

**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:** 79 (1981)

**Heft:** 8

**Artikel:** Les mensurations techniques et industrielles = Ingenieurvermessungen = Engineering and high precision measurements

**Autor:** Kägi, R. / Gfeller, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-230674>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

### Les activités des bureaux privés

Les *travaux géométriques* sont en général exécutés par des bureaux privés, dirigés par des ingénieurs géomètres porteurs du brevet fédéral, sous réserve des cas où ils sont réalisées par des Services communaux ou cantonaux.

La conservation du plan cadastral, en particulier, est organisée différemment d'un canton à l'autre (Fig. 2 et commentaires). Elle comprend:

- l'établissement des documents de mutation
- la mise à jour des documents cadastraux.

L'établissement du plan cadastral (nouvelle mensuration) fait l'objet d'une adjudication ouverte à tous les ingénieurs-géomètres.

### Die Tätigkeit der privaten Vermessungsbüros

Die Geometerarbeiten werden in der Regel von privaten Büros ausgeführt, welche von eidg. patentierten Ingenieur-Geometern geleitet werden. Vorbehalten bleiben die Fälle, wo kommunale oder kantonale Dienststellen die Vermessungen ausführen.

Die Nachführung der Grundbuchvermessung ist von Kanton zu Kanton verschieden organisiert (Abb. 2 mit Kommentar). Sie umfasst:

- Abfassung der Mutationsurkunden
- Nachführung der Vermessungsdokumente.

Die Ausführung einer Grundbuchvermessung (Neuvermessung) wird zur freien Bewerbung unter allen patentierten Ingenieur-Geometern ausgeschrieben.

The amendment of cadastral surveying varies from canton to canton. It involves:

- issuing of mutation certificates
- amendment of surveying documents (Map of Switzerland showing the various systems).

Cadastral surveying (new/initial surveying) may be applied for and performed by any surveying-engineer.

Adresses des auteurs:

A. Bercher, adjoint, Vice-président de la conférence des Services cantonaux du cadastre, Direction du Cadastre - Canton de Vaud, Av. de l'Université 3, CH-1000 Lausanne 17

J. Ph. Amstein  
Direction fédérale des Mensurations,  
CH-3003 Berne

## Les mensurations techniques et industrielles Ingenieurvermessungen Engineering and high precision measurements

R. Kägi, P. Gfeller, Walter Schneider AG, SIN

### Avant-propos

La topographie de notre pays, sa densité de population et de construction ainsi que l'évolution technique, industrielle et économique aboutissent aujourd'hui à des constructions et ouvrages d'art toujours plus grands, plus complexes et plus audacieux. L'ingénieur géomètre doit constamment faire appel à toutes ses ressources et connaissances dans les domaines de la mensuration de base, du piquetage et du contrôle des constructions ainsi que des mesures de déplacement et de déformation.

Les procédés les plus modernes de mesure, comme la télémétrie électronique, la photogrammétrie analytique ou des méthodes physiques spéciales de mesure, assistées de programmes performants d'ordinateur, contribuent à apporter à ces difficiles problèmes des solutions rapides, précises et fiables.

Les mensurations techniques et industrielles seront illustrées par les trois exemples du tunnel routier du Saint-Gothard (mensuration de base et piquetage), du barrage de Zeuzier (mesure de déformation) et de l'Institut Suisse de Recherche Nucléaire ISM (mensuration industrielle).

### Einleitung

Bedingt durch die topographischen Gegebenheiten und die Bevölkerungs- und Bebauungsdichte unseres Landes einerseits und die technische, industrielle und wirtschaftliche Entwicklung andererseits, ist man heute gezwungen, immer grössere, komplexere und extremere Bauwerke zu erstellen. Diese Umstände erfordern vom Vermessungsingenieur ein Höchstmass an fachlichem Einsatz in den Bereichen Grundlagenvermessung, Absteckungen und Kontrollen von Bauwerken, Geländeverschiebungs- und Bauwerksdeformationsmessungen.

Modernste Messverfahren, wie u. a. die elektronische Entfernungsmessung, die analytische Photogrammetrie oder auch spezielle physikalische Messmethoden, in Verbindung mit leistungsfähigen Rechenprogrammen, tragen dazu bei, dass die anspruchsvollen Probleme rascher, genauer und zuverlässiger gelöst werden können.

Anhand der drei Beispiele Gotthard-Strassentunnel (Grundlagenvermessung und Bauwerksabsteckung), Staumauer Zeuzier (Bauwerksdeformationsmessung) und Schweiz. Institut für Nuklearforschung SIN (Industrievermessung) soll das Thema «Ingenieurvermessung» illustriert werden.

### Introduction

The topographical circumstances, the population and building density in this country, as well as nationwide technical, industrial and economic developments call for the creation of ever larger, more complex and more outstanding structures. These circumstances place sophisticated demands on the surveyor's skills in basic surveying, staking and verification of structures, terrain displacement and structural deformation measurements.

Modern measuring processes such as electronic measurements, analytical photogrammetry or special physical measuring methods are being used in conjunction with powerful computer programmes so as to ensure that even high-echelon problems can be solved in a more rapid, accurate and reliable manner.

Three examples will be used to illustrate some of the focal points in surveying engineering: the Gotthard Road Tunnel (basic geodetic surveys, staking), the Zeuzier (deformation measurements) and the Swiss Institute for Nuclear Research (industrial surveying).

Adresse des Verfassers:

R. Kägi  
Vermessungsbüro, Spannortstr. 5,  
CH-6003 Luzern

### Piquetage du tunnel du Saint-Gothard

Le piquetage d'un tunnel n'est pas, en principe, chose difficile: Il s'agit de fixer en un système commun de coordonnées le tracé axial, en matérialisant ce système par des points fixes à proximité des points d'attaque des deux côtés de la montagne ainsi que des puits d'aération. C'est à partir de ces points fixes que se fait progressivement le piquetage des données de construction sous forme d'un tracé polygonal (lancé): Ceci au moyen d'un grand nombre de vecteurs courts pour les travaux de dynamitage plusieurs fois par jour, avec le laser de construction (fig.1) sur 50 à 100 m environ et, plus précisément, dans de longs vecteurs sur les points fixes polygonaux du tunnel en cours de forage. Ces points fixes sont reportés successivement jusqu'à ce que la réunion des deux tracés polygonaux, une fois le percement réussi, permette un contrôle final et la compensation pour le piquetage définitif des chaussées.

Cependant, la tâche devient plus délicate lorsqu'il s'agit de réaliser un tunnel long de plus de 16 km, avec un axe courbe et des rayons de 700 m. Le nombre de vecteurs augmente, les exigences posées à la précision de mesure et à la fiabilité des résultats deviennent plus sévères et il s'agit de réduire au minimum les erreurs de forage.

### Absteckung des Gotthard-Strassentunnels

Die Absteckung eines Tunnels ist prinzipiell keine schwierige Aufgabe: Der Achsverlauf ist in einem einheitlichen Koordinatensystem festzulegen, welches durch Fixpunkte im Bereich der Angriffsstellen beidseits des Berges und bei den Lüftungsschächten im Gelände (fassbar) materialisiert ist. Von ihnen aus werden fortlaufend als einseitig eingebundener Vektorzug die Bauangaben abgesteckt: in kurzen zahlreichen Vektoren für die Sprengungen mehrmals täglich, im gerichteten Baulaser (Abb.1) auf ca. 50–100 m und – präziser – in längeren Vektoren über die im wachsenden Tunnel angelegten Polygonfixpunkte, frei vorgetragen, bis nach geglücktem Durchschlag der Zusammenschluss der beiden freien Polygonzüge eine Endkontrolle und die Ausgleichung für die Feinabsteckung der Fahrbahnen gestatten.

Bei einer Tunnellänge von über 16 km, einem gekrümmten Achsverlauf und Radien von z. T.  $R = 700$  m wachsen aber die Probleme. Die Zahl der (Vektoren) steigt an, die Ansprüche an die Messgenauigkeit der Einzelmessung und an die Zuverlässigkeit der Resultate steigt, daher sollen die Durchschlagsfehler klein gehalten werden können.

Die Bauherren – die Kantone Uri und Tessin – beauftragten eine Arbeitsgemeinschaft von Vermessungs-Ingenieur-Firmen, bestehend aus den priva-

### Staking Operations for the Gotthard Road Tunnel

Basically, it is not difficult to stake out a tunnel. The axis must be defined in a uniform coordinate system, denoted by benchmarks on both sides of the mountain and by other tangible marks in the terrain near the ventilation shafts. The instruction data are staked out from these benchmarks by continuously tying in traverses from either side: many short vectors are defined for blasting operations several times a day. An aligned construction laser (Fig.1) supplies longer vectors over distances of 50 to 100 m freely advanced from established traverse points. After the breakthrough two free traverses can be verified and adjusted for precision roadway staking operations.

With a tunnel length of more than 16 km, a curved axis and radii up to  $R = 700$  m, however, the problems can be substantial. The number of (vectors) increases, the accuracy requirements imposed on individual measurements and the reliability demanded of the results also increase; therefore, transit errors should be kept as low as possible.

The builders – the cantons of Uri and Tessin – contracted a group of survey engineering companies (Walter Schneider AG in Chur and Karl Weissmann AG in Zurich – now Swissair



Fig. 1 Lasers de chantier, placés parallèlement, pour la conduite longitudinale des grandes machines de forage.

Abb. 1 Baulaser, parallel gestellt, leiten Bohrjumbo in der Achsrichtung.

Fig. 1 Construction Lasers parallel to axis guide drilling rig in longitudinal direction.



Fig. 2 Assurance des points fixés. Une plaque de laiton ancrée dans la roche au fond du tunnel est dégagée.

Abb. 2 Fixpunktversicherung. Im Sohlenfels verankerte Messingplatte wird freigelegt.

Fig. 2 Benchmark Fixation. A brass-plate anchored in the sole rock is exposed.

Les cantons d'Uri et du Tessin, en qualité de maîtres d'œuvre, ont confié les travaux de piquetage à une communauté de travail réunissant les bureaux privés d'ingénieurs-géomètres Walter Schneider SA, Coire, et Karl Weissmann SA, Zurich, aujourd'hui Swissair Photo + Vermessungen AG. Les travaux étaient les suivants:

### Création d'un réseau de base uniforme (fig. 3)

Sur la base des points existants de triangulation de la topographie générale, un canevas indépendant fut établi sur le massif du Saint-Gothard et combiné à un double tracé polygonal le long de l'axe du col. Le réseau calculé indépendamment et rigoureusement compensé a donné des erreurs moyennes de positionnement des points fixes de l'ordre du centimètre. Transposé sur le réseau de topographie générale, il a permis le calcul des données de piquetage pour les entreprises de construction, ainsi que la prévision d'une erreur moyenne transversale de forage de  $\pm 15$  cm environ.

### Détermination et surveillance de la méthode de piquetage

L'ingénieur de l'entreprise effectue lui-même le piquetage au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Ce n'est qu'après le forage dans la roche qu'il est possible d'ancrer et de déterminer un point fixe dans celle-ci. La densité, la situation et la matérialisation de ces points ont été proposés par nous puis fixés en collaboration avec le

ten Büros Walter Schneider AG, Chur, und Karl Weissmann AG, Zürich, heute Swissair Photo + Vermessungen AG, mit der Absteckung. Diese umfasst folgende Arbeiten:

### Schaffung eines einheitlichen Grundlagennetzes (Abb. 3)

Unter weitgehender Verwendung bestehender Triangulationspunkte der Landesvermessung wurde ein unabhängiges freies Triangulationskettennetz über das Gotthardmassiv gelegt und mit einem Doppelpolygonzug längs der Passfurche verknüpft. Das frei gerechnete und streng ausgeglichene Netz ergab mittlere Lagefehler der Fixpunkte in cm-Grösse. Transformiert ins Landesnetz, gestattet es die Berechnung der Absteckungsdaten für die Bauunternehmungen und die Prognose eines mittleren Durchschlagfehlers von z. B.  $\pm 15$  cm Querfehler.

### Festlegung und Überwachung der Absteckungsmethode

Die Bauabsteckung erfolgt laufend durch den Vermesser der Unternehmung selbst. Erst wenn der Ausbruch im Fels da ist, kann ein Fixpunkt im Fels verankert und bestimmt werden. Die Dichte, Lage und Versicherungsart dieser Punkte musste von uns vorgeschlagen und mit Bauherr, Bauleitung und Unternehmung festgelegt und durchgesetzt werden. Es wurden Fixpunkte in der Sohle alle 250 m, in den Schnittpunkten der Tunnelachsen mit den

Photo + Surveys Ltd) to provide staking services. These services consisted of the following operations:

### Creation of a uniform geodetic network (Fig. 3)

Using the existing triangulation points of the National Survey to the greatest extent possible, surveyors placed an independent triangular chain network over the Gotthard range, linking it with a double traverse along the pass. The freely calculated and strictly adjusted network yielded mean benchmark errors of centimetre magnitude. Transformed into the national grid, this network helped obtain staking data for the contractors and allowed a mean breakthrough error with a  $\pm 15$  cm lateral error to be forecasted.

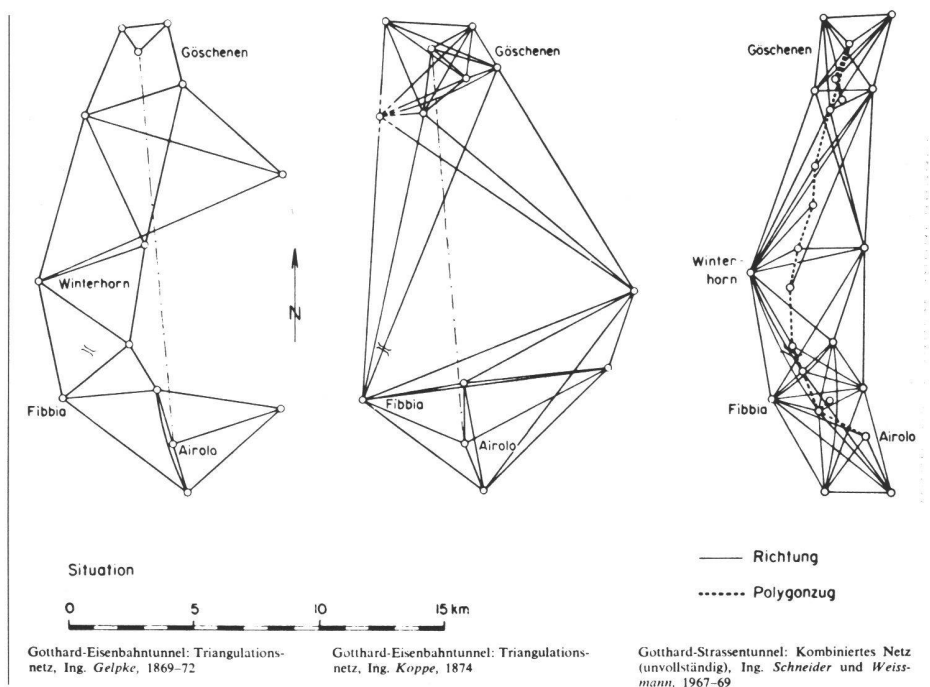
### Determination and supervision of staking method

The staking operations were performed consecutively by the contractor's surveyor. Survey points were secured in the rock and defined as excavation progressed. The density, location and fixation mode for these points had to be proposed by us, then defined and implemented with the builder, the supervisor and the contractor. In the sole, benchmarks were specified every 250 m at the intersections of the tunnel axis with the transversal galleries from the auto tunnel (diameter 10 m) to the parallel aligned (safety gallery) (diameter 3 m) (Fig. 2).

Fig.3 Réseaux de base. Comparaison des deux réseaux du tunnel ferroviaire du Saint-Gothard 1870 et du tunnel routier de la N2 1970.

Abb.3 Grundlagenetze. Vergleich der beiden Netze Bahntunnel Gotthardbahn 1870, Strassentunnel N2 1970.

Fig.3 Basic Surveys. Comparison of the two networks Gotthard Railway tunnel 1870 to expressway tunnel 1970.



maître d'œuvre, la direction des travaux et l'entreprise. Des points fixes étaient prescrits dans la base de tunnel tous les 250 m, aux points d'intersection des axes de tunnel avec les galeries de jonction entre le tunnel routier (∅ 10 m) et la «galerie de sécurité» (∅ 3 m) parallèle à celui-ci (fig. 2).

#### Contrôle des points fixes

Il s'agissait là de la tâche essentielle du géomètre, qui consistait non seulement à combiner diverses méthodes de mesure (mesures d'angle, d'orientation, télémétrie électronique) mais encore des mesures périodiques avec des équipes se contrôlant mutuellement afin d'exclure les erreurs d'identification des points fixes, recouverts de boue et d'eau.

Les mesures étaient rigoureusement compensées de temps en temps dans la galerie de sécurité et le tunnel principal ainsi que dans les recoupes par rapport au tracé quadrangulaire. Toutes ces mesures aboutirent le 26.3.76 à la percée de la galerie de sécurité au km 9. Les déviations entre les deux tracés polygonaux du nord et du sud au point de percée étaient de 5 cm en travers, 5 cm en long et 6 cm en hauteur – un fameux résultat.

#### Réseau de déformation dans le tunnel terminé

Pour un ouvrage de cette envergure traversant tout le massif alpin, un certain contrôle de stabilité est nécessaire. Pour cela, les points fixes de position et d'altitude furent établis de manière durable et mesurés avec une grande précision au Mécomètre, par goniométrie, nivellement de précision et mesures au Distomètre.

La forme d'organisation choisie, la méthode de mesure, le soin et la persévérance ont porté leurs fruits. Ce sont, avec une longue expérience dans la réalisation de tels travaux, les garants du succès dans le piquetage de tunnels comme ceux du Saint-Gothard, du Seelisberg et de la Furka qui, ces 10 dernières années, ont apporté de nouvelles preuves du savoir-faire technique des ingénieurs-géomètres suisses.

#### Barrage de Zeuzier Mesure géodésique de déformation

Le barrage-voûte de Zeuzier (fig. 4) fit beaucoup parler de lui, lorsqu'en octobre 1978 on constata un soudain basculement extra-ordinaire du barrage vers le lac, détecté par les trois pendules.

Une nouvelle série de mesures géodésiques de déformation fut ordonnée au

Querstellen vom Autotunnel (∅ 10 m) zum parallelen «Sicherheitsstollen» (∅ 3 m) vorgeschrieben (Abb. 2).

#### Kontrolle der Fixpunkte

Diese Hauptaufgabe des Vermessungsingenieurs umfasste nicht nur den kombinierten Einsatz von verschiedenen Messmethoden (Winkelmessungen, Kreiselmessungen, Elektronische Distanzmesser), sondern, zur Ausschaltung von Irrtümern in der Identifizierung, der in Dreck und Wasser liegenden Fixpunkte, periodisch auch Messungen mit vertauschten Messequipen der beiden Ingenieur-Partner.

Die Messungen, im Sicherheitsstollen und im Haupttunnel sowie durch die Querschläge verbunden zur Viereckskette, wurden zeitweise streng ausgeglichen. Alle diese Massnahmen führten am 26.3.76 zum Durchschlag im Sicherheitsstollen bei KM 9. Die Differenzen der beiden Polygonzüge aus Nord und Süd an der Durchschlagsstelle betragen 5 cm quer, 5 cm längs und 6 cm in Höhe – ein stolzes Ergebnis.

#### Deformationsnetz im fertigen Tunnelbauwerk

Ein Bauwerk dieser Grösse, welches das Alpenmassiv quert, bedarf einer gewissen Überwachung seiner Stabilität. Dazu sind Lage- und Höhenfixpunkte dauerhaft errichtet und mit grosser Präzision eingemessen worden; mit Mekometer, Winkelmessungen, Präzisionsnivellement und Distometermessungen.

Organisationsform, Messmethodik, Sorgfalt und Beharrlichkeit in der Durchführung haben sich bewährt. Gepaart mit grosser Erfahrung in der Durchführung solcher Arbeiten sind dies die Garantien erfolgreicher Tunnelabsteckungen, wie sie im letzten Jahrzehnt am Gotthard- und Seelisberg-Strassentunnel sowie am Furkatunnel von der erfolgreichen Tätigkeit schweizerischer Vermessungsingenieure zeugen.

#### Staumauer Zeuzier Geodätische Deformationsmessung

Die Bogenstaumauer von Zeuzier (Abb. 4) erregte Aufsehen, als im Oktober 1978 eine plötzliche aussergewöhnliche Kippung der Mauer seewärts durch die drei Hängelote registriert wurde.

Die erste Messung einer neu angeordneten Reihe von geodätischen Defor-

#### Benchmark verification

The main assignment of the surveying engineer not only involved the combined use of various measuring methods (angular measurements, circular measurements), electronic distance measurements) but also specified rotation of the surveying crews from the two engineering offices to preclude errors in the identification of benchmarks located in dirt and under water.

The measurements, tied into rectangles through the transversal galleries between the safety gallery and the main tunnel, were partially adjusted with high precision. On March 26 1976, the breakthrough took place in the safety gallery at km 9. The differences between the two traverses from the north and south sides at the breakthrough point were 5 cm transversal, 5 cm longitudinal and 6 cm in elevation – a remarkable achievement.

#### Deformation network in the completed tunnel structure

A structure of this magnitude which passes through the Alpine chain requires some degree of stability monitoring. For this purpose permanent benchmarks were measured and tied into the network with high precision: the tools used were a Mekometer, angular measurements, precision levels and Distometer measurements.

The organization format, the metrology methods, the care and the persistence employed proved their worth. In addition to the considerable experience gained in the implementation of such a project, these are the warranties for successful tunnel staking operations which confirm the skills of Swiss surveying engineers, as exemplified by the Gotthard, Seelisberg and Furka tunnels.

Adresse des Verfassers:

P. Gfeller

Swissair Photo und Vermessungen AG,  
Obstgartenstrasse 7, CH-8006 Zürich

#### Zeuzier Dam Geodetic Deformation Measurement

The Zeuzier arch dam (Fig. 4) became a focal point of public interest when in October 1978 the three pendulums indicated that the dam had suddenly tilted towards the reservoir – an extraordinary phenomenon.

The first measurement of a new series of geodetic deformation measurements

printemps de 1979 et la première de ces mesures donna un résultat surprenant: Le barrage s'était tassé de 9 cm au maximum. Ce tassement diminue à mesure qu'on se rapproche des versants de la vallée. Cela explique en même temps un déplacement important du couronnement de 7 cm vers le lac et une réduction de 4 cm de la distance entre les culées. Les résultats de la mesure géodésique de déformation s'accordent avec les mesures des pendules et correspondent en outre aux dommages constatés au barrage. Etant donné les grands déplacements de terrain, l'extension du réseau existant de piliers ne suffisait plus aux exigences. Au cours de l'année 1979, un

mationsmessungen vom Frühjahr 1979 ergab erstaunlicherweise eine Setzung der Staumauer von maximal 9 cm. Die Setzung wird gegen die Talhänge zu kleiner. Damit wird auch eine grosse Bewegung der Kronenmitte von 7 cm gegen den See und eine Verkürzung des Abstandes zwischen den Widerlagern von 4 cm erklärbar. Die Resultate der geodätischen Deformationsmessung stimmen einerseits mit den Pendelmessungen gut überein, andererseits passen sie zum Bild der Beschädigungen an der Staumauer.

Infolge der grossräumigen Geländeverschiebungen genügte die Ausdehnung des bestehenden Pfeilernetzes nicht

in the spring of 1979 showed an astonishing settlement of up to 9 cm. The amount of deformations diminishes towards the valley-slopes. This explains the considerable upstream movement at the middle of the crest of 7 cm and the reduction of the distance between the abutments of 4 cm. On the one hand the results of the geodetic deformation measurements consist with the pendulum measurements, and on the other hand they reflect the damage sustained by the dam.

Due to the extensive movements of the terrain, the existing confined pillar network no longer fulfilled surveying requirements. In 1979 a new scheme was set up (Fig. 5). Further pillars were

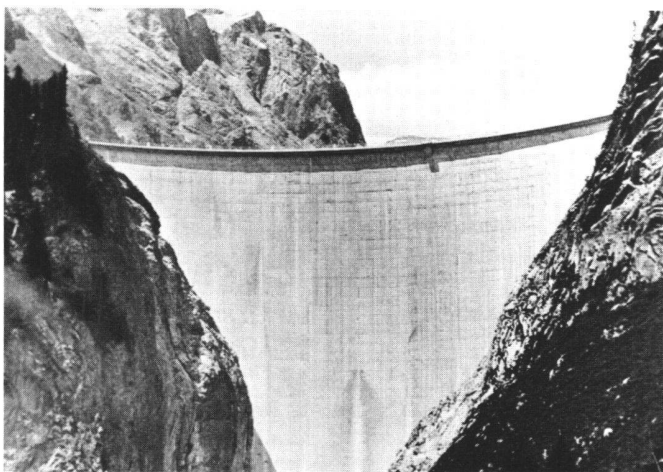


Fig. 4 Barrage-voûte de Zeuzier vu du côté aval. Hauteur du barrage: 156 m. Longueur au couronnement: 256 m

Abb. 4 Staumauer Zeuzier von der Luftseite aus gesehen. Höhe der Staumauer: 156 m. Kronenlänge: 256 m

Fig. 4 Zeuzier Dam, view from downstream side. Height of crest: 156 m. Length of crest: 256 m

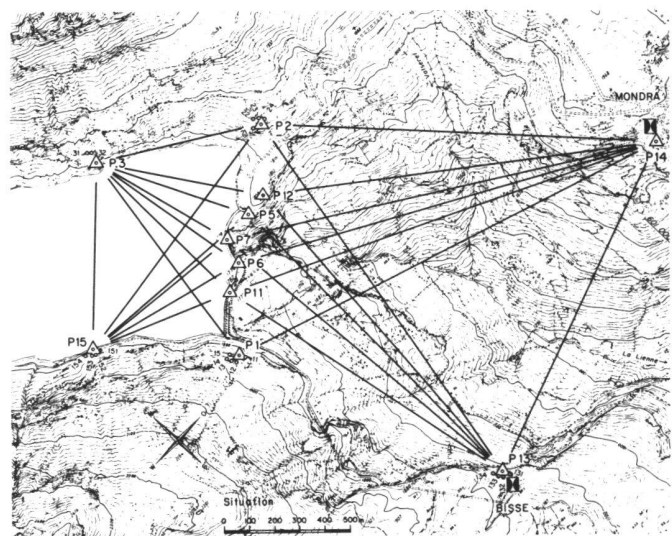


Fig. 5 Réseau étendu de triangulation 1979

Abb. 5 Erweitertes Triangulationsnetz 1979

Fig. 5 Enlarged triangulation network 1979

nouveau dispositif de mesure fut installé (fig. 5). De nouveaux piliers furent construits en aval du barrage et à proximité du bassin d'accumulation tandis que des polygonales furent installées dans les galeries de contrôle du barrage.

Les mesures les plus récentes (1980/1981) montrent que les tassements diminuent et que les flancs de la vallée se rapprochent encore légèrement.

Etant donné l'amplitude et le genre de ce déplacement de terrain, on peut conclure à la présence d'une assez grande dépression de tassement dans la région de Zeuzier. On a de nombreuses raisons de penser que les mouvements de terrain ont été provoqués par la galerie de sondage percée dans le cadre du projet de route nationale (tunnel de Rawil).

mehr den Anforderungen. Im Laufe des Die Messungen neuester Zeit (1980-1981) zeigen, dass die Setzungen kleiner werden und die Talflanken sich noch geringfügig gegeneinander verschieben.

Jahres 1979 wurde eine neue Messanlage eingerichtet (Abb. 5). Es wurden weitere Pfeiler talwärts der Staumauer und im Gebiet des Staubeckens gebaut, und in den Kontrollgängen der Staumauer wurden Polygonzüge installiert.

Die Grössenordnung und Art der Geländeverschiebung lassen auf eine grössere Setzungsmulde in der Region von Zeuzier schliessen. Vieles deutet darauf hin, dass der in Zusammenhang mit dem Nationalstrassenprojekt «Rawiltunnel» gebohrte Sondierstollen die Geländeverschiebungen verursacht hat.

built downstream of the dam and in the reservoir area; traverses were installed in the inspection galleries inside the dam.

Recent measurements (1980-1981) have indicated that the settlements are becoming smaller and that the valley flanks relative to each other are nearing insignificantly. The nature and the magnitude of these terrain displacements lead scientists to believe that there is a major settlement basin in the Zeuzier region. There are different reasons for supposing that the terrain movements were caused by the exploring gallery for the «Rawil Tunnel», which forms part of an expressway project.

Adresse des Verfassers:  
Ingenieurbüro Walter Schneider AG,  
Reichsgasse 61, CH-7000 Chur

### La mensuration à l'Institut Suisse pour la Recherche Nucléaire (ISN)

L'ISN est un institut annexe des Ecoles Polytechniques Fédérales, qui s'occupe actuellement de l'exploitation et de l'extension d'un laboratoire générant divers faisceaux de particules élémentaires (constituants des noyaux d'atomes). Ces faisceaux servent à la recherche fondamentale dans le domaine de la physique nucléaire. Un important domaine d'application est la radiothérapie du cancer au moyen de pions négatifs. Depuis 1980 il est possible de traiter des patients à l'ISN. Les protons sont générés dans un injecteur puis accélérés à 590 MeV dans l'accélérateur de particules comprenant 8 aimants de secteurs. Ensuite, le faisceau de protons entre en collision avec deux cibles où l'irradiation de diverses matières engendre des faisceaux secondaires. Ceux-ci sont utilisés pour les expériences. Le guidage des faisceaux est assuré par de nombreux électro-aimants et exige un important appareillage de contrôle (fig. 6). Parmi les aimants, on distingue des aimants de déviation et des quadripôles, correspondant aux prismes et lentilles en optique.

A l'ISN, la mensuration sert au réglage précis de tous les composants de l'installation. Ce réglage doit être contrôlé de temps en temps. Depuis sa

### Vermessung am Schweizerischen Institut für Nuklearforschung (SIN)

Das SIN ist eine Annexanstalt der Eidgenössischen Technischen Hochschulen. Seine heutige Aufgabe ist der Betrieb und der Ausbau einer Anlage, die verschiedene Strahlen von Elementarteilchen (Bestandteile von Atomkernen) erzeugt. Diese dienen der kernphysikalischen Grundlagenforschung. Ein wichtiges Anwendungsgebiet ist die Radiotherapie des Krebses mittels negativer Pionen. Seit 1980 ist es möglich, beim SIN Patienten zu behandeln.

Die Protonen werden in einem Injektor erzeugt und in der Ringmaschine, die aus 8 Sektormagneten besteht, auf 590 MeV beschleunigt. Anschliessend trifft der Protonenstrahl auf zwei Targets, wo durch die Bestrahlung verschiedener Materie Sekundärstrahlen erzeugt werden. Diese werden den Experimenten zugeführt. Für die Strahlführung sind viele Elektromagnete und Kontrollgeräte nötig (Abb. 6). Bei den Magneten unterscheidet man zwischen Ablenkmagneten und Quadrupolen entsprechend den Prismen und Linsen in einem optischen Strahlengang.

Die Vermessung am SIN dient der genauen Justierung aller Komponenten der Anlage. Diese ist gelegentlich zu überprüfen. Die Anlage wurde, seit sie 1974 in Betrieb genommen wurde, mehrmals umgebaut und erweitert. Für

### Survey Problems of the Swiss Institute for Nuclear Research (SIN)

The SIN is an annexed institute of the Swiss Federal Institute of Technology. Its engagement is to operate and develop a plant which can produce various beams of elementary particles (particles from atomic nuclei). These beams are required primarily for nuclear physics experiments. One of the major applications is radiotherapy against cancer with negative pions. Since last year the SIN has been able to treat patients.

The protons are generated in an injector and accelerated to 590 MeV in the ring machine which consists of 8 sector magnets. The accelerated proton beam is aimed at two targets, where secondary beams are produced by using different target-materials. These secondary beams are fed to the experiments. Many electro-magnets and control devices (Fig. 6) are necessary to keep the beam on the required path. A distinction is made between bending magnets and quadrupoles: the function of these elements can be compared with those of prisms and lenses in an optical light path.

Surveying operations are inevitable to accurately adjust all components of the beam guiding system. The alignment must be checked occasionally. After having been commissioned in 1974, the

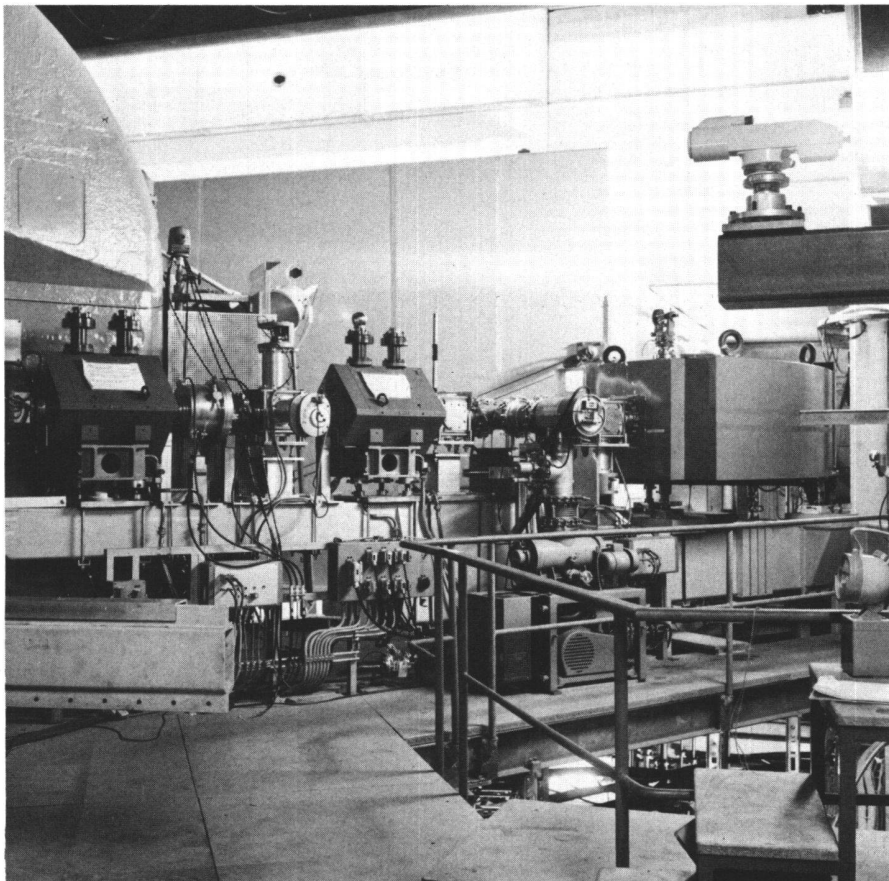


Fig. 6 Guidage des faisceaux à l'extraction de l'accélérateur de protons

Abb. 6 Strahlführung beim Austritt aus der Ringmaschine

Fig. 6 Extraction of the proton beam from the ring machine

mise en service en 1974, l'installation a été modifiée et étendue plusieurs fois. En vue de ces travaux, de nombreux points ont été repérés et mesurés avec une très grande précision (mensuration de base) avant le montage de l'installation située dans une salle de 50 m sur 80 m. Des coordonnées furent calculées dans un système uniforme de coordonnées. Ce réseau fut complété en fonction des exigences prévues (densification de réseau). La pose de lourds blindages causa des tassements du sol de la salle, tout en gênant partiellement les visées. Diverses extensions de l'installation s'ajoutèrent par la suite. Pour ces raisons, il est nécessaire de remettre constamment à jour les bases de la mensuration.

La position d'un corps dans l'espace est définie par 6 grandeurs à mesurer lors de l'ajustage. Etant donné que les pôles magnétiques déterminant le guidage des faisceaux ne peuvent plus être mesurés une fois le montage terminé, des repères doivent être posés au préalable sur la partie extérieure puis mesurés par rapport aux références primaires.

Lors des travaux de mensuration, on a appliqué dans la mesure du possible des procédés géodésiques connus qui exigèrent divers appareils auxiliaires. Les distances furent mesurées au moyen de fils d'invar et du Distinvar (CERN, Genève), d'une mire de précision horizontale de 1 m (Kern, Aarau), ainsi qu'à l'aide de jauges, micromètres et de pieds à coulisse. Des clinomètres électroniques et un niveau hydrostatique furent également utilisés.

Malgré des conditions difficiles, une bonne précision et une grande fiabilité de réglage de l'installation ont pu être obtenues et la poursuite des travaux est garantie.

diese Aufgaben wurden vor der Montage der Anlage, die in einer Halle von 50 auf 80 m untergebracht ist, eine grössere Anzahl Punkte versichert und mit höchster Präzision vermessen (Grundlagenvermessung). Damit wurden Koordinaten in einem einheitlichen Koordinatensystem berechnet. Dieses Netz wurde entsprechend den absehbaren Erfordernissen ergänzt (Netzverdichtung). Der Aufbau schwerer Abschirmungen hatte Senkungen des Hallenbodens und Sichtbehinderungen zur Folge. Später kamen Erweiterungen der Anlage dazu. Aus diesen Gründen ist eine laufende Nachführung der Vermessungsgrundlagen nötig.

Um die räumliche Lage eines Körpers zu definieren, sind 6 Grössen, die für die Justierung zu messen sind, anzugeben. Da die Magnetpole, die für die Strahlführung massgebend sind, nach Abschluss der Montage nicht mehr vermessen werden können, sind vorgängig an der Aussenseite Messmarken anzubringen und bezüglich der primären Referenzen zu vermessen.

Bei den Vermessungsarbeiten wurden nach Möglichkeit bekannte geodätische Verfahren eingesetzt, wozu aber verschiedene Hilfsgeräte nötig waren. Die Distanzen wurden mittels Invardrähten und dem Distinvar (CERN, Genf), einer 1 m-Basislatte (Kern, Aarau), mit Innenmessgeräten oder Schublehren gemessen. Ferner kamen elektronische Neigungsmesser und auch eine Schlauchwaage zum Einsatz.

Trotz schwieriger Verhältnisse konnte eine gute Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Justierung der Anlage erreicht werden, und die Fortführung der Arbeiten ist gewährleistet.

system was redesigned and enlarged several times. For these purposes many points were fixed in the floor of a hall measuring 50 by 80 m; this hall contains the whole installation. The points were measured with greatest accuracy (basic survey). Subsequently coordinates were computed in a uniform coordinate system. This network was also supplemented by further points as required by the first experiments. The installation of the shielding caused settlements of the hall floor. Later the beam guiding system was modified. For these reasons it is necessary to update the complete survey frequently. Six values, which define the spatial position of a solid, are to be measured. Since the magnetic poles, which guide the beam, can no longer be surveyed after completion of assembly, it is necessary to previously equip the outside with secondary reference marks and to determine their positions in relation to the poles.

For the measurements well-known geodetic methods were used as frequently as possible, but sometimes auxiliary gadgets were required. The distances were measured with invar wires and the Distinvar (CERN, Geneva), a one meter subtense bar (Kern, Aarau), but also with internal callipers and slide-gauges. Further electronic inclinometers and a hydrostatic level were used. Despite difficult conditions it was possible to obtain a high degree of accuracy and reliability of the adjustment of the plant and the continuation of these surveying tasks is assured.

Adresse der Verfasser:  
Ingenieurbüro Walter Schneider AG,  
Reichsgasse 61, CH-7000 Chur  
Schweizerisches Institut für Nuklearforschung, Vermessungsgruppe,  
CH-5234 Villingen

## Le système informatique administratif de Bâle-Ville Verwaltungsinformationssystem Basel-Stadt The Administration Information System of Basle City

W. Messmer

### Aperçu général et organisation

Le canton de Bâle-Ville, d'une superficie de 37 km<sup>2</sup>, est le plus petit de Suisse mais en même temps celui présentant la population la plus dense, avec 201 000 habitants et à peu près 137 000 postes de travail.

Le bureau central du traitement électronique de l'information (Zentralstelle für

### Überblick und Organisation

Der Stadtkanton Basel ist mit einer Fläche von 37 km<sup>2</sup> der flächenmässig kleinste Kanton der Schweiz. Mit 201 000 Einwohnern und rund 137 000 Arbeitsplätzen ist er aber der am dichtesten besiedelte.

Im Jahr 1969 wurde die Zentralstelle für elektronische Datenverarbeitung (ZED)

### Synopsis and organization

With an area of 37 km<sup>2</sup>, the Canton of Basle City is Switzerland's smallest canton. At the same time, with 201,000 inhabitants and some 137,000 jobs, it is the most densely populated one.

Basle's Electronic Data-Processing Center (ZED) was founded in 1969 to introduce electronic data-processing to