

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	76 (1958)
<b>Heft:</b>	13
<b>Artikel:</b>	Geodätische Methoden zur Bestimmung von Geländebewegungen und von Deformationen an Bauwerken
<b>Autor:</b>	Kobold, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-63949">https://doi.org/10.5169/seals-63949</a>

### **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:** 17.02.2026

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

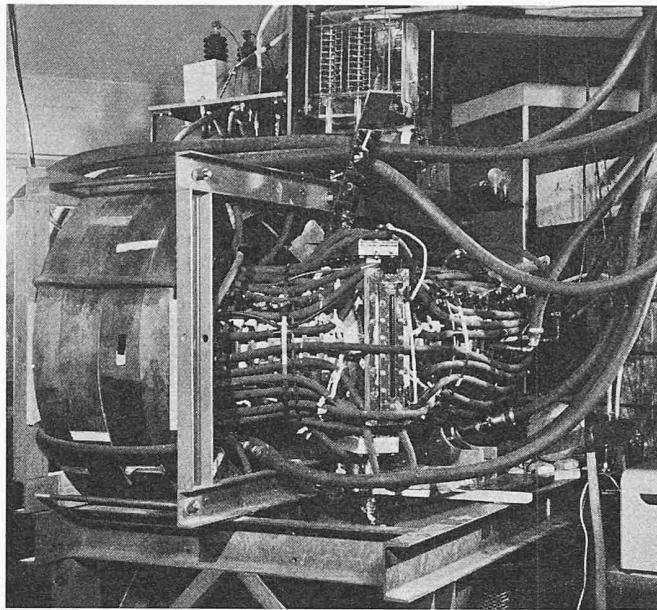


Bild 5. Ansicht der Sceptre III-Apparatur in der Forschungsstätte der Associated Electrical Industries, Ltd., Aldermaston

Tatsächlich sind bereits am 30. August 1957 mit der Zeta-Apparatur Temperaturen im Deuterium-Gas im Bereich von 2 bis  $5 \cdot 10^6$  °C erreicht worden. Das heiße Gas konnte während 0,002 bis 0,005 Sekunden von den Wandungen isoliert werden. Die Heizprozesse folgten sich alle 10 Sekunden. Das sind sehr bedeutsame Ergebnisse, die hoffen lassen, dass es grundsätzlich möglich und auch praktisch ausführbar sein wird, diese hohen Temperaturen während viel längeren Zeiten, vielleicht während Sekunden, aufrecht zu erhalten, wie es für eine brauchbare Energieerzeugung als nötig erscheint.

Der Neutronenfluss wurde jeweilen während der ganzen Dauer der Stromstöße beobachtet. Er erreichte bis zu  $3 \cdot 10^6$  Neutronen pro Stoß. Zur Messung hat man verschiedene Methoden verwendet, um feststellen zu können, ob und bis zu welchem Anteil dieser Fluss durch thermonukleare Reaktionen erzeugt worden ist. Denn es sind auch noch andere Neutronenquellen möglich. Eine der wichtigsten Messungen ist die der Temperatur. Die Methode beruht auf der Messung des von den heißen Gasatomen ausgesandten Lichtes. Dabei besteht zwar die Schwierigkeit, dass während der Entladevorgänge die Elektronenhüllen der Deuteriumatome völlig abgestreift sind und diese daher kein Linienspektrum aussenden können. Eine Möglichkeit, diese Schwierigkeit zu überwinden, besteht darin, der Gasfüllung eine kleine Menge eines schwereren Gases, z. B. Sauerstoff oder Stickstoff, beizumischen und die Spektrallinien dieser «Verunreinigungen» zu untersuchen.

Die Atome dieser schwereren Gase erleiden viele Zusammenstöße mit den Deuteriumatomen und erreichen so die selbe Energie. Sie bewirken eine Verbreiterung der Spektrallinien nach dem bekannten Doppler-Effekt, wobei der Betrag der Verbreiterung ein Mass für die Ionen-Energie ist. Auf Grund der erhaltenen Messergebnisse kann mit Sicherheit festgestellt werden, dass thermonukleare Reaktionen stattgefunden haben.

Eine zweite, ähnliche, jedoch wesentlich kleinere Apparatur wurde im Research Establishment of Associated Electrical Industries, Ltd., Aldermaston, entwickelt. Sie wird «Sceptre III» genannt. Sie besteht ebenfalls aus einem ringförmigen Aluminiumrohr, das aber wesentlich kleiner ist. Sein Durchmesser beträgt nur 305 mm, seine Wandstärke 12,7 mm, der mittlere Ringdurchmesser 1143 mm. Der Ring ist von einem Eisenkern von 4 t Gewicht umgeben, auf dem sich die primäre Wicklung für das magnetische Feld befindet. Im Gegensatz zur Zeta-Apparatur, bei welcher der Kern aus kaltgewalzten, gestanzten Stücken aufgebaut ist, verwendete man bei der Sceptre-Apparatur paketweise aufgewickelte Streifen von gleichem Material, eine Bauweise also, wie sie heute bei kleinen Transformatoren verwendet wird und bei der die günstigen Eigenschaften des gerichteten Material-Kernes am besten ausgenutzt werden können. Dementsprechend ist die Wicklung nicht quer zum Ring angeordnet, sondern verläuft in seiner Längsrichtung. Bild 5 zeigt die Sceptre III-Anlage.

Mit dieser Apparatur wurden sehr viele Versuche durchgeführt. Die Entlad-Energien konnten bis auf  $4 \cdot 10^4$  Joule gesteigert werden. Man erreichte Stromstärken im Deuteriumgas bis 200 000 A und Temperaturen bis  $4 \cdot 10^6$  °C, die spektroskopisch gemessen wurden. Im Temperaturbereich zwischen 2,3 und  $3,8 \cdot 10^6$  °C wurden während verschiedenen hundert Mikrosekunden Neutronen ausgesendet, und es scheint, dass während dieser Zeit die Vorgänge stabil sind. Die Versuche bezweckten vor allem, die Bedingungen abzuklären, unter denen Neutronen ausgesendet werden.

Die Untersuchungen sollen an einer verbesserten Zeta-Apparatur weitergeführt werden. Außerdem ist der Bau einer neuen, grösseren Anlage in Aussicht genommen, um noch wesentlich höhere Temperaturen und ein besseres Verhältnis der eingeführten elektrischen zur gewonnenen Wärmeenergie zu erzielen. Dieses beträgt bei der Zeta-Anlage nur etwa  $10^{12}$ : 1. Wird die Temperatur von z. B.  $2 \cdot 10^6$  auf  $5 \cdot 10^6$  °C gesteigert, so vermehrt sich die Zahl der ausgesandten Neutronen um das 300fache; bei  $25 \cdot 10^6$  °C ist die Vermehrung 10 000fach.

Um einen eindeutigen Energiegewinn zu erzielen, müssen Temperaturen von etwa  $100 \cdot 10^6$  °C im Deuteriumgas und von etwa  $40 \cdot 10^6$  °C in einem Gemisch von Deuterium und Tritium<sup>3)</sup> angewendet und während wesentlich längerer Zeit aufrecht erhalten werden. Dieses Ziel will man in der nächsten Forschungsetappe mit einer grösseren Apparatur erreichen.

A. O.

<sup>3)</sup> Tritium ist ein radioaktives Wasserstoffisotop, dessen Atomkerne aus einem Proton und zwei Neutronen bestehen.

## Geodätische Methoden zur Bestimmung von Geländebewegungen und von Deformationen an Bauwerken

Von Prof. Dr. F. Kobold, ETH, Zürich

Für die Bestimmung der Distanzen kommt bei den sehr hohen Genauigkeitsansprüchen nur die *Messung mit Invardrahten oder Invarbändern*, wie sie seit 50 Jahren bei den Geodäten für Basismessungen im Gebrauch stehen, in Frage. Aus der reichen Literatur, in welcher Theorie und Erfahrungen solcher Invardrahtmessungen behandelt sind, geht hervor, dass die tatsächliche Genauigkeit wesentlich kleiner ist, als man sie auf Grund der innern Uebereinstimmung der Beobachtungen vermutet. Systematische Fehler, die nicht recht erfasst werden können, machen sich bei allen Invardraht- und Invarbandmessungen in unangenehmer Weise geltend. Kritisch sind das Herstellen der Spannung, das Spielen der Rollen, das Einrichten der Drähte in Lage und Höhe mit Hilfe der kleinen Masstäbe auf die Messstrecke und die Berücksichtigung des Durchhanges. Besonders gefürchtet sind

die von Zeit zu Zeit auftretenden Sprünge in den Längen der Drähte und Bänder.

Es ist aus diesen Gründen seit langem üblich, die Messungen nicht nur mit einer Ausrüstung auszuführen. Vielmehr werden bei allen Deformationsmessungen an Bauwerken — wie übrigens auch bei allen Basismessungen — drei Drähte verwendet. Diese Vorsichtsmassnahme erweist sich immer wieder als gerechtfertigt; denn mehr als einmal, am Anfang häufiger als später, hat bei Beobachtungen von Verformungen an Staumauern und an Tunnels der eine oder andere Draht im Laufe der Messungen plötzlich seine Länge um einige Zehntel Millimeter geändert. Diese Änderungen lassen sich aus den Ergebnissen der zwei andern Drähte feststellen, und nach Einführung geeigneter Korrekturen können auch die Messungen mit dem veränderten Draht verwendet werden.

DK 526.9:624

Schluss von Seite 167

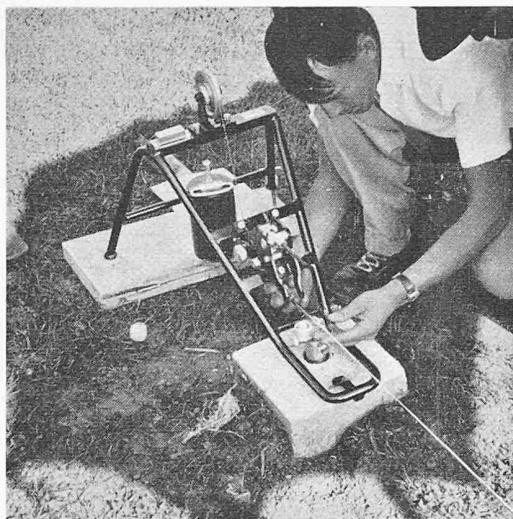


Bild 16. Spannbock für die Invardrahtausstattung. Verwendung bei Rutschungsmessungen im Gelände

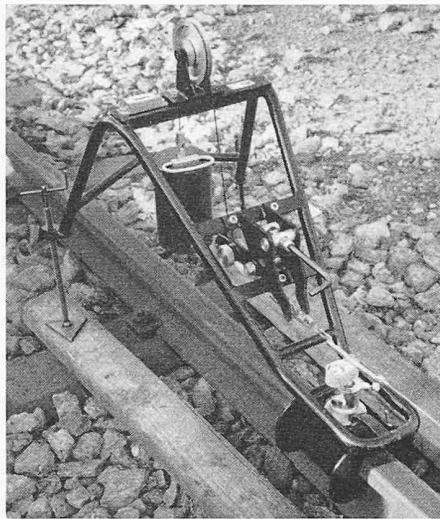


Bild 17. Spannbock für die Invardrahtausstattung, eingerichtet für die Messung von Strecken längs Eisenbahnschienen

Zur Bestimmung der Korrekturen müssen die Drähte vor und nach jeder Messung auf Prüfstrecken unter sich verglichen werden. Zudem sollte von Zeit zu Zeit eine Bestimmung der Drahtlängen durch Vergleichung mit geeichten Drähten vorgenommen werden.

Aus der inneren Uebereinstimmung der mehrfach mit allen Drähten gemessenen Strecken wurde ein mittlerer Fehler am Mittel von weniger als  $\pm 0,1$  mm berechnet. Auf Grund der in der Literatur gegebenen sowie eigener Erfahrungen seit den ersten Messungen im Frühjahr 1954 muss jedoch der mittlere Fehler am Mittel einer mit drei Drähten gemessenen Strecke von 10 bis 20 m Länge zu etwa  $\pm 0,15$  mm angenommen werden. Dieser Wert wird durch die Abschlussfehler der Polygonzüge bestätigt.

Die von der Firma Kern in Aarau entwickelte Einrichtung zur sehr genauen Messung von Distanzen umfasst neben den Messdrähten oder Messbändern aus Invar einen Spannbock mit Anhängegewichten und Drahtrollen und den Indexträger. Sie eignet sich zur Distanzbestimmung zwischen einzementierten Bolzen in beliebigem Gelände oder zwischen konischen kleinen Löchern auf Eisenbahnschienen. Bild 16 zeigt den Spannbock mit eingehängtem Draht und Gewichten, eingerichtet für die Messung von Distanzen zwischen Metallbolzen, die in tief fundierten Sockeln einzementiert sind. In den Bolzen des Sockels (rechts im Bild) wird die Ablesemarke eingesetzt. Der Invardraht endet in einem kurzen Metallmassstab, an dem die Ablesemarke eingeschäzt wird. Die Spannung geschieht mit einem Gewicht von 10 kg, das durch einen gewöhnlichen Draht, der über zwei Rollen geführt ist, auf den Invardraht übertragen wird. Durch Korrekturvorrichtungen wird der Massstab nach Seite und Höhe in die richtige Lage gebracht. Bild 17 gibt den Spannbock mit Zubehör wieder, wie er für Distanzmessungen längs Eisenbahnschienen verwendet wird. In Bild 18 sind der Indexträger mit der Ablesemarke und der Dosenlibelle sowie der Metallmasstab am Ende des Invardrahtes sichtbar. Bild 19 zeigt die Messung von Distanzen zwischen Bolzen auf Pfeilern, wobei die früher erwähnte Pfeilergrundplatte für die Auflotung der Bolzenmittelpunkte verwendet wird.

Die Aufgabe, *Theodolite und Zielmarken*, beide auf Stativen stehend, mit der Genauigkeit von einem Zehntelmillimeter zu zentrieren, liess sich für die Doppelkreistheodolite von Kern einfach lösen, weil hier die Alhidade auf einem Kugellager läuft und keine mechanische Drehachse besteht. So kann die sehr genaue Zentrierung mit dem optischen Lot, das in der Alhidade eingebaut ist, erfolgen. Durch Beobachtung in diametralen Stellungen der Alhidade können Winkel- und Exzentrizitätsfehler des optischen Lotes streng eliminiert werden. Die Zentrierung erfolgt daher in zwei Schritten (Bild 20), indem zunächst mit dem Zentrierstock und der daran angebrachten Dosenlibelle genähert zentriert wird. Der mittlere Fehler beträgt etwas weniger als  $\pm 1,0$  mm. Im zweiten Schritt erfolgt die genaue Zentrierung mit dem optischen Lot und der Alhidadenlibelle. Rechnet man mit einer Einspiel-

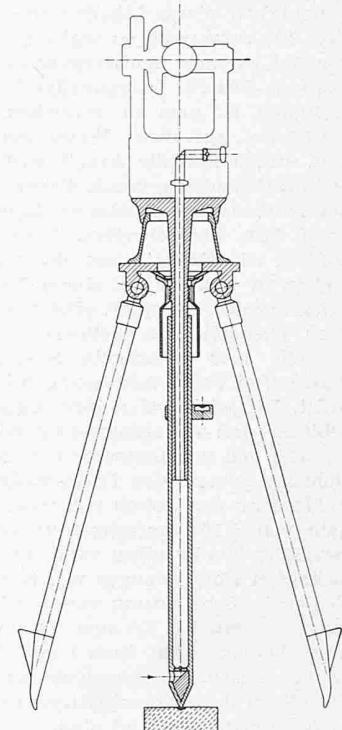


Bild 20. Kugelgelenk-Zentrierstativ von Kern (Aarau) mit besonderer Einrichtung zur sehr genauen Zentrierung auf Zehntel-Millimeter. Eine ähnliche Einrichtung besteht auch für das Kippteller-Stativ

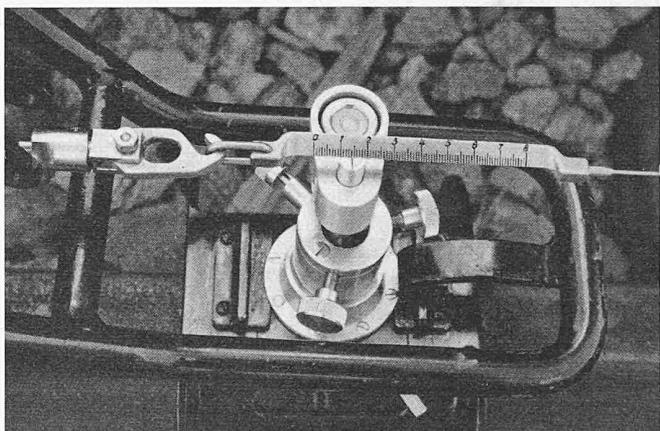


Bild 18. Vertikal gestellter Indexträger, Ablesemarke und Maßstab am Invardraht, eingerichtet für die Ablesung

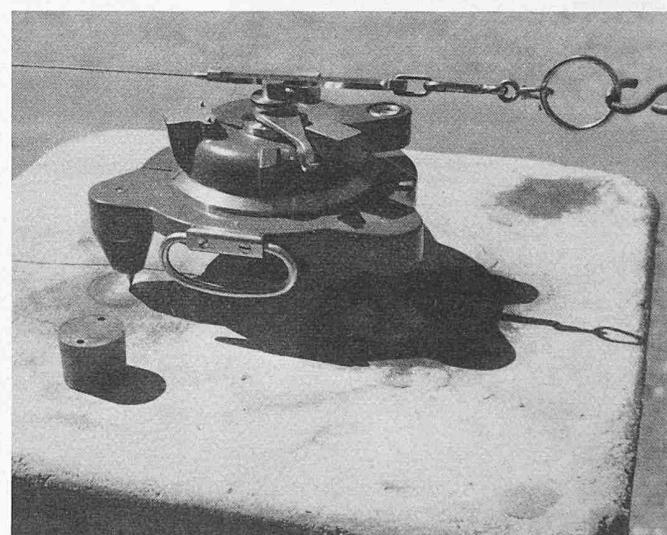


Bild 19. Drahtmessung über Pfeiler mit Hilfe der Pfeilergrundplatte

genauigkeit dieser Libelle von einem halben Pars, was ungefähr  $10''$  entspricht, so ergibt sich bei einer Instrumentenhöhe von 1,4 m eine Zentriergenauigkeit von etwas weniger als  $1/10$  mm. Die für Polygonzüge hoher Präzision geforderte Genauigkeit ist also zu erreichen. Selbstverständlich ist das Zentrieren auf diese Weise ein Probierverfahren, und wer zum ersten Mal die Arbeit ausführt, wird ziemlich viel Zeit dazu aufwenden müssen. Schon nach wenig Uebung ist aber der Zeitbedarf durchaus erträglich; nur ausnahmsweise wird er 10 Min. überschreiten. Jedenfalls gelingt es, 40 Polygonwinkel, wie sie bei einer der untersuchten Staumauern auftreten, in weniger als einem Tag zu messen. Eine gute Arbeitsorganisation spielt eine ausschlaggebende Rolle; müssen doch Theodolit und Zielmarken immer ausgetauscht werden.

Die hier errechnete Zentriergenauigkeit wurde durch mancherlei Versuchsmessungen im Geodätischen Institut überprüft. Die wichtigsten Bestätigungen ergaben aber Dreieckschlüsse und Abschlussfehler bei Messungen an Bauwerken.

Bei den mit Invardrähten und der speziellen Zentriereinrichtung gemessenen Polygonzügen kann somit mit mittleren Fehlern an den Seiten von rund  $\pm 0,15$  mm und an den Winkeln von  $\pm 10''$  gerechnet werden. Daraus ergeben sich für den Mittelpunkt eines rund 400 m langen, beidseitig eingezwängten Polygonzuges mit Seitenlängen von 11 m mittlere Fehler in Zugrichtung von  $\pm 0,5$  mm und quer zur Zugrichtung von rund  $\pm 2,0$  mm. Der mittlere Fehler der Gesamtlänge beträgt nicht ganz 1 mm. Von grösster Bedeutung aber ist bei diesen Polygonzügen der Umstand, dass benachbarte Punkte in ihrer gegenseitigen Lage auf wenige Zehntel-Millimeter genau bestimmt sind.

An zwei Beispielen sollen Anwendungen von Präzisionspolygonzügen gezeigt werden.

Das erste Beispiel betrifft die *Staumauer Sambuco*. Wie Bild 21 zeigt, wird im obersten Kontrollgang, nur wenige Meter tiefer als die Mauerkrone, ein Polygonzug gelegt. Die Längen der Polygonseiten sind so gewählt, dass auf jeden Block zwei Punkte zu liegen kommen. Um die Endpunkte des Polygonzuges mit dem Pfeilernetz zu verbinden, werden die zwei äussersten Seiten durch Auflotung auf die Mauerkrone übertragen. Es geschieht dies mit einem grossen Auf- und Ablotgerät, so dass die Genauigkeit des Zehntel-Millimeters erhalten bleibt. Im benachbarten Strassentunnel sind Messstrecken für die Vergleichung der Messdrähte eingebaut. Bild 22 zeigt die Konstruktion der Polygonpunkte im Kontrollgang. Jeder Punkt ist charakterisiert durch einen Messingbolzen mit einem kleinen konischen Loch. Man erkennt im Bild den Indexträger mit der konischen Spitze, der Dosenlibelle und der Messmarke sowie den Zylinder mit Schrauben und Federn zum Vertikalstellen des Indexträgers. Bild 23 zeigt die Ingenieurgruppe beim Messen der Polygonwinkel. Bild 24 zeigt eine Stativaufstellung mit Zielmarke, Bild 25 endlich die Streckenmessung mit Invardrähten.

Die Ergebnisse der Messungen des Polygonzuges im Frühjahr 1956, im Herbst 1956 und im Frühjahr 1957 kommen in Bild 26 zur Darstellung. Man erkennt, dass die Vorwärts-

Bild 22. Polygonpunkt im Kontrollgang

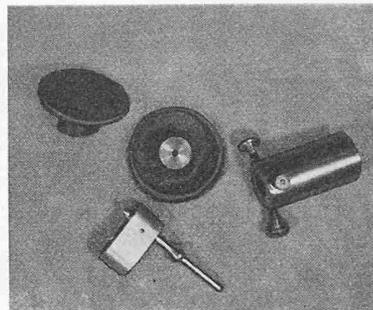
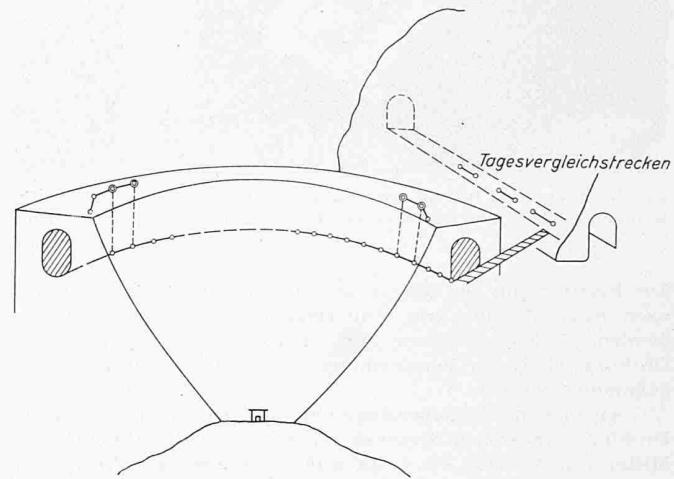


Bild 21. Schematische Darstellung des Polygonzuges im obersten Kontrollgang der Staumauer Sambuco



bewegung der Mauerkrone bei Aufstau ungefähr der Rückwärtsbewegung bei Absenken entspricht. Man erkennt aber auch, dass die Bewegung der Mauer nicht symmetrisch zur Mitte erfolgt. Bemerkenswert ist insbesondere die Tatsache, dass das westliche Widerlager sich bei Aufstauen des Sees talwärts bewegt, während das östliche Widerlager eine Rückwärtsbewegung ausführt. Die beiden entgegengesetzten Bewegungen haben zur Folge, dass es im obersten Kontrollgang einen Punkt geben muss, der bei Aufstauen und Absenken des Sees seine Lage nicht ändert. Aus der Figur geht hervor, dass diese Stelle sich in der Gegend der Polygonpunkte 7 und 8 befindet. Das Bild zeigt eindrücklich, dass das nicht symmetrische Verhalten der Mauer nur deswegen vollständig und genau erfasst werden konnte, weil die Messpunkte nahe beieinander liegen, was zur Durchführung von Polygonmessungen zwingt.

In engstem Zusammenhang mit der Verschiebung der Messpunkte in der Horizontalen stehen Hebungen und Senkungen. Sie werden durch Präzisionsnivellamente ermittelt. Bild 27 zeigt, dass sich die Mauer in der Gegend des Polygon-

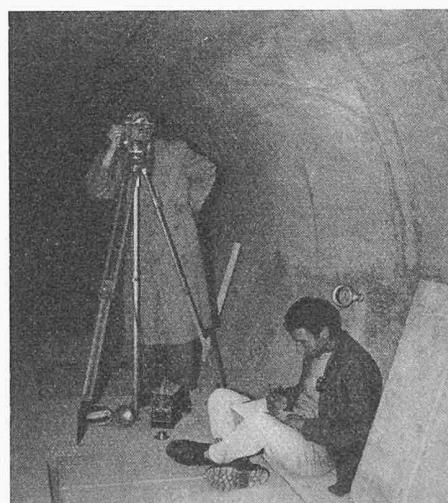


Bild 23. Polygonwinkelmessung auf speziellem Zentrierstativ

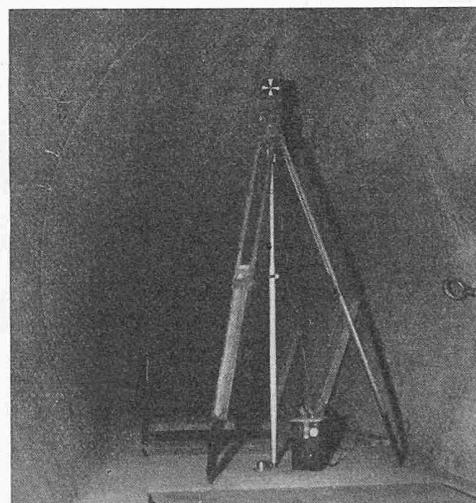


Bild 24. Zielmarke auf speziellem Zentrierstativ

Auf Bild 25 erkennt man die zwei Spannböcke mit dem Invardraht

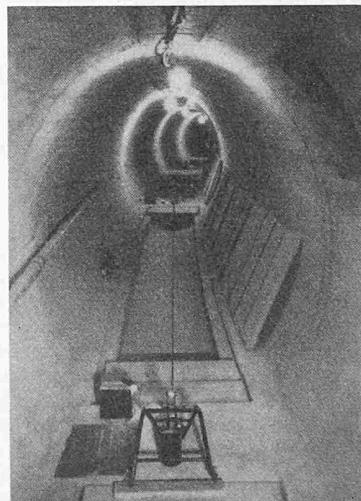


Bild 25. Streckenmessung im obersten Kontrollgang

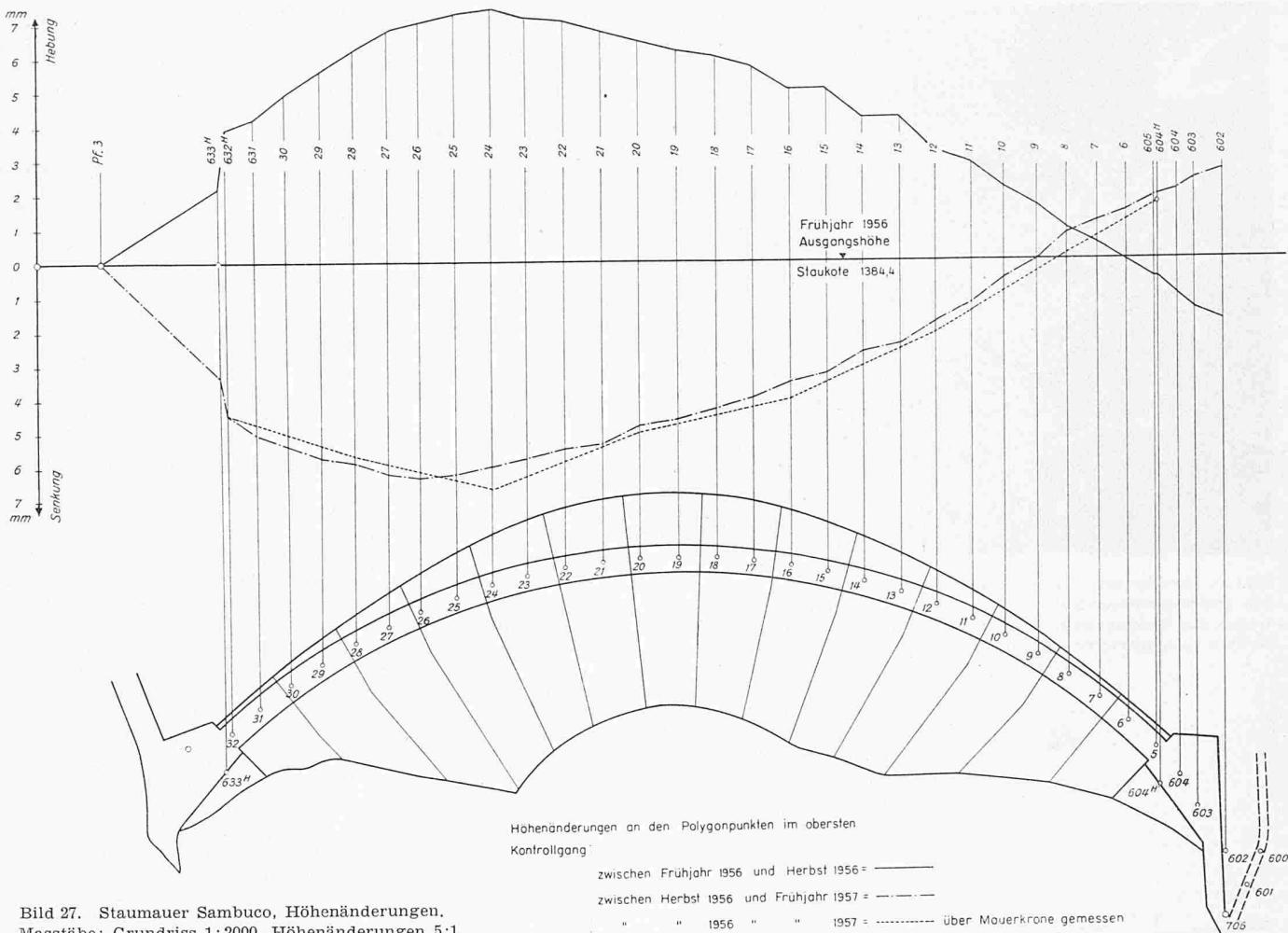


Bild 27. Staumauer Sambuco, Höhenänderungen.  
Masstabe: Grundriss 1:2000, Höhenänderungen 5:1

punktes 24 bei Aufstau des Sees um rund 7 mm hebt und sich bei Absenken um den selben Betrag senkt. Während das westliche Widerlager seine Höhe nicht ändert, tritt beim östlichen bei Absenken des Sees eine Hebung und bei Aufstau des Sees eine Senkung ein. Unverändert in Höhe bleiben die Polygonpunkte 7 und 8.

Das zweite Beispiel betrifft Deformationsmessungen im *Kehrtunnel der Rhätischen Bahn bei Klosters*. Es ist seit langerer Zeit bekannt, dass die Bergsturzmasse auf der Davoser Seite der Landquart sich in Bewegung befindet und daher den Tunnel gefährdet. Durch Verschiebungsmessungen sollte festgestellt werden, ob die Rutschbewegungen in allen Teilen des Tunnels die selben sind oder ob der innerste Teil sich weniger verschiebt als die Tunnelteile in der Nähe der Portale. Es ist selbstverständlich, dass diese Aufgabe nur dadurch gelöst

werden konnte, dass man einen Polygonzug durch den Tunnel legte. Die Seitenlängen betragen 24 m, die Strecken werden mit Invardrähten gemessen.

Durch eine Triangulation werden die Endpunkte des Polygonzuges mit Punkten auf dem rechten Landquartufer, die als unveränderlich angenommen werden dürfen, verbunden. Bild 28 zeigt eine erste Ausführung der Verbindungstriangulation, bei welcher der Maßstab durch Messen einzelner Strecken mit der 2-Meter-Invarbasislatte erfolgte. In Bild 29 ist die spätere Lösung dargestellt, bei welcher eine Basis zwischen den Punkten 83 und 84 auf dem Bahnhofsgelände mittels Invardrähten gemessen wurde. Da die Polygonpunkte im Tunnel auf den Schwellen oder auf Schienen liegen, kann aus Veränderungen in den Koordinaten dieser Punkte nicht auf Verschiebungen des Tunnels geschlossen werden. Es wurden

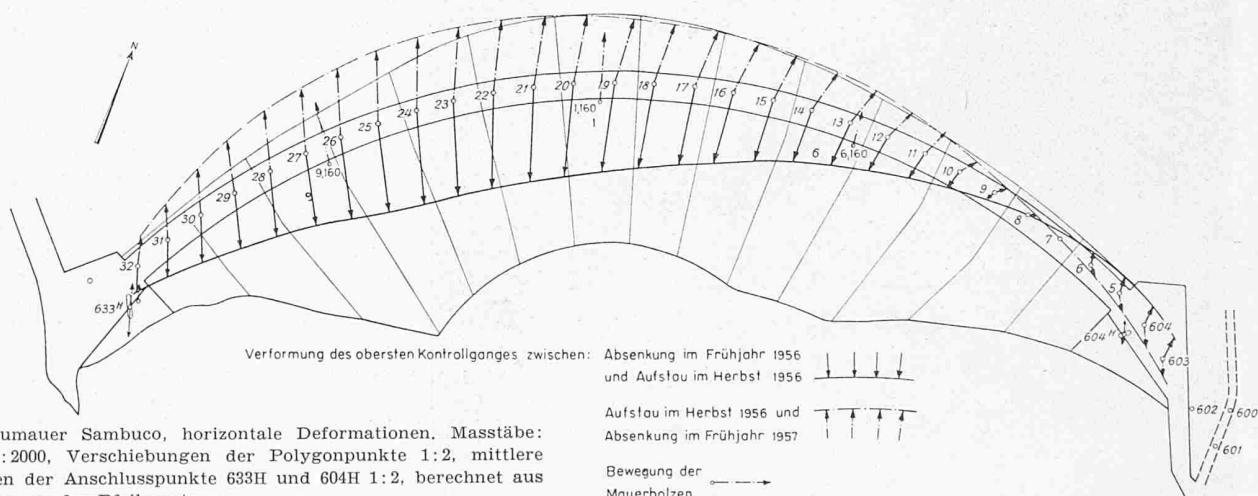


Bild 26. Staumauer Sambuco, horizontale Deformationen. Masstabe: Grundriss 1:2000, Verschiebungen der Polygonpunkte 1:2, mittlere Fehlerellipsen der Anschlusspunkte 633H und 604H 1:2, berechnet aus dem Anschluss an das Pfeilernetz

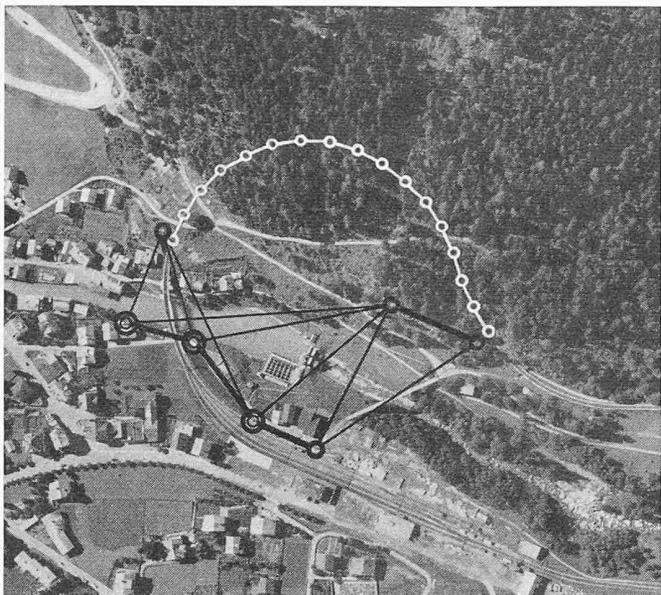


Bild 28. Brücke der Rhätischen Bahn über die Landquart bei Klosters mit anschliessendem Kehrtunnel. In schematischer Weise sind einge tragen das Verbindungsnetz zwischen festbleibenden Punkten auf dem rechten Landquartufer und die Anlage des Polygonzuges im Tunnel

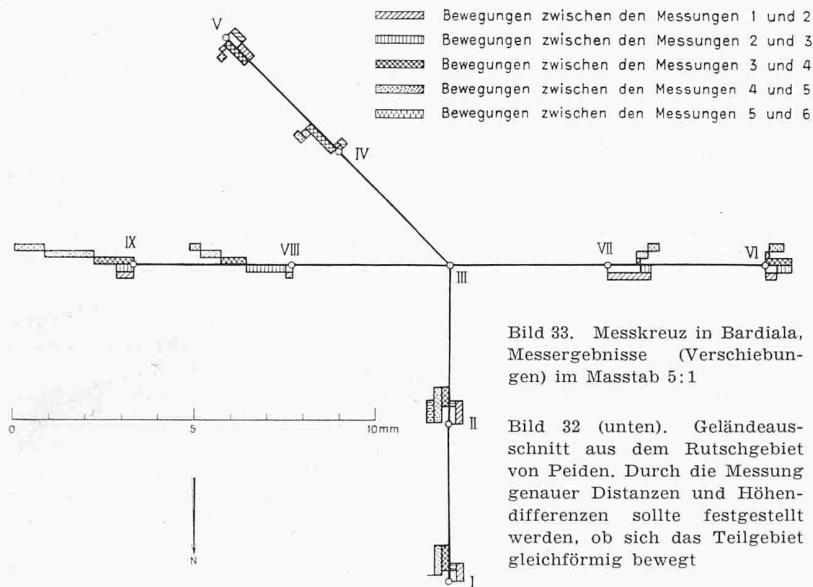


Bild 32 (unten). Geländeauschnitt aus dem Rutschgebiet von Peiden. Durch die Messung genauer Distanzen und Höhendifferenzen sollte festgestellt werden, ob sich das Teilgebiet gleichförmig bewegt



Bild 30 (links). Metallspitze in der Tunnelwand

daher in den Mauerwänden Metallspitzen angebracht (Bild 30), welche von den Polygonpunkten aus vorwärts eingeschnitten wurden. Über die Verschiebungen der Spitzen gibt Bild 31 Aufschluss. Man erkennt deutlich, dass der Vermutung entsprechend, der innerste Teil des Tunnels festbleibt, während die Tunnelportale sich in Bewegung befinden.

\*

Die Anwendung von Präzisionspolygonzügen scheint auf Verschiebungsmessungen an Bauwerken, wie Staumauern, Brücken, Tunnels, wie sie seit einigen Jahren immer wieder durchgeführt wurden, beschränkt zu sein.

Es gibt aber auch Fälle, wo Geländeverschiebungen, Rutschungen durch sehr genaue *Distanzmessungen mit Bändern oder Drähten* erfasst werden sollen. Die Aufgabe tritt dann auf, wenn zu untersuchen ist, ob ein beschränktes Gebiet von vielleicht  $100 \times 100$  m innerhalb einer grösseren

Rutschmasse sich mit allen Teilen gleich bewegt. Man kann dann in der Art vorgehen, dass man Sockel in den Boden baut und von Zeit zu Zeit Distanzen und Winkel zwischen diesen Sockeln misst. Ein solches Beispiel aus dem Rutschgebiet von Peiden ist in Bild 32 wiedergegeben. Es wurden Sockel in Abständen von 24 m mit kreuzweiser Anordnung in den Boden gebaut. Die Ergebnisse der Messungen sind in Bild 33 festgehalten. Während im vertikalen sowie im westlichen Teil des horizontalen Armes die Verschiebungen den Betrag 1 mm kaum überschreiten und daher als lokale Änderungen in der Lage des Sockels anzusprechen sind, zeigt sich im östlichen Teil des horizontalen Armes eine einseitige Bewegung, die allerdings am Laufe von zweieinhalb Jahren den Betrag von 4 mm nicht überschreitet.

Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass Deformationen von Staumauern auch durch die Beobachtung von Höhenwinkeln gemessen werden können. In einzelnen vertikalen Schächten der Mauern werden meistens Pendel angebracht. Die Bewegung der Mauer wird dadurch erfasst, dass man zu verschiedenen Zeiten die Abstände des Pendeldrahtes von den Schachtwänden misst. Diese einfache Methode, die nur relative, aber sehr genaue Werte liefert, ist nur bei vertikalen Schächten anwendbar.

In schiefen Schächten kann man so vorgehen, dass man von einem Pfeiler im Fundament oder von einer Beobachtungsstation am oberen Ende der Mauer aus die Höhenwinkel nach Zielmarken im Schacht misst. Derartige Beobachtungen erfordern wegen der Steilheit der Zielungen besondere Vorsichtsmaßnahmen beim Horizontieren und in der Regel rechnerische Korrekturen an den gemessenen Höhenwinkeln. Sorgfältige Beobachtungen und eine einwandfreie Bearbeitung ergeben Deformationskurven, die in bezug auf Genauigkeit den aus Pendelbeobachtungen abgeleiteten nur wenig nachstehen.

Sowohl bei der Beobachtung von Pendeln als auch bei der Beobachtung von Höhenwinkeln muss dem Umstand Rechnung getragen werden, dass die Lotlinien bei Maximal- und bei Minimalstau in den Beobachtungspunkten nicht identisch sind. Die Änderung der Lotrichtung kann in mühsamer Rechnung aus der Wassermasse bestimmt werden, wobei betont werden muss, dass grobe Abschätzungen nicht zu brauch-

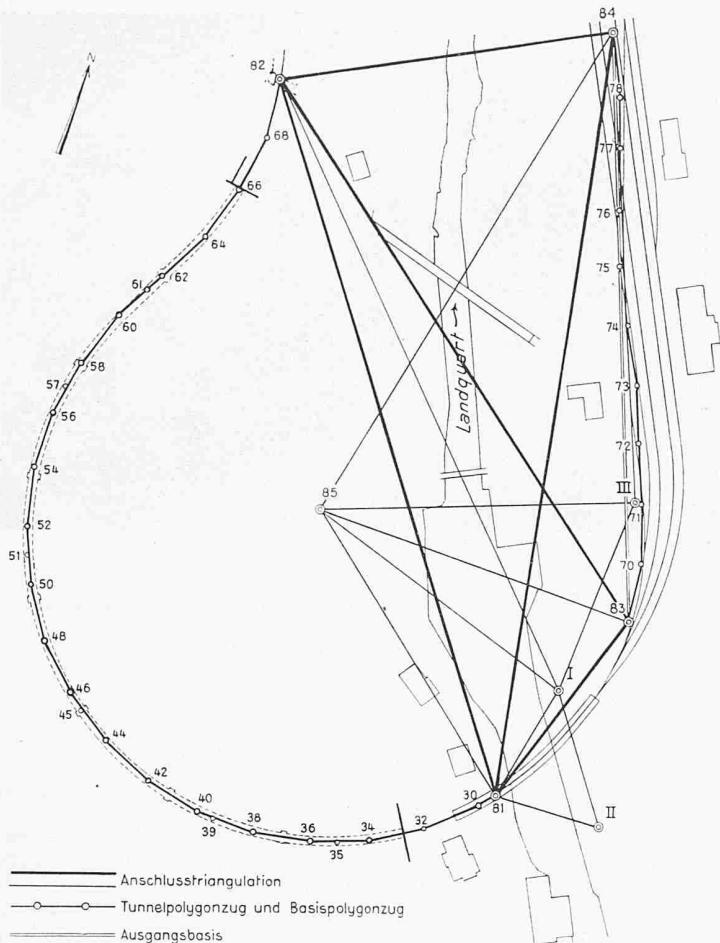


Bild 29. Tunnel Klosters, Netzplan 1:3000

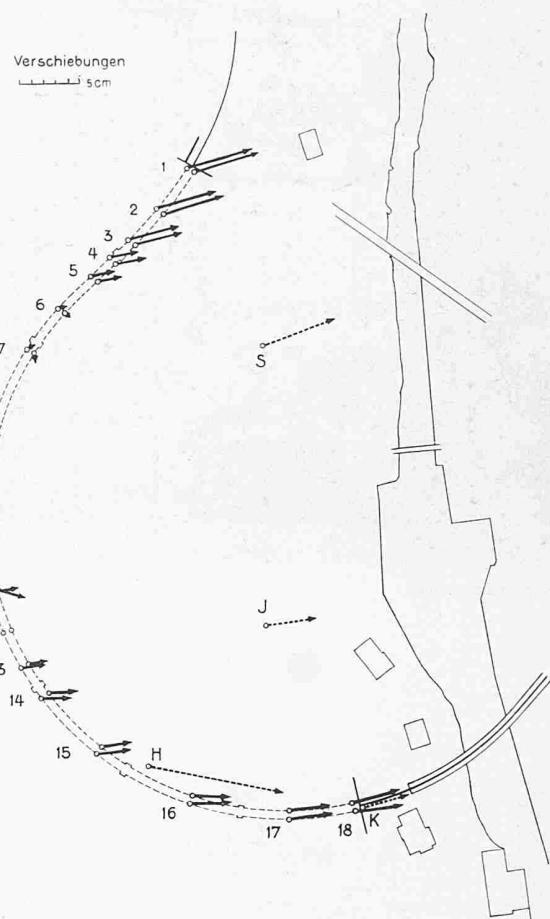


Bild 31. Verschiebungen der Spitzen zwischen 1953 und 1956

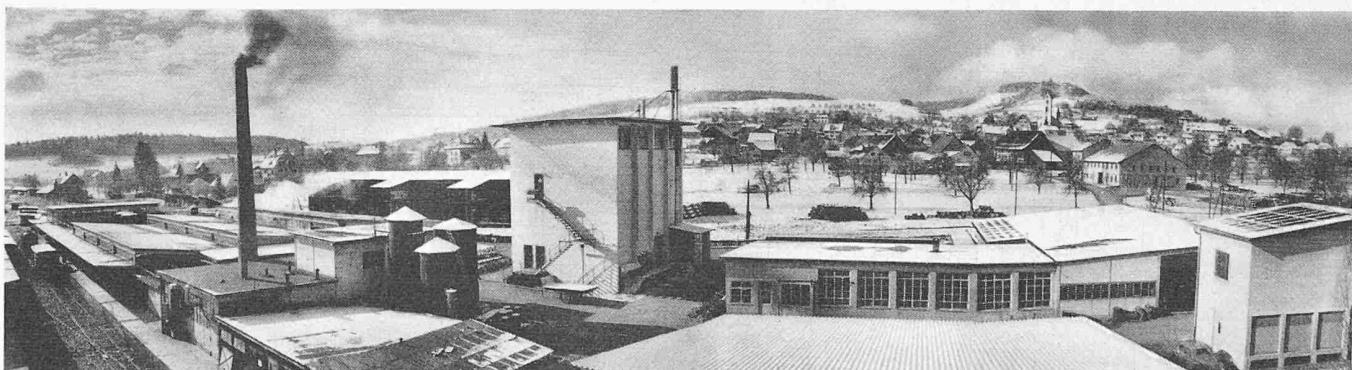
baren Werten, auch nicht zu Näherungswerten führen. Gewiss sind die Winkeländerungen klein; sie können aber bei hohen Mauern und je nach Form der Wassermasse eine bis einige Zentesimalsekunden betragen und sind damit von der Größenordnung der Messgenauigkeit.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. F. Kobold, Eidg. Technische Hochschule Zürich, Institut für Geodäsie.

## Dr. Rudolf Maag zum 75. Geburtstag

Dass der Name Maag in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kreisen bestens bekannt wurde, ist in erster Linie das persönliche Verdienst von Dr. Rudolf Maag, Seniorchef der bekannten Pflanzenschutzmittel-Fabrik in Dielsdorf, der am 2. April 1958 inmitten vielgestaltiger und reger Tätigkeit seinen 75. Geburtstag feiern kann. Der Geehrte hat aus der bescheidenen Rebspritzmittel- und Kunstdüngerfabrik seines Vaters, die er im Jahre 1919 übernahm, wobei er am Anfang so-

wohl als Chemiker wie auch als Biologe und Reisender tätig war, im Laufe der Jahre eine Pflanzenschutzmittel-Industrie entwickelt, die weit über die Grenzen unseres Landes hinaus für ihre Pionier-Arbeiten bekannt ist. In Anerkennung seiner Verdienste auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes wurde ihm im Jahre 1953 durch die ETH die Doktorwürde ehrenhalber verliehen. Dr. Maag ist aber nicht nur ein erfolgreicher Industrieller, sondern er war auch Zeit seines Lebens ein Freund alles Schönen in der Natur. Dass ihm deshalb auch die architektonische Gestaltung der Fabrikbauten von jeher ein besonderes Anliegen war, wird jedem Besucher der Firma offenbar. Die mit viel Liebe und künstlerischem Sinn gestalteten Versuchs- und Zieranlagen und die einfachen, jedoch zweckentsprechenden Gebäudelichkeiten sind die Wirklichkeit gewordene Idee einer Fabrik im Grünen. Die gleiche Linie wurde bei der Planung des der Vollendung entgegengehenden neuen chemischen Forschungslaborgehäuses befolgt, das inmitten von Obstplantagen gelegen ist und das Bindeglied zwischen Fabrik und biologischem Laboratorium bildet (s. S. 193).



Die Chemische Fabrik Dr. R. Maag AG. in Dielsdorf, aus Osten. Ueber dem Kirchturm das Städtchen Regensberg