

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 54 (1956)

Heft: 12

Artikel: Möglichkeiten für eine vermehrte Grundwassernutzung

Autor: Wegenstein, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-212734>

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: 10.01.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungs-
wesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturlingenieurverein;
Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeur: Société suisse des Mensurations et Amélio-
rations foncières; Société suisse des ingénieurs du
Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 12 • LIV. Jahrgang

Erscheint monatlich

11. Dezember 1956

Möglichkeiten für eine vermehrte Grundwassernutzung

Von Dipl.-Ing. M. Wegenstein, Zürich

Die Zeit der individuellen Versorgung einzelner Wohnstätten oder Gebäudegruppen mit Trink- und Brauchwasser aus den sogenannten Sodbrunnen oder den idyllischen Dorfbrunnen ist in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts der heutigen Ära der zentralen öffentlichen Wasserversorgungen gewichen. Diesen kommt zweifellos ein großes Verdienst an der Verbesserung der allgemeinen Lebenshaltung und an der Hebung unserer Wohnkultur im besonderen zu. Mit dem gleichzeitigen Entstehen zahlreicher viel Betriebswasser benötigender Gewerbe- und Industriezweige ergab sich dabei ein starkes Ansteigen des spezifischen Wasserverbrauchs unserer Bevölkerung, deren Bedarf um das Jahr 1850 herum zwischen 30 und 50 Liter pro Kopf und Tag betrug, heute aber schon in vielen Gemeinden auf 300 bis 500 Liter pro Kopf und Tag angestiegen ist. Unser häuslicher, gewerblicher und industrieller Wasserverbrauch hat sich somit in den letzten hundert Jahren verzehnfacht!

Dieser Verbrauchszunahme waren nun unsere Hochquellen – früher der Inbegriff für genügendes, reines und gesundes Trinkwasser – schon lange nicht mehr gewachsen, und etwa um die Jahrhundertwende begannen sich die zuständigen Fachleute immer mehr der Erschließung des Grundwassers in größerem Maßstab zuzuwenden. Auf Grund eingehender hydrologischer Studien und praktischer Untersuchungen gelangte man zur Erkenntnis, daß in unseren Breiten Grundwasserträger vorhanden sind, die bei planmäßiger Bewirtschaftung imstande sein dürften, unseren Trink- und Brauchwasserbedarf noch auf lange Zeit hinaus zu decken.

Schon heute beträgt der Anteil des Grundwassers für viele europäische Länder mehr als die Hälfte des gesamten Wasserverbrauchs. Er beläuft sich zum Beispiel in Belgien auf 76%, in Deutschland auf 70% und für die 30 größten Wasserversorgungsanlagen der Schweiz auf 52%. Welch enorme Rolle die Förderung von genügend Grundwasser spielen kann, geht daraus hervor, daß im Jahre 1950 der gesamte Grundwasser-

verbrauch in den 48 Staaten der USA 95 Mio m³/Tag, das sind mehr als 1000 m³/sec und etwa 600 Liter pro Kopf der Bevölkerung, betragen hat.

Wo können wir nun in der Schweiz hoffen, noch auf größere wirtschaftlich nutzbare Mengen dieses köstlichen Nasses zu stoßen? Die größten Grundwasservorkommen der Ostschweiz treten stromabwärts der eiszeitlichen Endmoränen der Gletscher unserer Alpen auf, also im wesentlichen beim Austritt der Wigger, der Suhr, der Wina, der Bünz, der Reuß und der Limmat ins Aaretal und bei den bekannten Endmoränen des Linth- und des Rheingletschers vor der Einmündung von Glatt, Töß und Thur in den Rhein.

Ganz ähnliche hydrologische Verhältnisse finden wir in den französischen Flusstälern der Rhone und Isère, mit ihren mächtigen und gut durchlässigen Schotterablagerungen. Dort, wo sich einige Kilometer südlich von Saint-Rambert im Rhonetal zwei Grundwasserströme vereinigen, steigt bei der Verengung des Abflußquerschnittes der Grundwasserspiegel über Terrain und bildet einen Grundwasseraufstoß, der als Oberflächengewässer von 3 bis 4 m³/sec der Rhone zufließt.

Die frühesten größeren Grundwasserfassungen sind in der Form von Kessel- oder Schachtbrunnen gebaut worden. Trotz den hohen Baukosten dieser Art Brunnenfassungen weisen sie verschiedene Nachteile auf, weil das nur durch die Sohle und einzelne Löcher in den Schachtwandungen eindringende Grundwasser sehr oft die zulässige Eintrittsgeschwindigkeit übersteigt und dabei die feinkörnigen Teile des Bodens mitreißt. Dies kann entweder zu einer Versandung des Brunnens und damit zu einer Verminderung seiner Leistungsfähigkeit oder zur Bildung unterirdischer Kavernen mit nachfolgender Infektionsgefahr führen. Im sogenannten Rohrbrunnen, auch Filterbrunnen genannt, ist diese Gefahr des Mitreißens von feinem Sand viel kleiner. Er besteht aus einer äußeren Bohrung und einem inneren, gelochten oder geschlitzten Fassungsrohr mit dazwischengefüllter, genau kalibrierter Kiesschüttung. Die größere Eintrittsfläche für das Grundwasser, das heißt der benetzte Umfang der Brunnenbohrung, bedingt eine umgekehrt proportional reduzierte Eintrittsgeschwindigkeit und vermindert so trotz der höheren Ergiebigkeit des Brunnens dessen Versandungsgefahr.

Der Umbau eines versandeten Schachtbrunnens einer Fabrik im Reußtal in einen 24,50 m tiefen Rohrbrunnen möge den wesentlichen Unterschied der beiden Fassungsarten illustrieren. Die betreffende Anlage, die ursprünglich als Schachtbrunnen ausgebildet war, besaß für die im Laufe der Jahre steigende Beanspruchung eine zu kleine Eintrittsfläche. Dies führte zu einer Versandung der Brunnensohle und als Folge hiervon zu einer Spiegelabsenkung im Brunnen, der die Saugwirkung der horizontalachsigen Entnahmepumpen nicht mehr gewachsen war. Durch den Einbau eines Rohrbrunnens von 15 m zusätzlicher Tiefe wurde die Eintrittsfläche für das Grundwasser um ungefähr das Dreifache vergrößert, wobei sich die Eintrittsgeschwindigkeit umgekehrt proportional verminderte. Vor dem Umbau betrug die Fördermenge bei 4,05 m Absenkung des Grundwasserspiegels nur noch 6700 l/min, während sie nach

dem Umbau bei einer auf 2,65 m verminderten Absenkung auf 10200 1/min anstieg.

Die bekanntesten Gesetze für das Fließen von Grundwasser in Lockergestein sowie die Ergiebigkeit und das Fassungsvermögen von Brunnen stammen von den Hydrologen Dupuis, Darcy, Thiem, Smreker, Sichardt, Weber, Kollbrunner und anderen. Für die Praxis bildet auch heute die vereinfachte Thiemsche Ergiebigkeitsformel immer noch die beste Grundlage. Aus den daraus folgenden Absenkungskurven ergibt sich, daß einerseits durch eine Vergrößerung des Durchmessers der Brunnenbohrung, anderseits durch die zunehmende Absenkung des Grundwasserspiegels im Brunnen der Ertrag der Fassung gesteigert werden kann. Diese letztere Beziehung gilt allerdings nur bis zum Schnittpunkt der Absenkungskurve der Brunnenergiebigkeit mit der Linie des Brunnenfassungsvermögens, denn trotz weiter forciertener Absenkung nimmt das Fassungsvermögen des Brunnens von diesem Punkte an linear ab und würde sich auf Null reduzieren, wenn der Grundwasserspiegel im Fassungsrohr bis zuunterst abgesenkt werden könnte.

Aber auch der Vergrößerung des Brunnenrohrdurchmessers sind bestimmte Grenzen gesetzt, denn für größere Brunnendurchmesser als 2 m bei etwa 10 m Tiefe und 1,60 m bis zu 20 m Tiefe werden die bautechnischen Schwierigkeiten und damit die Erstellungskosten zu groß.

Von verschiedenen Fachleuten ist daher im Verlaufe der letzten Jahre immer wieder versucht worden, die Ergiebigkeit einer einzelnen Grundwasserfassung dadurch zu steigern, daß durch geeignete Maßnahmen die Eintrittsfläche in die Fassung vergrößert wird, wobei sich die Eintrittsgeschwindigkeit des Grundwassers in das Fassungssystem umgekehrt proportional reduziert, die Eintrittsdruckverluste kleiner werden und die Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen selbst reduziert werden kann. Die konsequente Beobachtung dieser Forderung hat den kalifornischen Ingenieur Leo Ranney im Jahre 1934 dazu geführt, den Wasserwerken von London vorzuschlagen, die Leistungsfähigkeit des bestehenden Grundwasserpumpwerkes bei Sunbury Cross im Oberlauf der Themse durch den Bau eines Sammelbrunnens zu erhöhen, von dessen Boden aus gelochte Stahlrohre horizontal in den Grundwasserträger vorgetrieben wurden.

Leo Ranney hat dann während des zweiten Weltkrieges sein System in den USA entwickelt und verbessert, und in den letzten fünfzehn Jahren sind von den verschiedenen Ranney-Gesellschaften in Nordamerika etwa zweihundert Großgrundwasserfassungen gebaut worden. Nach dem Krieg hat die Studiengesellschaft für Grundwassernutzung AG in Zürich das Ranney-System in Europa eingeführt. Gleichzeitig wurde von Herrn Dr. phil. h. c. Fehlmann, Ingenieur in Bern, ein ähnliches Horizontalbohrverfahren entwickelt. In den letzten sechs Jahren wurden in Europa insgesamt etwa sechzig Großgrundwasserfassungen mit Horizontalbohrungen erstellt. Die größte wirtschaftlich noch tragbare Tiefe der Sammelschächte liegt in gut durchlässigem Lockergestein bei 50 bis 60 m. Die Horizontalrohre können in günstigen Fällen bis über 100 m vorgetrieben

werden. Ihre wirtschaftliche Länge liegt aber im allgemeinen zwischen 50 und 80 m. Das wichtigste Problem bei irgendeinem System von Horizontalbohrungen für Grundwasserfassungen ist die Schaffung und möglichst intensive Entsandung der die Horizontalrohre umgebenden Filtergalerien.

Die Vorteile der Fassungsart mit Horizontalbohrungen sind ihre große hydraulische Leistungsfähigkeit durch Erhöhung der Eintrittsfläche um das Zwanzig- bis Dreißigfache gegenüber den bisher üblichen Vertikalbrunnen und die Möglichkeit, den Grundwasserträger bis knapp über die horizontalen Fassungsrohre abzusenken, ohne dabei die Eintrittsfläche des Systems zu reduzieren. Aus einer einzigen solchen Fassung am Ohio River können seit über einem Jahrzehnt im Mittel mehr als 1 m³/sec und aus einem im Jahre 1952 erstellten Brunnen der Zellstoffwerke Maxau am rechten Rheinufer dauernd 670 l/sec entnommen werden. In beiden Fällen wird allerdings der größte Teil dieser für einzelne Fassungen enormen Wassermenge durch direkte Infiltration aus dem Flusse in die wenige Meter unter der Flussohle vorgetriebenen Horizontalrohre geliefert. In beiden Fällen handelt es sich außerdem um die Beschaffung von Industriebrauchwasser, dessen hygienische Beschaffenheit keine ausschlaggebende Rolle spielt.

Die durch solche Brunnen geschaffene Möglichkeit der lokalen Entnahme sehr großer Wassermengen birgt aber nun bereits die Gefahr der Überbeanspruchung des betreffenden Grundwasserträgers in sich. Soll ein solcher Grundwasserträger systematisch ausgenutzt werden, so ist vorher das eingehende Studium seines Wasserhaushaltes notwendig, genau wie bei der Nutzung eines Oberflächengewässers.

Die Zuflüsse zu einem Grundwasserträger setzen sich zusammen aus:

1. demjenigen Teil der Niederschläge, der auf das Gebiet des Grundwasserträgers fällt und direkt in diesen versickert;
2. dem Niederschlagswasser, das außerhalb des Gebietes des Grundwasserträgers fällt und diesem unterirdisch zufließt;
3. dem Oberflächenwasser, das aus Seen, Flüssen und Bächen, die im Gebiet des Grundwasserträgers liegen, diesem direkt oder indirekt zufließt, das heißt in diesen infiltriert.

Anderseits kann das in einem Grundwasserträger gesammelte Wasser durch unterirdische Klüfte oder oberirdische sogenannte Grundwasser-aufstöße aus diesem abfließen. Wenn schon die relativ einfache Bestimmung der voraussichtlichen Ergiebigkeit einer einzelnen Grundwasserfassung die Abteufung verschiedener Probebohrungen und die Durchführung eines längeren Pumpversuches nötig macht, so ist leicht einzusehen, daß die Wasserhaushaltsberechnung eines ganzen Grundwasserträgers eingehende Kenntnisse seines geologischen Aufbaues sowie dessen hydrologischer Eigenschaften verlangt. Die notwendigen Vorarbeiten, wie Sondierbohrungen, Pumpversuche, seismische oder geoelektrische und chemische Untersuchungen, dürfen hierfür nicht gescheut werden.

Mit der Ermittlung der voraussichtlichen Ergiebigkeit eines Grundwasserträgers ist es aber nicht getan. Es muß auch bewiesen werden, daß der Nachschub für das dem Träger entnommene Wasser durch die vorhandenen hydrogeologischen Verhältnisse gesichert ist oder durch künstliche Anreicherung des Grundwasserträgers geschaffen werden kann.

Zu welchen Mängelscheinungen die Überbeanspruchung eines Grundwasserträgers führen kann, zeigt das Beispiel der Grundwasserfassung von Barcelona bei Cornellà, im Tal des Llobregat, der südwestlich der Stadt ins Mittelmeer mündet. Ein Längenprofil des betreffenden Flußlaufes samt Grundwasserträger zeigt, daß die mittlere Tiefe des letzteren bei der Fassungsstelle (Pozo Nr. 9) etwa 30 m beträgt, dort aber von einer ausgedehnten, 8 bis 9 m mächtigen Lehmschicht nach oben vollkommen dicht abgeschlossen ist. Umfangreiche hydrologische Untersuchungen haben gezeigt, daß dieser Grundwasserträger in der Hauptsache durch direkte Infiltration aus dem Flußbett des Llobregat 12 bis 18 km stromaufwärts gespiesen wird. Es war daher der Wasserversorgungsgesellschaft von Barcelona (Sociedad General de Aguas de Barcelona), einer privatwirtschaftlichen Gesellschaft, möglich, zur Versorgung der von ihr bedienten etwa 1,5 Millionen Einwohner mit Trink- und Brauchwasser dem Grundwasserträger bei Cornellà seit Jahrzehnten dauernd zwischen 100 000 und 200 000 m³/Tag Grundwasser zu entnehmen.

Nun machte sich aber auch in Katalonien die Trockenperiode von 1943 bis 1949 geltend. Mitte 1945 fiel der Grundwasserspiegel von Cornellà erstmals unter Meeresniveau, und seit dem Sommer 1947 war die wasserwirtschaftliche Bilanz des Grundwasserhaushaltes ständig defizitär. Der natürliche Zufluß zum Grundwasserträger war nicht mehr imstande, den zufolge der Trockenheit und der Vergrößerung der Abonnentenzahl stark gestiegenen Wasserbedarf zu decken, so daß der Betriebs-Grundwasserspiegel im August 1950 auf 9,60 m unter Meeresniveau und damit nahezu auf die Tiefe der Saugventile der in den einzelnen Brunnen eingebauten Vertikalbohrlochpumpen abgesunken war. In diesem Moment ersuchte mich die Direktion der Wasserversorgung Barcelona um Vorschläge zur Behebung dieser Schwierigkeiten, und nach wochenlangen Untersuchungen an Ort und Stelle unterbreitete ich der Gesellschaft ein Projekt zur Wiederanreicherung des Grundwasserträgers von Cornellà durch Infiltration von 2 m³/sec Oberflächenwasser aus dem Llobregat durch drei Brunnen mit Horizontalbohrungen 150 m stromaufwärts der bestehenden Fassungen. Die hauptsächlich in Deutschland schon seit vielen Jahren bekannte Wiederanreicherung von Grundwasserträgern mittels Flachbecken kam für diesen Fall nicht in Frage, weil die starke Lehmschicht über dem Grundwasserträger von Cornellà eine solche direkte Bodeninfiltration a priori verunmöglichte und außerdem bei der für Flachbecken zulässigen Versickerungsgeschwindigkeit von nur 1 m/Tag für diese Versickerungsbecken die enorme Fläche von 18 ha notwendig gewesen wäre.

Bei solchen Infiltrationsbecken wird die verschmutzte Schicht periodisch oben weggescapelt und gewaschen, und die in anderen Fällen

schon gebrauchten vertikalen Versickerungsbrunnen müssen von Zeit zu Zeit rückgespült werden. Während aber bei gewöhnlichen Rohrbrunnen die Eintrittsgeschwindigkeit des infiltrierten Oberflächenwassers in den Grundwasserträger und die Geschwindigkeit bei der Rückspülung aus demselben praktisch gleich groß sind, wird bei Versickerungsschächten mit horizontalen Galerien die Spülgeschwindigkeit immer das Mehrfache der Infiltrationsgeschwindigkeit betragen, da im Zustand der Versickerung die Einlaufschieber sämtlicher Galerien geöffnet sind, während zur Spülung jeder einzelne Strang für sich allein geöffnet werden kann.

Ein weiteres interessantes Beispiel der planmäßigen Bewirtschaftung eines Grundwasserträgers ist die Fassung der Stadt Canton im Staate Ohio, die im Jahre 1948 für eine Förderleistung von 40000 m³/Tag oder 28000 l/min ausgebaut worden ist. Umfangreiche geohydrologische Untersuchungen ergaben, daß der zur Verfügung stehende Grundwasserträger durch eine auf große Distanz zusammenhängende, mehrere Meter mächtige Lehmschicht in zwei Stockwerke geteilt ist. Das obere Stockwerk profitiert auf eine Länge von 15 km stromaufwärts von der direkten Infiltration des Fork River. Dieser führt aber während durchschnittlich sechs Monaten im Jahr zuwenig Wasser, als daß er ein genügendes Infiltrationsquantum abgeben könnte. Die Speicherkapazität des oberen Grundwasserträgers ist anderseits zu klein, diese Lücke von sechs Monaten zu überbrücken. Der untere Grundwasserträger hätte hiefür genügend Raum, ist aber durch die Lehmschicht von jeder direkten Flussinfiltration ausgeschlossen.

Die Lösung dieses Problems erfolgte durch den Bau eines Ranney-Brunnens, der die abdichtende Lehmschicht durchstößt und durch ein oberes System von horizontalen Sickergalerien die Infiltration von Flusswasser in das untere Grundwasserstockwerk ermöglicht. Dessen Speicherraum ist groß genug, auch bei extremer Trockenheit die schon erwähnte Leistungsfähigkeit der Wasserversorgungsanlage von 40000 m³/Tag zu gewährleisten.

Die moderne Grundwasserfassungstechnik ist also heute in der Lage, unseren vorhandenen Grundwasserströmen und -becken das größtmögliche Wasserquantum zu entnehmen und – falls die natürliche Wiederanreicherung nicht genügt – diese durch Infiltration von Oberflächenwasser zu ergänzen, kurz, diese Grundwasserträger so zu bewirtschaften, daß sie noch auf absehbare Zeit imstande sein werden, unseren Bedarf an Trink- und Brauchwasser zu decken. Leider sind wir aber heute auf dem besten Wege dazu, das Grundwasser durch häusliche, gewerbliche und industrielle Schmutzwässer so zu verunreinigen, daß dieses früher oder später den hygienischen, das heißt chemisch-bakteriologischen Anforderungen, die an ein gesundes Trinkwasser oder sauberes Betriebswasser gestellt werden müssen, nicht mehr entsprechen wird. Es scheint mir daher neben der weiteren Entwicklung unserer Grundwasserfassungstechnik für die *Möglichkeiten vermehrter Grundwassernutzung* ebenso wichtig, dafür zu sorgen, daß *durch die Erstellung mechanisch und biologisch einwandfrei arbeitender und dabei wirtschaftlich tragbarer Abwasserreini-*

gungsanlagen unsere Grundwasservorkommen – die letzten Reserven unserer Wasserversorgung – einer weiteren Verschmutzung entzogen werden und so noch auf Jahrzehnte hinaus die unerlässlichen Anforderungen erfüllen mögen, die wir auch in hygienischer und chemisch-technischer Hinsicht verlangen müssen.

Neue photogrammetrische Auswertegeräte

Von *Wilfried Löscher, Heerbrugg*

Vortrag, gehalten am 8. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie,
Stockholm, Juli 1956

Als Aufgabe der Photogrammetrie ist die rationelle Herstellung von Karten und Plänen größerer Aufnahmegebiete anzusehen. Von praktischer Bedeutung sind vor allem großmaßstäbliche Pläne für Technik und Kataster und kleinmaßstäbliche Karten für militärische Zwecke.

Diese Aufgabengebiete stellen an die photogrammetrische Aufnahm- und Auswertetechnik unterschiedliche Forderungen. Von der großmaßstäblichen Auswertung wird im allgemeinen verlangt, daß sie die für terrestrische Vermessungen angesetzten Fehlergrenzen einhält. Bei der kleinmaßstäblichen Karte sollen möglichst große Gebiete in kürzester Zeit erfaßt werden. In allen Fällen wird auf Steigerung der Wirtschaftlichkeit Wert gelegt.

Diesen verschiedenen Forderungen und Aufgaben entsprechend, werden bei der Firma Wild folgende neue Auswertegeräte entwickelt:

1. *Präzisions-Stereokomparator 9 × 9"*

Für den Großmaßstab und die Aerotriangulation wird die größte Präzision gefordert. Wegen der Reduktion der Anzahl der möglichen Instrumentalfehler ist bei der Auswertung die größte Genauigkeit zweifellos durch stereoskopische Messung der Bildkoordinaten und die abstrakte mathematische Bearbeitung dieser Werte zu erwarten. Bisher war diese Methode wegen des für die Berechnung erforderlichen Aufwandes nicht diskutabel.

Durch die serienmäßige Herstellung programmgesteuerter Rechenautomaten mit großer Speicherkapazität ist jedoch die rechnerische Aerotriangulation und Einzelpunktauswertung nach Komparatormessungen auch für die photogrammetrische Praxis in den Bereich des Möglichen gerückt worden.

Maßgebend für Konstruktion und Ausführung des neuen Komparators (Fig. 1) waren die Frage der Meßgenauigkeit und das Problem der rationellen Auswertung der Meßergebnisse.

Wie theoretische Untersuchungen und die praktische Erfahrung der Katastervermessung in verschiedenen Staaten gezeigt haben, tritt in Prä-