

Zeitschrift: Mensuration, photogrammétrie, génie rural
Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) =
Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF))
Band: 72-M (1974)
Heft: 9

Artikel: Die Messung hydrologischer Werte in kleinen Einzugsgebieten
Autor: Schreiber, A. / Storchenegger, I. / Widmoser, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-227103>

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: 17.05.2025

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

Dazu folgende Gedanken, Fragen, Feststellungen:

4.1

Warum könnte man nicht dem Landwirt den Raum in Form einer Halle zu günstigen Bedingungen zur Verfügung stellen und ihm dessen Inneneinrichtung völlig überbinden (Minimum an Inneninvestitionen, einfach bis primitiv, sehr anpassungsfähig an ändernde Verhältnisse)? – Weshalb bestehen noch vielerorts Hemmungen gegenüber typisierten Bauten?

4.2

Könnte die Landwirtschaft nicht in Fortführung des oben geäußerten Gedankens sich an industriell benötigten und auf dem Markt befindlichen Hallen interessieren?

4.3

Mit einer in Diskussion kommenden Neuregelung der Subventionspraxis möchte der Bund nicht nur administrative Vereinfachungen erreichen, sondern die Hilfe à fonds perdu auf das Notwendigste beschränken und die Restfinanzierung den Investitionskrediten überbinden. Die Pauschalisierung

der Subventionierung soll noch vermehrt Anreiz zu sparsamem Bauen bringen.

4.4

Wir sind enttäuscht darüber, daß die Landwirtschaft von den Möglichkeiten gemeinschaftlicher Lösungen so wenig Gebrauch macht. Mit der Revision 1971 der Bodenverbesserungs-Verordnung wurden für gemeinschaftliche Wirtschaftsgebäude die Beiträge erhöht. Die Zurückhaltung der Landwirtschaft in dieser Hinsicht steht im Widerspruch zu den Klagen über Personalmangel und zur Sklaverei des 14maligen Melkens in der Woche.

Aus der Statistik entnehmen wir noch, daß in der Schweiz im Jahre 1970 von einem Total der Aktiven von 17,67 Milliarden Franken 6,81 Milliarden Franken für Gebäude eingesetzt wurden, also mehr als 38%.

Ein solches Mißverhältnis, und – um es nochmals zu erwähnen – nur für Schutzfunktionen, ist geradezu beängstigend. Wenn die Fachleute mit oder sogar manchmal gegen den Willen der Bauherren hier nicht Korrekturen nach unten anbringen können, dann sehe ich schwarz für die Zukunft unserer Agrarpolitik im Rahmen der Entwicklung einer konkurrenzfähigen schweizerischen Landwirtschaft.

Die Messung hydrologischer Werte in kleinen Einzugsgebieten

A. Schreiber, I. Storchenegger und P. Widmoser, Institut für Kulturtechnik der ETHZ

Zusammenfassung

In zunehmendem Maße interessiert der Wasserhaushalt in kleinen Einzugsgebieten (Land- und Forstwirtschaft, Siedlungswasserbau, Touristenbetriebe, Gewässerschutz usw.). Die überaus komplexen Beziehungen zwischen Niederschlag (Schnee, Regen), oberflächlichem und unterirdischem Abfluß, der verschiedenen Formen der Wasserspeicherung und deren Einflußgrößen können heute in theoretische Modelle gekleidet werden. Die Überprüfung solcher Modelle verlangt Messungen im Feld. Die Meßtechnik dafür unterscheidet sich in einigen Punkten von derzeit üblichen Methoden (z. B. synchrones Erfassen mehrerer Werte und Zeitauflösung im 15-Minuten-Bereich). Um verschiedenen Ansprüchen im Feld und auch im Labor gerecht zu werden, wurde am Institut für Kulturtechnik ein Konzept für Anschaffung und Bau hydrologischer Meßgeräte ausgearbeitet, welches kurz vorgestellt wird.

Résumé

De plus en plus l'on s'intéresse au cycle hydrologique dans les petits bassins versants (agriculture, aménagement forestier, assainissement et approvisionnement en eau potable, tourisme, protection des eaux, etc.). Nous avons aujourd'hui des modèles théoriques à disposition qui nous permettent de trouver les relations très complexes entre précipitation, écoulement en surface et souterrain et différentes formes d'accumulation de l'eau. En plus nous sommes en mesure de trouver l'influence de chacun de ces facteurs. L'examen de tels modèles exige des mesures expérimentelles. Afin d'obtenir des résultats satisfaisants l'on est obligé de recourir à de nouvelles méthodes d'enregistrement (p.e. enregistrer synchroniquement plusieurs valeurs et dissolution du temps en intervalles de 15 minutes).

Afin de satisfaire aux différentes exigences dans le terrain et au laboratoire, l'Institut de génie rural de l'EPF Zurich a élaboré une conception d'instruments d'arpentage hydrologique que nous présentons ci-suit:

Warum messen?

Eine Vielfalt von Eingriffen in die Landschaft berührt zunehmend das ober- und unterirdische Gewässerregime und verändert es quantitativ und qualitativ. Hinsichtlich der Auswirkungen dieser Eingriffe ist man noch vielfach auf halbempirische Methoden, wenn nicht gar auf Spekulation angewiesen; im Falle von Interessenskonflikten oder Schadensbehauptungen fehlt es damit vielfach an ausreichenden Entscheidungs- und Bewertungsgrundlagen.

Daneben benötigt man für großräumige wasserwirtschaftliche Planungen und technische Projekte ebenso wie für Fragestellungen aus der Raumplanung Auskünfte, welche auf gesicherten Beobachtungen fassen und unter Beachtung der verschiedenen Einflußgrößen Prognosen gestatten.

Auf der theoretischen Seite wurden in den letzten zwei Jahrzehnten durch Ausbau des mathematischen Rüstzeuges und insbesondere Einführung mathematischer Modelle in die Hydrologie bedeutende Fortschritte erzielt. Schwierigkeiten bereitet hingegen noch immer die zweckkonforme Beschaffung von Daten in der erforderlichen Dichte, Genauigkeit, Zeitauflösung und einem erträglichen Kostenaufwand.

Zahlreiche Fragestellungen betreffen insbesondere auch die Verhältnisse in kleinen Einzugsgebieten von wenigen Quadratkilometern Fläche (wie ändert sich das Verhältnis Oberflächenabfluß zu Grundwasserspeicherung bei zunehmender Verbauung der Landschaft?; Häufigkeitsangaben über das Hoch- und Niederwassergeschehen). Die hydrologische Analyse und Synthese des Wasserkreislaufgeschehens kleiner Einzugsgebiete, insbesondere solcher in Bergregionen, ist schon seit geraumer Zeit in den Bereich des Interesses gerückt.

An das Institut für Kulturtechnik gelangen zusätzlich folgende Anfragen:

- Auf welche Trockenperiode sollen Bewässerungen angelegt werden?
- Wie verhält sich der dränierte, wie der undräßierte Boden bei Benetzung, bei Austrocknung? Wie groß ist der Anteil des Oberflächenabflusses?
- Welche Ausbauwassermengen sind im landwirtschaftlichen Wasserbau ökonomisch vertretbar?
- Welchen Weg nehmen Düngestoffe im landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet?
- Wie steuert man bei nebeneinanderliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen und schützenswerten Naßstandorten den Wasserhaushalt?
- Wie sind die aktuellen Parameter in die neueren mathematischen Modelle der Hydrologie einzuführen?

Zur Beantwortung solcher Fragen sind umfangreiche Untersuchungen nötig:

Im Labor: Durch Analysen an gestörten und ungestörten Bodenproben sollen bestimmt werden:

- chemische Zusammensetzung
- Korngrößenverteilung
- Porosität
- Sorptionsverhältnisse

Hydraulische Untersuchungen an:

- Gewässermodellen
- Bodenmodellen (Infiltrations-Oberflächenabflußversuche)
- Elektrolyttank

Im Feld: Durch Einzelmessungen werden erhoben:

- Infiltrationsraten
- Bodendurchlässigkeit
- Feuchtigkeitsprofile
- Abflußkurven (Pegelschlüssel)
- Niederschläge
- Oberflächenabfluß

Größten Aufwand ergeben die hydrologischen Beobachtungsnetze, wo nebst dem Niederschlag noch weitere Klimaeinflüsse mit hoher Zeitauflösung (im Minutenbereich) über mehrere Vegetationsperioden hinweg zu erfassen sind. Der landwirtschaftliche Wasserbau bringt es mit sich, daß viele Beobachtungen in unwegsamen, von der Stromversorgung nicht erreichten Gebieten anfallen. Um aber der Vielfältigkeit und der Quantität der anfallenden Datenmenge Herr zu werden und eine zeitgerechte Auswertung zu gewährleisten, sollten alle gesammelten Daten schließlich computer-verfügbar gespeichert vorliegen.

Besonderheiten in kleinen Einzugsgebieten

Bei kleinen Einzugsgebieten sind relativ kurzfristige Meßkampagnen von wenigen Jahren, welche sich eventuell auf die Beobachtung mehrerer Einflußgrößen erstrecken, neben beziehungsweise anstelle einzelner langjähriger Reihen angebracht. Betrieb, Kontrolle und Unterhalt solcher umfassenden Beobachtungsnetze bringen jedoch einen grossen Arbeitsaufwand. Es drängt sich auf, die vielen dabei

laufend anfallenden Meßdaten im Rahmen eines möglichst automatisierten Sammel- und Auswertevorganges zu verarbeiten. Die anschließende Datenverarbeitung lehnt sich zweckmäßig an ein hydrologisches Modell an, welches zunehmend von der Praxis übernommen wird. Konventionelle Einzelmessung und Registrierung haben aber dadurch ihre Bedeutung nicht verloren.

Eigene Erfahrungen in der Meßtechnik und bei Übermittlung und Verarbeitung der Daten führten am Institut für Kulturtechnik zu einem Konzept für ein integriertes Meß- und Auswertesystem, das sich bereits in der Anwendung bewährt hat und hier vorgestellt sei. Das Institut führt seit längerem auf seinen Versuchsflächen unter anderem hydrologische Meßprogramme durch. Seit 1969 wird insbesondere das 10 km² große Testgebiet «Großer Run» im Bezirk Einsiedeln auf die Regen/Abflußbeziehung hin beobachtet.

Schema der Datenerfassung

Im folgenden wird der Begriff «Datenerfassung» für das ganze System «Messung einer physikalischen Größe – Registrierung – Übermittlung – zentrale Verarbeitung» gesetzt. Der Ablauf der Datenerfassung ist in Anhang 1 angedeutet. In Tabelle 1 findet man Überlegungen für verschiedene hydrologische Beobachtungsprogramme und verfügbare Meßtechniken.

Ermittlung der Daten nach	Konventionelle Einzelmessung und Registrierung	Quasi gleichzeitige Erfassung mehrerer Meßwerte auf engerem Raum	Gleichzeitige Erfassung mehrerer Meßwerte auf weitem Raum
Art	manuell	automatisch	automatisch
Menge	Einzelmessung (Flügelmessung, Durchlässigkeitbestimmung)	Reihenmessung mit sehr kurzer Abfragezeit (Meßpunkte von Versuchsflächen, Tensiometerfeld)	Einzelmessung mit Zeitkontrolle (hydrologische sowie meteorologische Beobachtungsnetze)
Ort	Labor und Feld	flächenmäßig begrenzter Feldmeßverband	globaler Feldmeßverband
Genauigkeit	zeitlich hohe Auflösung	hohe Auflösung	reduzierte Auflösung

Tabelle 1

Der Sinn dieser Aufteilung besteht nun darin, für jede Gruppe die geeignete Apparatur einzusetzen. Dabei sind neben der geforderten Genauigkeit auch der relativ kleine Personalbestand und die begrenzten finanziellen Mittel zu berücksichtigen.

Vielfältige Meßapparaturen, seien es verschiedene Marken oder sei es für verschiedene Zwecke, erfordern für die computergerechte Übermittlung einen großen Zeitaufwand. Es ist daher naheliegend, einen Einheitstyp, das heißt eine Meßapparatur für alle Zwecke mit verschiedenen Meßaufnehmern, jedoch mit einer Einheitsregistrierung zu verwenden.

Aus dem Einteilungsschema in Tabelle 1 lassen sich drei Gerätegruppen ableiten:

1. Datenerfassungsanlage für konventionelle Einzelmessung, bestehend aus einzelnen verschiedenen Labor- und Feldinstrumenten (Waagen, Thermometer, Meßbrücken usw.), kurz Feldinstrumente genannt.
2. Datenerfassungsanlage für die Erfassung mehrerer Meßwerte auf engerem Raum (flächenmäßig begrenzter Meßverband), bestehend aus einer Zentraleinheit für eine quasi gleichzeitige Registrierung der Meßwerte verschiedener Meßwertaufnehmer (Datenerfassungsanlage IfK-73).
3. Datenerfassungsanlage für die Erfassung mehrerer Meßwerte auf weitem Raum mit gleichzeitiger (simultaner) Abfrage (Datenerfassungsanlage IfK-74).

Im folgenden werden die beiden letzten Gruppen, welche die automatische Datenerfassung umschließen, näher beschrieben.

Datenerfassungsanlage IfK-73

Dieser Anlage fällt im Endausbau die Hauptaufgabe zu, sämtliche in einem Meßverband anfallenden Meßwerte automatisch *zentral* aufzunehmen und in einer für die Weiterverwendung geeigneten Art wie folgt auszugeben:

- a) In Klartextform mit Drucker oder Fernschreibmaschine
- b) In codierter Form auf Loch- oder Magnetband für die weitere Verarbeitung im Computer
- c) In codierter Form für die Direkteingabe in Tischrechner
- d) In codierter Form für die Direkteingabe in Computern zu Steueraufgaben, zum Beispiel Bewässerungsregulierung in Funktion eines Meßergebnisses (Grenzwertmelder)

Zu anfallenden Meßwerten gehören all jene, welche in irgendeine elektrische Dimension mittels Analog/Analog-Umsetzer transformiert und mit der erforderlichen Genauigkeit übertragen werden können, zum Beispiel durch veränderliche Widerstände, Piezo-Kristalle, Thermoelemente, Geiger-Müller-Zählröhren usw.

Ihr Einsatz kann sowohl im Labor als auch im Gelände erfolgen, wobei die flächenmäßige Ausdehnung des Meßverbandes an und für sich beliebig groß sein darf. Erhöhte Anforderungen einzelner Meßstellen können allerdings die Länge der Übertragungsleitungen begrenzen. Übliche Meßstellen erfordern eine Auflösung in der Größenordnung einiger Millivolt. Die Anlage ist jedoch geeignet, Werte im untern Mikrovoltbereich zu verarbeiten. Sie ergänzt deshalb die einfachen Meßapparaturen.

Die umfangreiche Anlage ist nach Fertigstellung in einzelne, zum Teil voneinander unabhängige Apparate, welche in leicht transportablen Gehäusen untergebracht sind, wie folgt aufgeteilt:

- a) Automatische Meßstellenumschalter (max. möglich 1000 Kanäle)
- b) Analog/Digital-Wandler, wie Digitalvoltmeter, Digitalzähler, Mikrowaagen usw.
- c) Datenübertragungseinheit (Multiplexkanal und Steuerungseinheit) mit auswechselbaren Einschüben wie Digitaluhr, Handeingabegerät, Datenanzeige usw.
- d) Datenausgabegeräte (Peripheriegeräte wie Drucker, Locher usw.)

- e) Stromversorgung 220 V 50 Hz (Benzinmotor mit Generator) für Feldmessung
- f) Wechselstromstabilisator 220 V
- g) Gleichspannungsgeräte für die Meßwertgeber

Der heute am Institut für Kulturtechnik zum Einsatz bereitete Teil der universellen Datenerfassungsanlage ist geeignet, 100 Meßwertgeber nacheinander nach einem durch die Digitaluhr vorgegebenen Zyklus abzutasten. Er erlaubt, sowohl Messungen von Gleich- und Wechselspannungen als auch von Widerständen, wobei für alle Kanäle nur jeweils eine der drei Meßarten verwendet werden kann. Ein nicht käufliches, jedoch selbst herzustellendes, einfaches Zusatzgerät wird es in naher Zukunft erlauben, für jeden Kanal (entsprechend dem Meßwertgeber) die notwendige Meßart anzusteuern. Dieses Zusatzgerät kann dann an die dafür vorgesehenen Steuereingänge angeschlossen werden.

Jeder Kanal besitzt neben den beiden Meßeingängen und dem Erdeingang noch einen zusätzlichen Eingang für Steuerzwecke (z. B. für die Speisung der Meßwertgeber). Diese Eingänge sind mit kombinierten 10-Kanal-Klemmensteckern ausgerüstet. Die Verbindungsleitungen können also im Meßgebiet montiert und vorbereitet werden, ohne die Meßapparatur für andere Messungen zu blockieren.

Die für einen Meßverband notwendige Anzahl Meßkanäle kann vorgewählt werden. Es werden also nur so viele Kanäle abgetastet, als jeweils für das Meßprogramm notwendig sind. Auch ist es möglich, sei es für die Inbetriebnahme oder für eine Zwischenkontrolle, nur einen Kanal abfragen zu lassen.

Die Ausgabe der Daten erfolgt durch einen Lochstreifenstanzer auf Lochband im internationalen Schreibmaschinen-code (ASCII/ISO 8-Kanal). Diese können somit im Computer weiterverarbeitet werden. Sie lassen sich aber auch ohne zusätzliches Programm direkt auf einer Fernschreibmaschine in Klartext umwandeln. Ihre Aufzeichnung erfolgt in logischen Sätzen: Uhrzeit (Stunden, Minuten und Sekunden) *UUUUUU Kanalnummer, Spannungsvorzeichen, Wert und Stellenangabe (Volt, Millivolt) KKK + WWWWW S.

Eine Handeingabeeinheit ermöglicht es, zusätzliche Daten wie Datum, Bandnummer, Meßort usw. direkt einzustanzen.

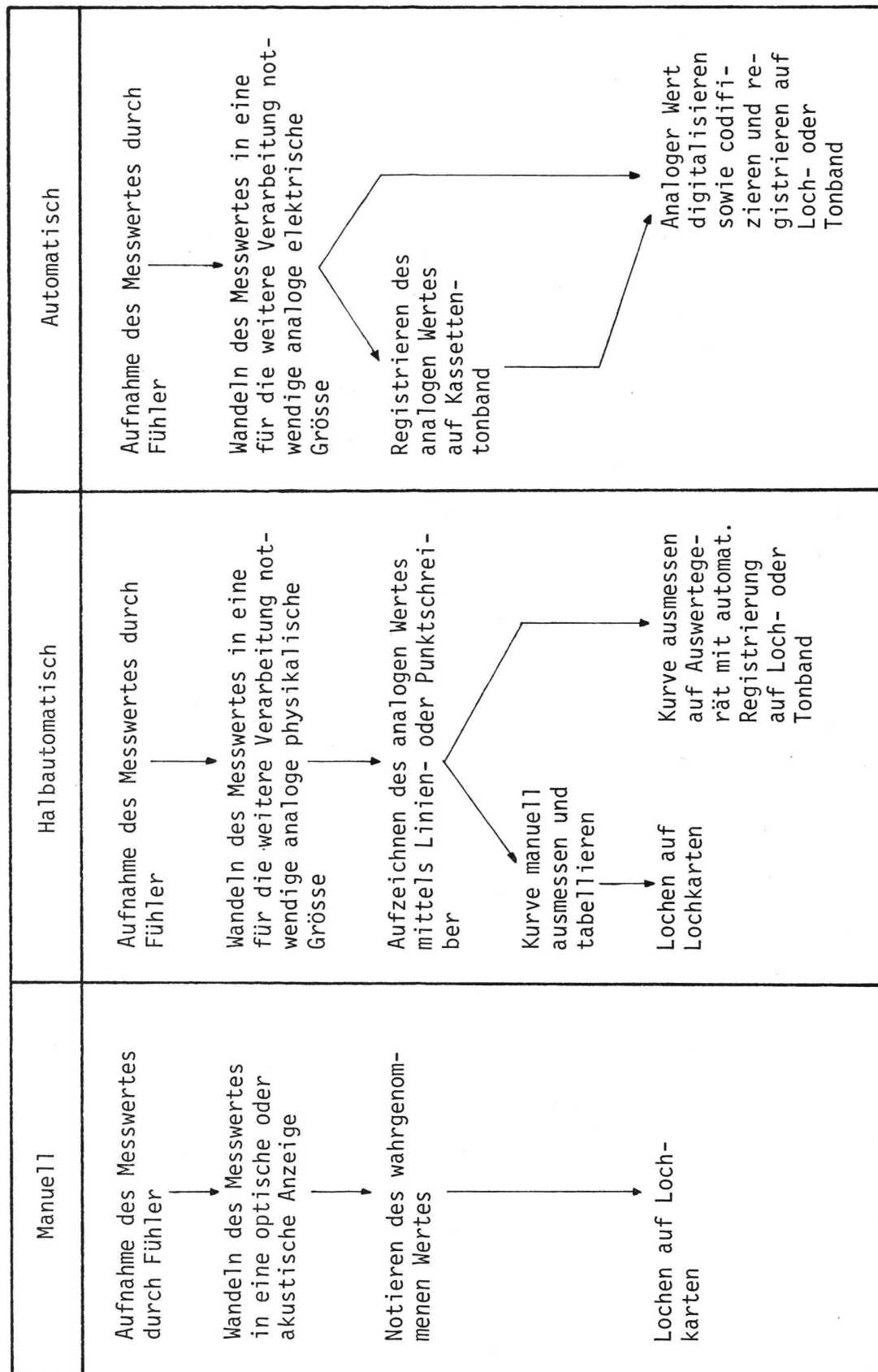
Mit dem Stromadapter und dem Digitalvoltmeter können nebst den oben erwähnten Messarten auch Ströme gemessen werden.

Zusätzlich stellt dieses Gerät einen zweimal siebenstufigen Schalter dar. Dieser ermöglicht es, sieben Meßstellen mit wahlweiser Meßart und sieben Meßstellen für Strommessungen manuell abzutasten und abzulesen, ohne die ganze Automatik mitzunehmen.

Datenerfassungsanlage IfK-74

Diese Anlage setzt sich aus vielen Einzelstationen, welche Meßwertgeber und Registrierung in sich vereinen, zusammen. Der Verbund untereinander erfolgt durch die «genaue» Zeitregistrierung.

Der Zeitimpuls einer elektronischen Uhr (Taktgeber) wird in die zweite Spur eines Kassettentonbandes eingelesen. Eine höhere Frequenz des Taktgebers (Einheitsfrequenz) wird als Meßwert in Funktion der Einlesezeit in die erste



Spur übertragen. Nach einem vorher bestimmten Zyklus oder aufgrund eines Ereignisses, wird vom Aufnehmer der Wert gemessen und in eine Einlesezeit umgewandelt. Die Aufzeichnung des Meßwertes erfolgt nach der Zeitim-

pulseintragung, wobei die Kennzeichnung von Bandanfang und Bandende mittels eines Start-Stopp-Schalters durch gleichzeitiges Einlesen eines Impulses auf beiden Spuren ermöglicht wird.

Quarz-
oszillator

32768 kHz

Frequenzteiler

Dekoder

Dekoder

Dekoder

Zyklusvor-
wahlschalter

elektron.
Schalter

elektron.
Schalter

elektron.
Schalter

Start/Stop
Taste

Schritt-
motor

Treiber

Zeitspur
Datenspur

elektron.
Schalter

Beginn/Ende
der Daten-
einlese-
zeit

Ereig-
nisein-
gang

Speisung
für den
Aufnehmer

Breite	110 mm
Höhe	80 mm
Länge	160 mm
Gewicht inkl. Batterien	1 kg
Dauerstromverbrauch	< 100 Mikroampère (4,5 V)
Einlesestromverbrauch	< 100 Milliampère (+4,5 V, -6 V)