Automatisierung und Fernsteuerung von Wasserfassungen

Autor(en): **Leutenegger, Hans Jakob**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **71 (1979)**

Heft 4

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941439

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Automatisierung und Fernsteuerung von Wasserfassungen

Hans Jakob Leutenegger[1])

Zusammenfassung

Auf Basis einer schematisch dargestellten Wasserfassung werden die mess-, steuer- und regeltechnischen Aufgaben aufgezeigt, Automatisierungs- und Fernmeldekonzepte vorgeschlagen sowie heute vorhandene technische Mittel und Geräte angegeben.

Résumé: Automatisation et télécommande d'installation de captage d'eau

Basé sur la représentation schématique d'une installation prise d'eau, les problèmes de mesure, de régulation et de commande, ainsi que des propositions de conception pour l'automatisation et pour la télécommunication sont démontrés. Seront indiqués ensuite les moyens techniques et les appareils mis à disposition par le marché actuel.

Synopsis: Automatic and Telecontrol of Water Intakes

With the help of a schematic diagram of a water intake the measuring, control and teletransmission systems are proposed and today usual technical means and appliances stated.

Einleitung

Die Automatisierung und Fernbedienung von Wasserfassungen kann wesentlich zu einem wirtschaftlichen Betrieb der Anlage und damit zu geringeren Energiegestehungskosten beitragen. Dies gilt um so mehr, je abgelegener die Fassung liegt. Als wesentliche Vorteile lassen sich angeben:

Fernbedienung	Personalkonzentration Zentraler Überblick
Automatische Ueberwachung	Mehr Sicherheit Weniger Schäden Weniger Unterhaltskosten
Automatische Führung	Personalentlastung Bessere Ausnützung

Die Anordnung einer Wasserfassung ist stark von den gegebenen Verhältnissen und den gestellten Anforderungen abhängig. Entsprechend vielgestaltig sind die Aufgaben und Möglichkeiten der Automatisierung. Die folgenden Ausführungen geben einen allgemeinen Überblick über Aufgabenstellungen, Lösungskonzepte und technische Möglichkeiten.

Die Automatisierung einer Wasserfassung ist ein wesentliches Mittel zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit einer Anlage, unabhängig davon, ob es sich um einen Neubau, Umbau oder eine Erneuerung handelt. Im Vergleich zu den baulichen Aufwendungen lassen sich mit recht bescheidenen Investitionen oft beträchtliche Einsparungen an Betriebskosten erzielen. Zudem ist nur mit einer zweckmässigen mess-, steuer- und regeltechnischen Ausrüstung eine maximale Ausnützung der Anlage und damit auch eine Ausschöpfung allfälliger baulicher Massnahmen möglich, was einer Steigerung der Produktion gleichkommt.

[1]) Vortrag gehalten an der Internationalen Fachtagung über Umbau und Erweiterung von Wasserkraftanlagen zur Themengruppe a) Wasserfassungen. Diese Fachtagung fand vom 28. Februar bis 2. März 1979 an der ETH Zürich statt; sie wurde von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ und vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband durchgeführt.

Aufgabenstellung

Als Grundlage der Aufgabenstellung diene eine «komplette» Flusswasserfassung, wie sie in Bild 1 schematisch dargestellt ist. Diese Darstellung ist im wesentlichen [1] entnommen, wo auch Aufgaben und Eigenschaften der Fassung und ihrer Elemente näher beschrieben sind. Aus dem Zweck der Fassung lassen sich auch die mess-, steuer- und regeltechnischen Aufgaben ableiten: Erfassung, Überwachung und Steuerung des Wasser- und des Feststoffhaushaltes. Bild 2 zeigt, als Schnitt zu Bild 1, die zur Erfas-

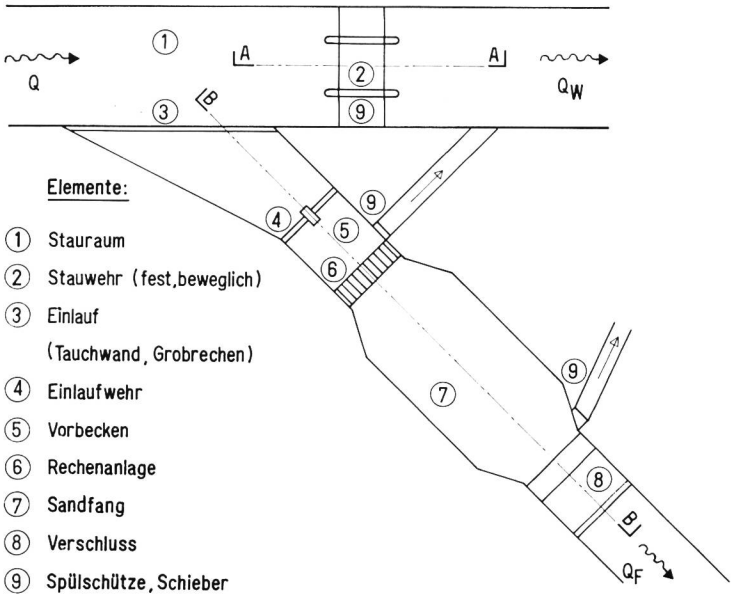


Bild 1. Die Elemente einer Wasserfassung.

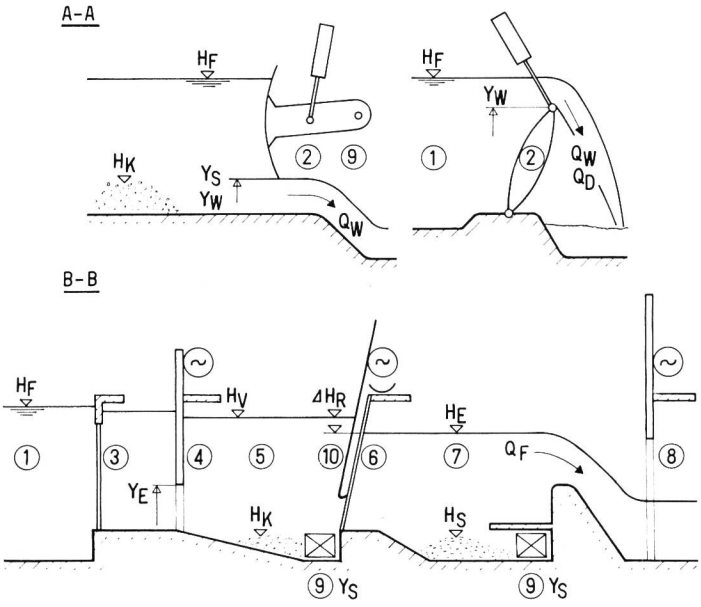


Bild 2. Prozessgrössen und Stellorgane einer Wasserfassung, Schnitte A-A und B-B zu Bild 1.

sung des Prozesses erforderlichen Grössen sowie die zu seiner Beeinflussung vorhandenen Stellorgane. Aus dieser Darstellung und der allgemeinen Aufgabenstellung ergeben sich folgende Aufgaben:

a) Wasserstandsregelung über das Stauwehr

Das bewegliche Stauwehr ist so zu steuern, dass der Zufluss bis zur Ausbauwassermenge möglichst vollständig in die Fassung umgeleitet wird, bei Hochwasser aber ein Überstau (und damit Überflutungen und eine Überlastung der Fassung) durch Abgabe des Überschusswassers ins natürliche Bett verhindert wird (Hochwasserentlastung).

b) Restwasserrückgabe

Je nach wasserrechtlicher Auflage ist dem Flussbett eine bestimmte Wassermenge übers Stauwehr abzugeben, unabhängig vom eventuell sich ändernden Wasserstand.

c) Einlaufregelung

Fehlt ein bewegliches Stauwehr, so ist die Fassungsmenge bei Hochwasser mit regulierbaren Einlaufschützen zu begrenzen, bei kleinerem Zufluss aber mit kleinstmöglichen Verlusten der Zentrale zuzuleiten.

d) Fassungsspülung

Die Geschiebefracht des Flusses muss durch das Stauwehr im Flussbett weitergeführt werden, um eine Verlandung und Verlegung zu verhindern. Dazu werden unterströmte Wehrverschlüsse geöffnet. Ähnlich sind auch Vorbecken und Sandfang durch Öffnen von Spülschiebern von den gesammelten Feststoffen zu befreien.

e) Rechenreinigung

Zur Gewährleistung des Betriebs mit einem möglichst grossen Fassungsabfluss ist die Verstopfung des Rechens durch Betrieb der Rechenreinigungsmaschine möglichst gering zu halten.

Zu diesen Aufgaben kommen unter Umständen weitere, insbesondere messtechnische hinzu (z. B. Aufzeichnung von Wehr- und Fassungsabfluss). Als Vorstufe der Automatisierung sind die wichtigsten Prozessgrössen zudem zu überwachen, bei unzulässigen Werten sind Alarme auszulösen.

Lösungskonzepte

Zur Lösung dieser Aufgaben ist eine ganze Palette tauglicher und guter Konzepte vorhanden, so dass hier nur prinzipielle Wege angedeutet werden können. Dabei sind zwei Kriterien zu unterscheiden:

Unter *Automatisierungskonzept* ist zu verstehen, nach welchem funktionellen Prinzip der (Teil-)Prozess geführt wird. Das Automatisierungskonzept wird vor allem von den gestellten Anforderungen bezüglich Sicherheit, Regelgüte, Bedienungskomfort bestimmt, davon abhängig ist der mess- und regeltechnische Aufwand.

Durch das *Anordnungskonzept* wird festgelegt, wo und in welcher Form welcher Messwert angezeigt und welches Stellorgan betätigt werden kann. Es ist abhängig vor allem von Bedienungs- und Komfortansprüchen, es bestimmt wesentlich den Fernmeldeaufwand.

Automatisierungskonzept

Auf Tabelle 1 sind unter a) mögliche Automatisierungskonzepte mit dem jeweils notwendigen Ausrüstungsaufwand angegeben. Die einfachste Lösung ist das starre Führungsprinzip, wo feste bauliche Einrichtungen, wie Streichwehre, den Prozess unter Kontrolle halten. Dieses Prinzip ist aber nur bei einfacheren Anlagen anwendbar; es erlaubt zudem keine optimale Ausnützung des Wasserangebotes. So variiert bei Streichwehren der Staupegel je nach Überfall, so dass bei kleineren Wassermengen nicht

Automatisierungskonzept — Tabelle 1

a) Möglichkeiten		Führungsprinzip				
Ausrüstung		starr fest	Hand-steuer'g	automatisch, nach Zeit	Grenzwert	Messwert
Messwert-erfassung	stetig	–	○	–	–	●
	nicht stetig (Grenzen)	–	●	–	●	–
Stellorgan Steuer'g	Auf / Zu Ein / Aus	–	●	●	●	–
	+ / ▲ / – / ▼	–	○●	–	–	●
Stellorgan Rückm.	stetig	–	○●	–	–	●
	Endwerte	–	○●	○	○	○

b) Vorschläge	Steuerung			Regelung	
Lösungen Fassungsstandregelung (Hochwasserentlastung)	○	●	–	○ H_F	● H_F
Dotierung	○	●	–	○ H_F	● H_F, Y_W, Q_D
Einlaufbegrenzung	○	●	–	○ Q_F, H_F, H_V	● Q_F, H_V, H_E
Fassungsspülung	–	●	●	● H_F, H_K	–
Sandfangspülung	–	●	●	● H_S	–
Rechenreinigung	–	●	●	● ΔH_R	–

Ausrüstung	Lösungen
– nicht notwendig	– ungeeignet
○ empfehlenswert	○ möglich
● notwendig	● normal

mit dem an sich möglichen maximalen Stand gefahren werden kann. So bringen fest eingestellte Spülöffnungen zur Kies- und Sandabfuhr einen oft unnötigen, dauernden Spülwasserverlust, während fest eingestellte Dotieröffnungen unnötige Verluste erzeugen können. Dies ist im Teil b) der Tabelle 1 zu erkennen. Die Handsteuerung ist bei beweglichen Stellorganen angezeigt. Der Ausrüstungsaufwand ist hier nicht eindeutig festzulegen. Die automatischen Führungsprinzipien unterscheiden sich im Aufwand stark. Die zeitabhängige Steuerung kommt nur für den Feststoffhaushalt in Frage (vgl. Tabelle 1b). Die grenzwertabhängige Führung kann mit einfachen, schaltenden Messgeräten als Steuerung arbeiten (z. B. Fassungspülung bei hohem Wasserstand) oder aber auch als 2-Punkt-Regler ausgelegt sein (Rechenreinigung). Stetige, messwertabhängige Führung bedeutet immer eine Regelung mit entsprechendem Aufwand.

Die Bilder 3 und 4 zeigen die in Tabelle 1b) bevorzugten Lösungen schematisch. Für die Hochwasserentlastung ist eine Regelung meist mit Proportional-/Integralverhalten und Wehrstellungsrückmeldung üblich, für die Dotierung genügt ein einfacherer *P*-Regler, der die Wehröffnung je nach vorhandenem Abfluss Q_D steuert. Da Messungen im kleinen Dotierbereich oft schwierig sind, gewinnt die Lösung an Bedeutung, bei welcher der Abfluss aus H_F, Y_w berechnet wird. Die Einlaufbegrenzung, notwendig bei zur Pegelregelung ungeeignetem Stauwehr, wird ebenfalls meist als Proportional-/Integralregelung mit Stellgliedrückführung ausgelegt.

Für die Automatisierung des Feststoffhaushaltes (Bild 4) sind zeitabhängige Steuerungen vorherrschend. Sie werden aber, um Spülwasser und Energie zu sparen, oft mit grenzwertabhängigen Steuerungen kombiniert. Zeit- und wasserstandabhängige Spülungen sind reine Steuerungen, ohne Erfolgskontrolle; kies- und sandstandabhängige Spülungen sind 2-Punkt-Regler. Dies gilt auch für die Rechen-

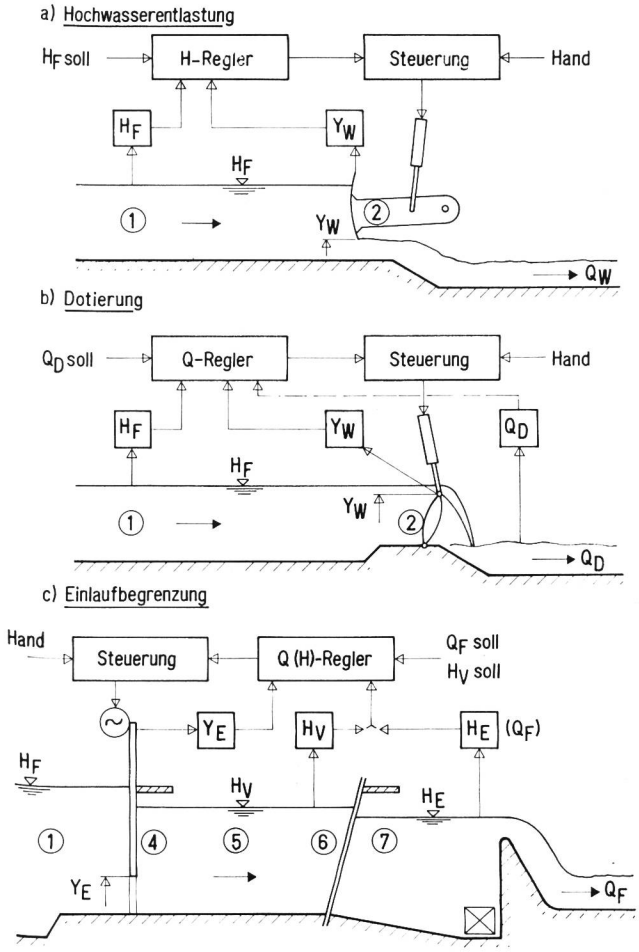
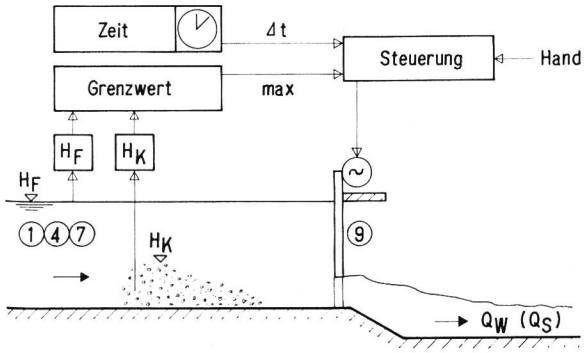


Bild 3. Automatisierung des Wasserhaushaltes.

a) Spülung (Fassung, Vorbecken, Entsander)



b) Rechenreinigung

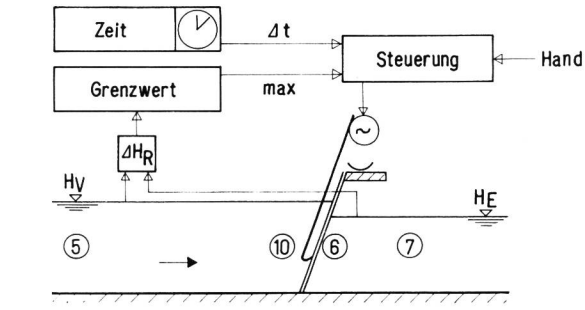


Bild 4. Automatisierung des Feststoffhaushaltes.

Anordnungskonzept Tabelle 2

a) Messungen		Anzeigen		
	Prozessgrösse	vor Ort	lokal	fern
H_F	Stand Fassung	M	M (R)	R
H_V	Stand Vorbecken	M	(M)	-
H_E	Stand Entsander	M	M	M
ΔH_R	Rechenverlust	G (M)	G (M)	G (M)
H_K	Kiesstand	G	-	-
H_S	Sandstand	G	-	-
Q_W	Wehrabfluss	-	M	M (R)
Q_D	Dotierabfluss	-	R (M)	M
Q_F	Fassungsabfluss	M	M	M (R)
Y_W	Stauwehrstellung	(M)	M	M
Y_E	Einlaufwehrstellung	(M)	M	M
Y_S,V	Spülschützenschieber, Verschlüsse	-	G	(G)
b) Stellorgane		Steuerung		
②	Stauwehr	H	A, H	H
④	Einlaufwehr	H	A, H	H
⑧	Verschlüsse	H	-	(A, H)
⑨	Spülschütze	H	A, H	(H)
⑨	Spülschieber	H	A, H	-
⑩	Rechenreinigung	H	A, H	H

G Grenzwertanzeige
M Messwertanzeige
R Messwertregistrierung
H Handsteuerung
A Automatische Steuerung

reinigung, falls sie abhängig von der Verlusthöhe gesteuert wird. Die Maschine bleibt dann solange in Funktion, bis die zulässige Grenze wieder unterschritten wird.

Bei Anlagen ohne Ausgleichbecken kann eine Spülung einen Betriebsunterbruch erzeugen. In solchen Fällen sind produktionstechnische Kriterien in die Automatik einzubeziehen. Oft wird hier statt der Automatik nur eine Alarmierung und Fernsteuerung installiert; der Spülentscheid wird dann dem Überwachungspersonal überlassen.

Die hier angegebenen Lösungen lassen sich meist sehr einfach realisieren, bei umfangreichen Wehranlagen entsteht aber leicht ein bedeutender Aufwand.

Anordnungskonzept

Für den Erfolg einer Automatisierung ist auch die Anordnung der Geräte massgebend. Bild 5 zeigt eine prinzipielle Anordnungsmöglichkeit, wie sie sich in der Praxis bewährt hat. Man nimmt dabei an, dass zwischen «vor Ort» und «lokal» alles 1:1 über Kabel übertragen wird, während nach «fern» meist nicht genügend Adern zur Verfügung stehen. Je nach Situation fallen dabei die Gebiete «vor Ort» und «lokal» zusammen; es können auch Messgeräte «lokal» angeordnet sein (z. B. pneumatische Übertragung von der Messstelle zum Gerät).

Es ist empfehlenswert, die Wirkungskette im automatischen Betrieb möglichst kurz zu halten. Diese erhöht die Sicherheit und die Verfügbarkeit der Anlage. Deshalb soll die «automatische Intelligenz» möglichst lokal angeordnet werden, damit sie auch bei Übertragungsausfall autonom arbeiten kann. Diese Anordnung bringt aber, sofern eine manuelle Fernsteuerung vorgesehen ist, einen erhöhten Übertragungsaufwand. Eine manuelle Fernsteuerung ist aber gerade deshalb bei automatisierten Anlagen angezeigt,

weil bei Ausfall der Automatik kaum das Personal zur Verfügung steht, das sofort eine lokale, also dezentrale Handsteuerung übernehmen könnte.

Tabelle 2 enthält einen Vorschlag, welche Prozessgrössen wo und wie anzuzeigen, welche Stellorgane von wo aus zu steuern und wo welche automatischen Steuerungen anzuordnen sind. Stellorganrückmeldungen sind dabei bis zur Eingriffstelle notwendig. Die Hauptprozessgrössen (Fassungsstand, Entsanderstand oder Fassungsabfluss sowie Dotierabfluss) sind grundsätzlich aufzuzeichnen, und zwar dort, wo sie im Normalfall beeinflusst werden (Stände) oder für den Nachweis wichtig sind (Dotierabfluss). Ebenso sind für die wichtigsten Prozessgrössen, unabhängig von Steuer- und Regelgrössen, Alarme zu bilden (Fassungsstand, Rechenverlust). Der Alarm sollte lokal gebildet werden; je nach Situation ist es auch zweckmässig, dazu ein unabhängiges Messgerät (direkt schaltend) anzuordnen (Bild 5).

Technische Mittel

Aus der Vielzahl der technischen Möglichkeiten zur Erfüllung der angegebenen Lösungskonzepte soll hier nur eine Übersicht über Geräte gegeben werden, die für den Einsatz in Wasserfassungen besonders in Frage kommen, ohne dass ein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben würde.

Messgeräte

Bild 6 gibt einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Messgeräte.

Wasserstandsmessungen

In der Praxis bewährt hat sich die pneumatische Messmethode, insbesondere wegen ihrer Unempfindlichkeit gegen Feststoffe. Dank hoher Genauigkeit und grosser Stabilität kommen dabei bevorzugt elektromechanische Drucktransmitter, sogenannte Druckwaagen, zum Einsatz. Nach wie vor bewährt hat sich auch die Schwimmermessung als direkt messende Geräte ohne Hilfsenergie.

Abflussmessungen

Wo möglich, wird der Abfluss mittels Schlüsselkurve aus einer Wasserstandmessung ermittelt. Dank besserer Signalverarbeitung gewinnen auch die Abflussberechnungen an Bedeutung. In offenen Gerinnen werden neuerdings auch Ultraschallmessungen eingesetzt.

Stellungsmessungen

Bei Wehren mit Windwerken oder sonstiger Abgriffsmöglichkeit kommen robuste Winkeltransmitter in analoger oder digitaler Bauweise zum Einsatz. Neu auf dem Markt sind Geber mit eingebautem Pendel zur Winkelmessung von Segmenten, Klappen usw. ohne mechanischen Antrieb.

Feststoffstandmessungen

Neben Messungen nach dem Prinzip des Auflagegewichts (Kiesmessdosen) wird vermehrt Echolot erfolgreich eingesetzt. Vereinzelt sind auch Strahlungsabsorptionsmessgeräte in Betrieb, nachteilig sind hier die diversen Auflagen aus Strahlenschutzgründen. Sie sind aber zur Messung vor Grundablässen in Speichern sehr geeignet. Beim Sandfang

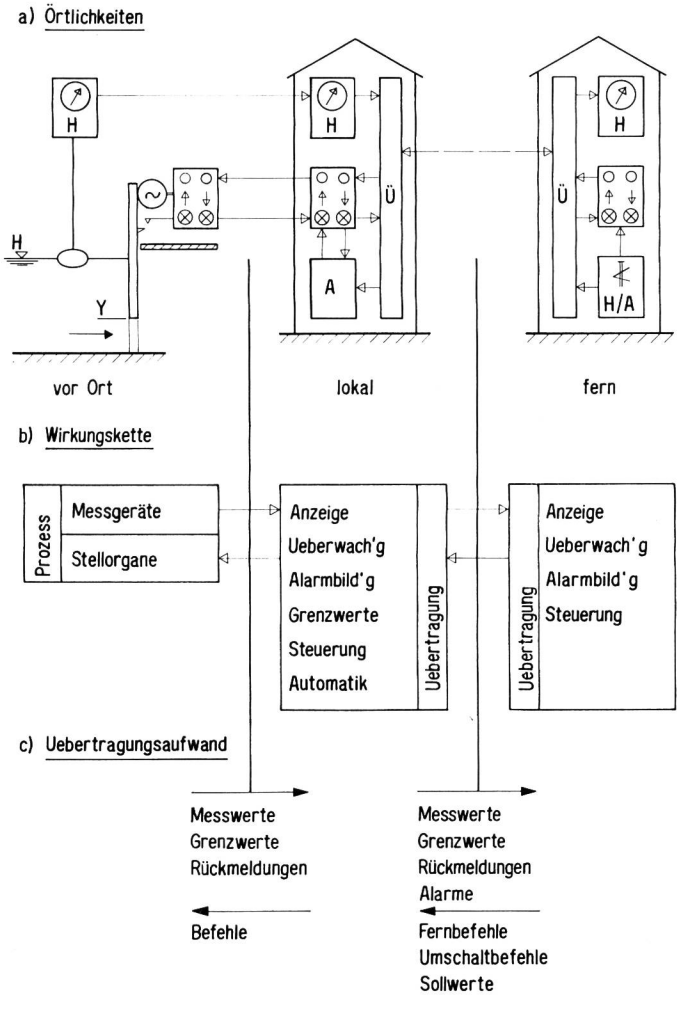


Bild 5. Anordnung.

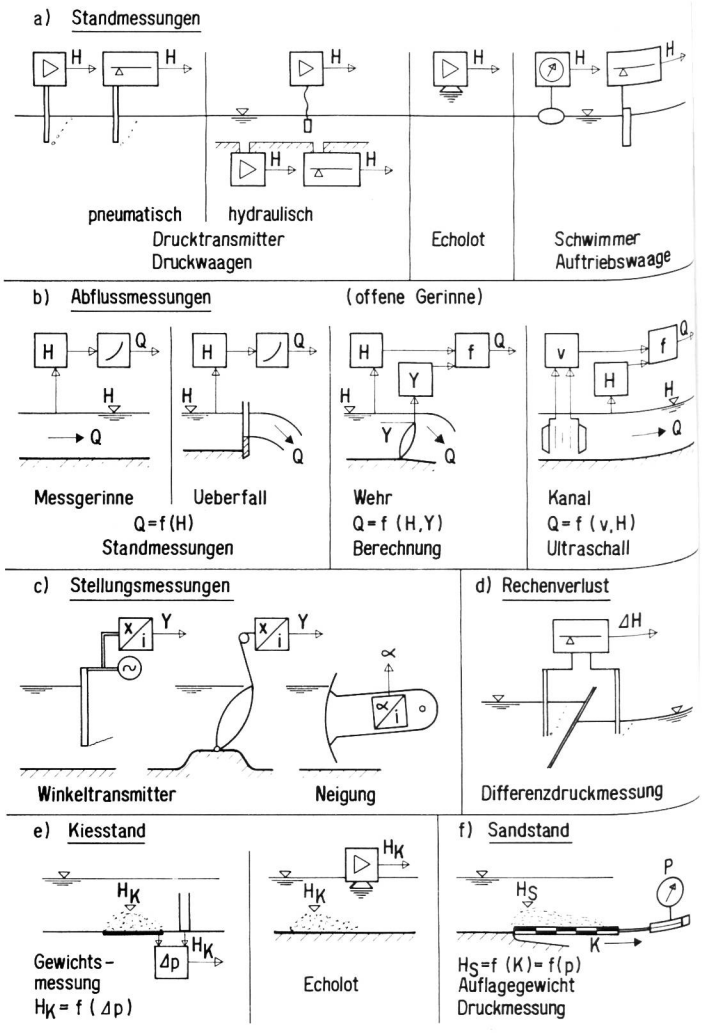


Bild 6. Messgeräte für Wasserfassungen.

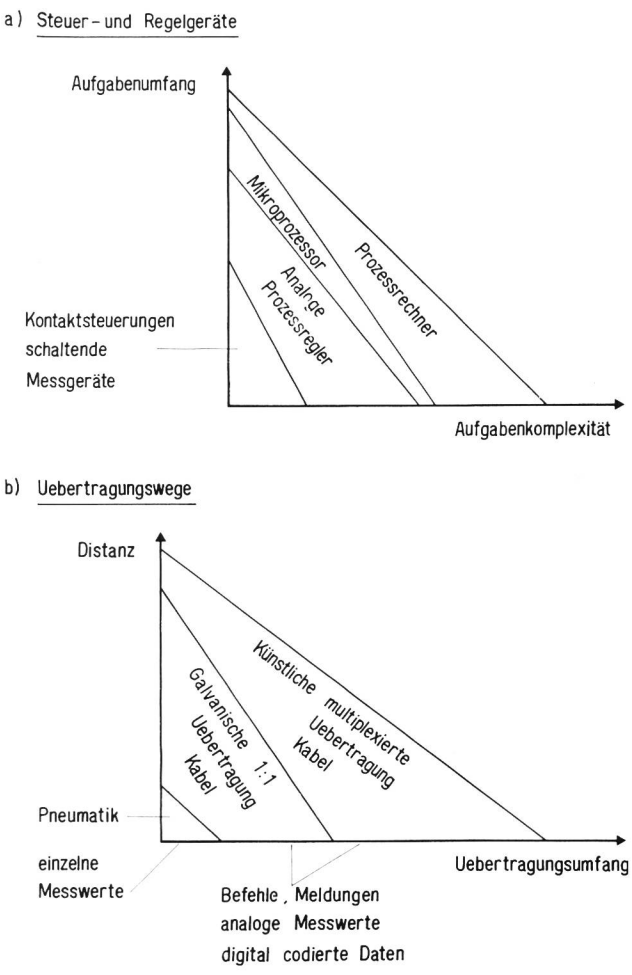


Bild 7. Signalverarbeitende Geräte.

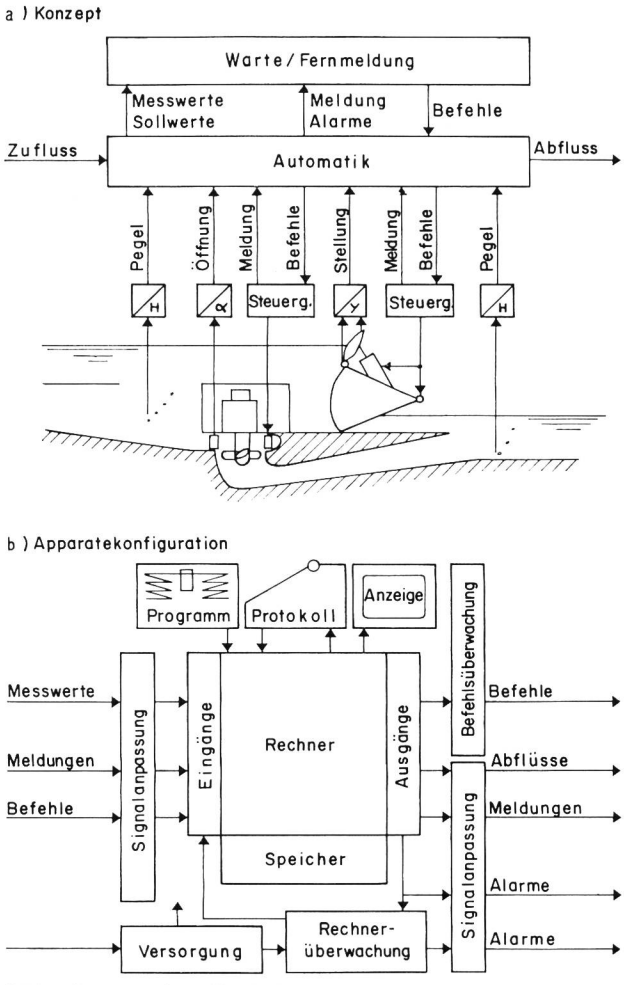


Bild 8. Prozessrechner für ein Laufkraftwerk.

wird das Auflagegewicht auch über die Verschiebekraft (Öldruck) des Schiebers ermittelt.

Rechenverlust

Normalerweise wird der Rechenverlust als Druckdifferenz pneumatisch oder hydrostatisch gemessen. Bei flachliegenden Rechen werden auch optische Überwachungsgeräte verwendet.

Steuer- und Regelgeräte

Diese Geräte sind einer starken Entwicklung unterworfen. Neben einfachen, schaltenden Messgeräten und Kontaktsteuerungen ist die Elektronik stark im Vormarsch.

Kontaktsteuerungen haben sich für einfache Steueraufgaben bei Wasserfassungen bewährt, im besonderen für die Aufgaben des Feststoffhaushaltes. Bei den Regelaufgaben des Wasserhaushaltes kommen heute vorzugsweise elektronische Prozessregelsysteme zum Einsatz. Die Flexibilität bewährter Systeme erlaubt es, den jeweiligen Aufgaben angepasste Einrichtungen zu installieren.

Für die Steuerung und Regelung grösserer Wehranlagen werden auch Prozessrechner eingesetzt, besonders im Zusammenhang mit komplexen Aufgaben, wie Abflussberechnung usw. (Bild 7 a). Der Prozessrechner übernimmt dann auch Überwachung und Protokollierung (Bild 8). Zwischen Analogregler und Prozessrechner schieben sich neu die Mikroprozessoren als Steuer- und Regelgeräte ein.

Übertragungen

Neben der nur lokal interessanten pneumatischen Messwertübertragung werden Messwerte, Befehle, Meldungen und Alarme meistens über Kabel, vermehrt auch mittels Fernwirksystemen, übertragen. Dabei gewinnt die digital codierte (absolute) Messwertübertragung dank Genauigkeit und Sicherheit an Bedeutung (Bild 7b).

Auswertegeräte

Bei den Auswertegeräten steht die herkömmliche Palette zur Auswahl:

Aufzeichnung von Wasserständen und Abflüssen auf Band- und Trommelschreibern;

Anzeige von Wasserständen, Abflüssen und Stellungen auf Zeiger-Instrumenten;

Vornehmlich für Wasserstände digitale Anzeigen (Koten); Wehrstellungsanzeigen an Modellen.

Bei umfangreichen Anlagen mit Prozessrechner stehen zudem Datensichtgeräte zur Anzeige des Anlagezustandes sowie Schreibmaschinen zur Protokollierung zur Verfügung.

Schlussbemerkungen

In diesem Beitrag wurde schematisch über Aufgaben, Lösungen und Geräte der Automatisierung von Wasserfassungen berichtet, ohne konkrete Beispiele anzuführen. Solche sind in anderen Beiträgen zu finden, zum Beispiel in [2]. Diese Beispiele zeigen, dass die Einzellösung immer eine Variante der schematischen Lösung ist, sie nur teilweise enthält oder auch darüber hinausgeht.

Literatur

[1] D. Vischer und A. Huber: Wasserbau. Springer-Verlag Berlin, 1978

[2] R. Favero: Verbesserung und Automation von Wasserfassungen im Safiental. Mitteilung Nr. 33 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich, 1979.

Adresse des Verfassers: Hans Jakob Leutenegger, Dr. Ing., Vizedirektor, F. Rittmeyer AG, 6300 Zug, Schweiz.