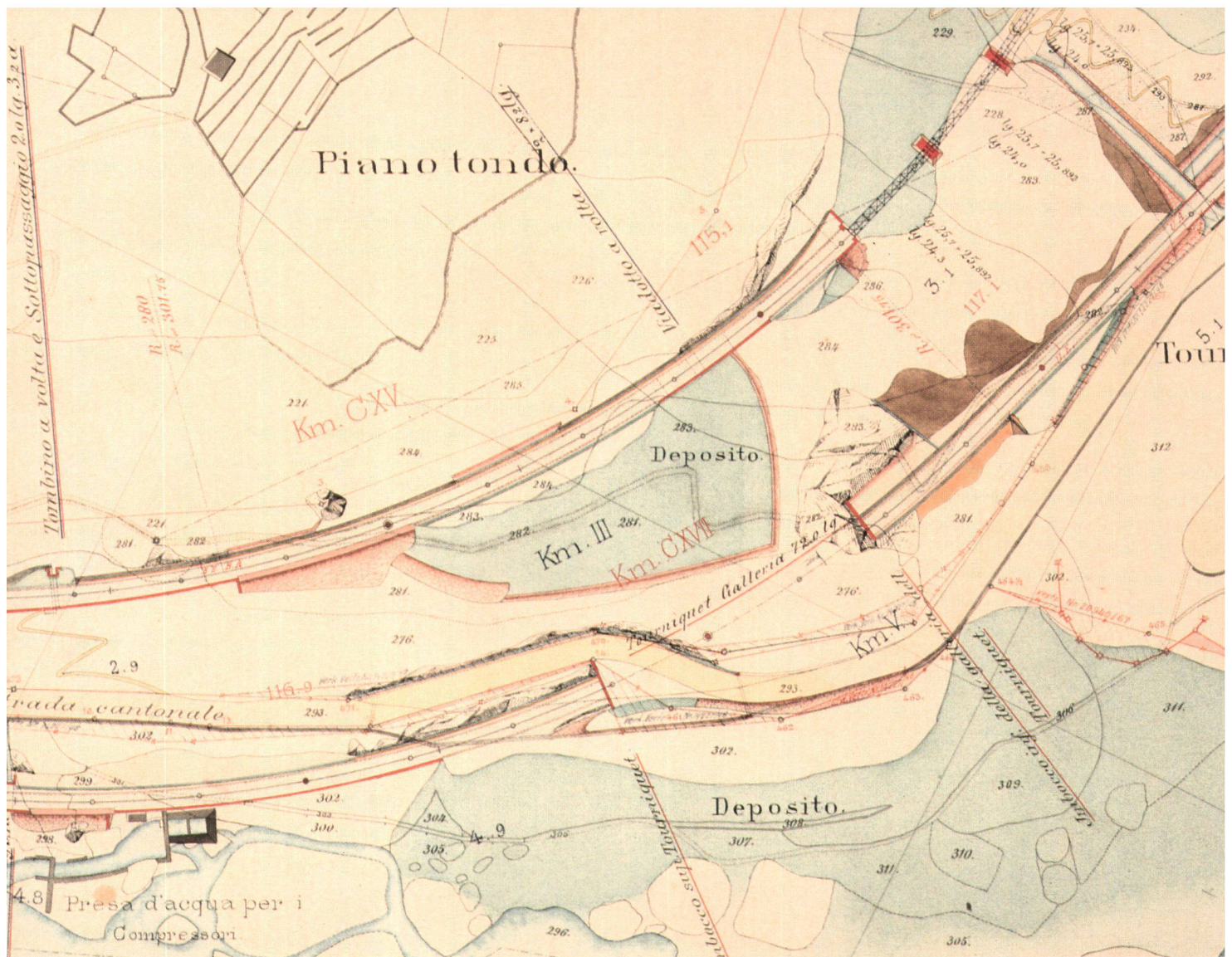


Abb. 2: Ausschnitt aus dem «Catasterplan» der Gotthard-Bahn, Gemeinde Giornico aus dem Jahr 1884, Originalmasstab 1:1000 (Verkleinerung: ca. 1:1400).  
 Extrait du plan cadastral du chemin de fer du Gotthard, commune de Giornico, année 1884. Echelle de l'original 1:1000 (réduction au 1:1400 env.).  
 Estratto dal piano del catasto della ferrovia del Gottardo, comune di Giornico, dell'anno 1884. Misurazione originale 1:1000 (riduzione: ca. 1:1400).

**Photogrammetrie**

- Grundlagenbeschaffung mit DTM
- Profilmesswagen für Tunnels

**GPS**

- Bestimmung von Tunnelnetzen

**Tachymetrie**

- Grundlagenbeschaffung terrestrisch mit automatischer Registrierung und kontinuierlicher EDV-Verarbeitung

**Profilmessgeräte**

- statische und dynamische Messung von Lichtraumprofilen

**Gleismesswagen**

- dynamische Bestimmung der Gleisgeometrie mit einem fahrenden Messwagen

**Tachéométrie**

- Acquisition terrestre de données de base avec enregistrement et traitement informatisé des mesures

**Appareil de mesure de profils**

- Détermination statique et dynamique du profil d'espace libre

**Wagon de mesure de la voie**

- Détermination dynamique de la géométrie et de l'assiette de la voie à partir d'un wagon en mouvement

**Système de positionnement**

- Localisation de la position de machines de maintenance de la voie et guidage automatique

**GPS**

- Definizione delle reti trigonometriche per gallerie

**Tachimetria**

- Raccolta degli elementi sul terreno con registrazione automatica EED-Elaborazione dati

**Apparecchi di misurazione per profili**

- Misurazione statica e dinamica dei profili di spazio libero

**Carro misuratore**

- Definizione dinamica della geometria del binario mediante carro misuratore in movimento

**Sistema di localizzazione**

- Determinazione della posizione delle macchine con guida automatica

## Ortungssysteme

- Bestimmung der Lage von Gleisbaumaschinen mit automatischer Steuerung

## EDV

- Programmsysteme zur Bearbeitung von vermessungstechnischen Aufgaben mit Schwerpunkt Gleis- und Weichegeometrien

## GIS

- im Projekt «Datenbank der festen Anlagen» wird ein geographisches Informationssystem über die festen Anlagen der SBB realisiert.

Die Entwicklung dieser Methoden erfolgt in der Regel durch Zusammenarbeit mit Hochschulinstituten, Ingenieurbüros und der Industrie.

## Das Personal des Vermessungsdienstes der SBB

Für die Bearbeitung aller dieser vielseitigen Aufgaben stehen bei den SBB 50 Vermessungsspezialisten im Einsatz. Davon haben 20 einen Abschluss auf Stufe Hochschule bzw. HTL. Die restlichen 30 Mitarbeiter sind Vermessungsstechniker FA oder haben eine abgeschlossene Zeichnerausbildung. Als Beitrag zur Nachwuchsförderung bilden die SBB zur Zeit vier Vermessungszeichnerlehrlinge aus. Mit diesem Mitarbeiterstab bearbeiten die SBB ca. 50% der Vermessungsaufträge. Die restlichen Arbeiten werden privaten Ingenieur- und Vermessungsbüros übertragen.

## Informatique

- Systèmes de calcul pour le traitement de tâches de mensuration centrés sur le calcul d'axes de voies et d'aiguillages

## SIT

- Dans le cadre du projet de bases de données des installations fixes un système d'information géographique sera réalisé, couvrant l'ensemble des installations des CFF.

En règle générale, le développement de ces méthodes est effectué en étroite collaboration avec les instituts de hautes écoles, des bureaux d'ingénieurs et l'industrie.

## Le personnel du service des géomètres CFF

Pour le traitement de ces tâches très variées 50 professionnels sont en œuvre aux CFF. Parmi eux 20 sont diplômés des hautes écoles ou ETS. Les 30 autres possèdent le certificat de technicien-géomètre ou celui de dessinateur-géomètre. Comme contribution à la relève les CFF forment actuellement quatre apprentis.

Ces collaborateurs traitent le 50% environ des mandats de caractère géométrique. Les travaux restants sont confiés à des bureaux d'ingénieurs ou de géomètres.

En dehors du service des géomètres plusieurs ingénieurs du génie rural EPF, ingénieurs ETS ou techniciens-géomètres œuvrent dans les domaines de la construction, de la voie ou des usines électriques pour y effectuer des travaux très variés.

## EED

- Sistemi di programmi per l'elaborazione di calcoli tecnici di misurazione in special modo la geometria per binari e scambi

## SIG

- Nel progetto della banca dati viene realizzato un sistema geografico informativo per gli impianti fissi delle FFS.

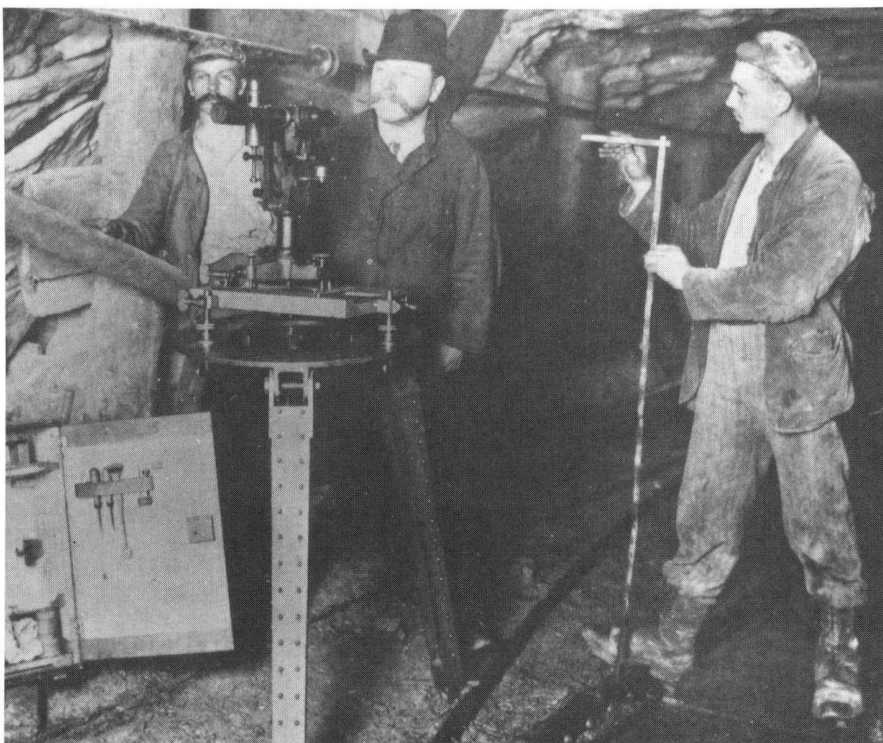
Lo sviluppo di questi metodi richiede generalmente la collaborazione di Istituti Universitari, uffici d'ingegneria e dell'industria.

## Personale del servizio misurazioni FFS

Per l'esecuzione di tutti questi molteplici compiti le FFS hanno a disposizione 50 collaboratori esperti in misurazione. Dei quali 20 sono diplomati STS ed altri 30 collaboratori sono tecnici-geometri con certificato, oppure con tirocinio di disegnatore.

Per la formazione di nuovi collaboratori le FFS stanno istruendo attualmente quattro apprendisti disegnatori catastali. Questo personale serve a smaltire circa il 50% dei programmi di lavoro. Per il resto vengono incaricati uffici privati d'ingegneria e geometra.

Oltre al servizio misurazioni le FFS occupano parecchi ingegneri rurali, ingegneri-geometri STS e tecnici-geometri per i servizi costruzioni, manutenzione e centrali elettriche dove sono occupati nei diversi settori.



**Abb. 3: Vermessung beim Bau des Simplontunnels 1898–1905.**

*Travaux de mensuration lors de la construction du tunnel du Simplon entre 1898 et 1905.*

Misurazioni all'interno della galleria del Sempione durante i lavori di costruzione del 1898–1905.

# Partie rédactionnelle

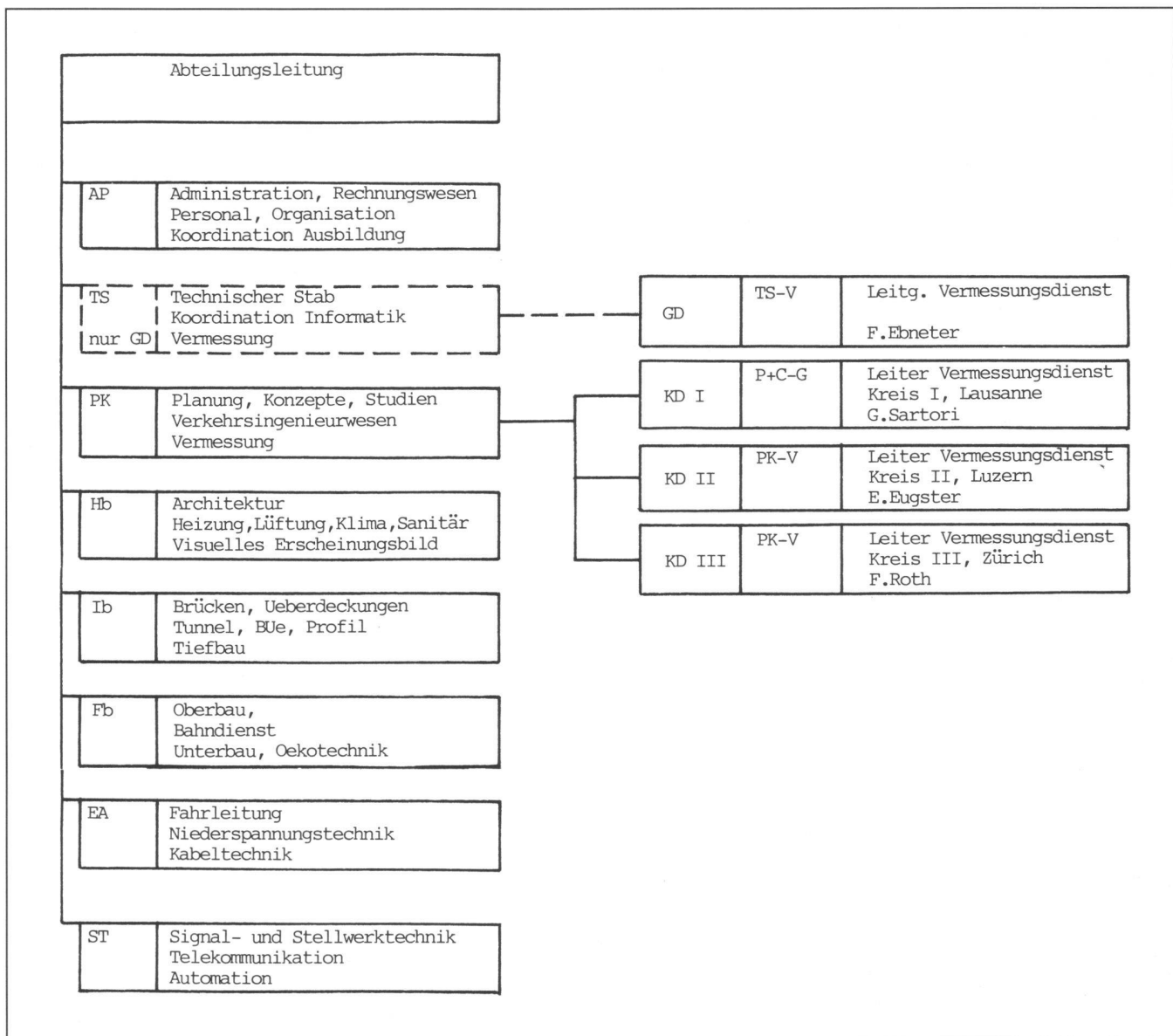


Abb. 4: Organisation Bau: Generaldirektion, Kreisdirektionen.

*Les géomètres dans l'organisation de la Division des travaux: échelon direction générale et direction d'arrondissement.*

*Organizzazione dei costruzioni: direzione generale e direzioni dei circondari.*

Ausserhalb des Vermessungsdienstes beschäftigen die SBB im Bau, beim Bahndienst und der Abteilung Kraftwerke mehrere Kulturingenieure ETH, Vermessungsingenieure HTL und Vermessungstechniker. Sie bearbeiten dort verschiedene Aufgaben.

## Die Organisation des Vermessungsdienstes bei den SBB

Die Leitung des Vermessungsdienstes der SBB ist auf Stufe Baudirektion GD im Technischen Stab organisiert. Die Aufgaben des Leiters sind: Koordination der Vermes-

## L'organisation du service des géomètres CFF

Au niveau de la direction générale, la direction du service des géomètres est dévolue à l'état-major technique. Les tâches du domaine géomètre sont: la coordination du service géomètre des trois arrondissements, la conduite du développement de nouvelles applications, notamment dans le domaine informatique, la collaboration avec les services, les hautes écoles et les chemins de fer étrangers. Dans les directions d'arrondissement le service des géomètres est rattaché à la section «planification et coordination». Le chef du service est responsable de toutes les tâches géométriques de l'arrondisse-

## L'organizzazione del servizio misurazioni delle FFS

La direzione del servizio misurazioni delle FFS è classificata come direzione costruzioni DG a livello tecnico. I compiti del dirigente sono: la coordinazione del servizio misurazioni nei tre Circondari, lo sviluppo di nuovi metodi specialmente nell'ambito EED, la collaborazione con servizi specializzati, università e ferrovie estere.

Nelle direzioni di circondario i servizi misurazione sono aggregati alla dirigenza tecnica delle sezioni pianificazione e coordinazione. I dirigenti del servizio misurazioni sono responsabili, con grande autonomia, dell'esecuzione di tutti i compiti inerenti alle misurazioni nell'ambito del loro

sungsdienste der drei Kreise, Entwicklung neuer Anwendungen besonders im Bereich EDV, Zusammenarbeit mit den Fachdiensten, Hochschulen und ausländischen Eisenbahnen.

In den Kreisdirektionen sind die Vermessungsdienste technischen Stabssektionen «Planung und Koordination» angegliedert. Die Leiter der Vermessungsdienste sind mit grosser Selbständigkeit verantwortlich für die Erledigung aller Vermessungsaufgaben der Kreisdirektion. Sie entscheiden auch darüber, welche Aufgaben intern und welche mit Privataufträgen abgewickelt werden.

## Schluss

Die Aufgaben der Eisenbahnvermessung sind vielseitig und interessant. Die Anwendung der Vermessungstechnik im Eisenbahnbau ist eine herausfordernde Tätigkeit. Der Vermesser kann aufgrund seiner fachlichen Kompetenz zur Lösung verschiedenster Aufgaben beitragen: Aufgaben im Bereich der Grundlagenbeschaffung, der Projektierung, der Umsetzung eines Projektes ins Gelände, beim Anlagenunterhalt und bei der Anlagendokumentation sowie bei der Bauwerksüberwachung und nicht zuletzt auch im Rahmen der amtlichen Vermessung.

Dabei ändert sich das Berufsbild des Vermessers. Nicht mehr der Theodolit und der Jalon stehen im Vordergrund. Gefordert ist ein Allrounder, der die Vermessungstechnik mit den Anforderungen der Eisenbahnprojektierung, dem Eisenbahnbau und deren Unterhalt kreativ verbinden kann. Dass dabei die Informatikmittel eine wichtige Rolle spielen, wird immer mehr als Selbstverständlichkeit hingenommen.

So leistet der Vermessungsdienst seinen Anteil dazu, dass die Bahn auch in Zukunft nicht mehr nur umweltschonend projektiert und ausgebaut werden kann, sondern auch technisch und wirtschaftlich auf hohem Stand betrieben wird. Die Erfolge der letzten Jahre und die Entwicklung im Verkehrsbereich zeigen, dass die Bahnen ihre wichtige Bedeutung haben. An der Vermessung soll's nicht fehlen.

Adresse des Verfassers:  
Franz Ebner, dipl. Ing. ETH  
Baudirektion SBB, TS-V  
Mittelstrasse 43  
CH-3030 Bern

ment, avec une grande autonomie dans le traitement. Il lui appartient de décider quels travaux sont assurés par les moyens internes ou mandatés au secteur privé.

## Conclusion

Les tâches des géomètres au chemin de fer sont multiples et intéressantes. L'application des techniques de la mensuration au génie ferroviaire représente souvent une sorte de défi. Le géomètre peut, par sa compétence professionnelle, contribuer à la résolution de tâches variées: acquisition de données de base, établissement de projets, concrétisation dans le terrain du projet, entretien des installations et documents de référence, surveillance des ouvrages et enfin activité en relation avec la mensuration officielle.

Dans ce contexte le profil du géomètre évolue. Au premier plan il n'y a plus le théodolite et le jalon. On exige des connaissances pluridisciplinaires permettant d'adapter de manière créative les techniques de la mensuration aux besoins du rail en matière de projets, constructions et maintenance. Le fait que, pour cela, les outils informatiques jouent un rôle important devient toujours plus évident.

Le service des géomètres peut, ainsi, apporter sa contribution pour un chemin de fer d'avenir, non seulement ménageant l'environnement, mais aussi d'un haut niveau de gestion économique et technique. Les succès des dernières années et le développement des transports montrent l'importance du rail. Les géomètres ne manqueront pas à leurs engagements!

*Traduction: G. Sartori, T. Engel*

circondario. Essi decidono pure quali compiti sono da eseguire internamente e quali da assegnare a ditte private.

## Conclusione

I compiti della misurazione ferroviaria sono molteplici e interessanti. L'impiego della tecnica delle misurazioni nella costruzione ferroviaria è un'attività stimolante. Grazie alle sue capacità professionali, il geometra, può contribuire allo svolgimento dei diversi compiti: la ricerca nell'ambito dei dati di base, la progettazione, la realizzazione di un progetto sul terreno, la manutenzione e la documentazione relativa agli impianti, come pure il controllo delle opere eseguite e non da ultimo la collaborazione nel campo della misurazione ufficiale.

Con ciò la professione del geometra cambia aspetto. In primo piano non si trovano più il teodolite e la palina. Si cerca un geometra con cultura generale che sappia unire la tecnica della misurazione alle esigenze poste dai progetti ferroviari, la costruzione e la manutenzione alla creatività. L'informatica assume sempre più importanza e naturalmente la pratica in questo campo è ben accetta.

Così il servizio misurazioni dà il suo contributo affinché anche per il futuro la ferrovia venga progettata e rinnovata non solo in funzione della protezione dell'ambiente, ma possa funzionare tecnicamente e finanziariamente ad alto livello. I successi degli ultimi anni e lo sviluppo del traffico dimostrano quanto importante sia la ferrovia. Anche il servizio di misurazione non mancherà certo i suoi impegni.

*Traduzione: C. Bernasconi*